

DYNAMO

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET > NOVEMBER 2008 > nr. 15

DTU

8

Ingeniørkunst: Fra petriskål til kræftmedicin

TEMA OM LIFE SCIENCES

FØDEVAREMINISTER:

Frihed til
det sunde valg

7

GRÅ STÆR

Laser helbreder
uden operation

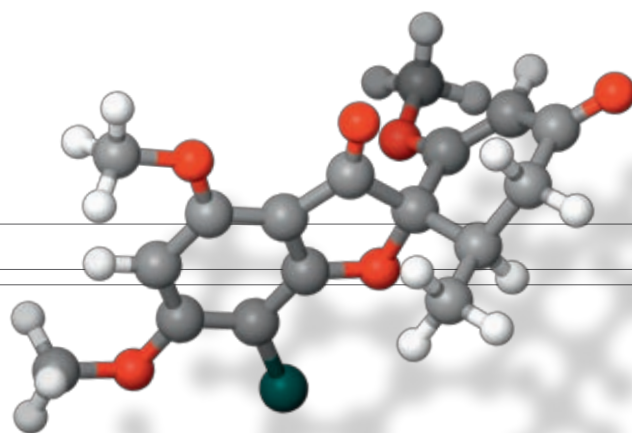
24

VEJEN TIL ELITEN

Det seje træk

52

INDHOLD >



LEDER

TEMA:
LIFE SCIENCES



DET SKER PÅ DTU

FRA HISTORIEBØGERNE

DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

DTU ALUMNI

3 Ratings af universiteter,
nationale og internationale

- 4 Vi spiser stadig for meget sukker og fedt
- 7 Jeg skal ikke bestemme, hvad folk spiser
- 8 Kræftmedicin fra naturen
- 10 Mobiltelefoner forhindrer amputationer
- 12 Superlaboratorium supplerer rå regnekraft
- 16 Stafylokokkens ømme punkt
- 18 Den møjsommelige vej til ny medicin
- 20 Angrib bakteriens resistens
- 22 En snigende fare
- 24 Lige i øjet
- 26 Medicinfabrik på en meter
- 30 Klart billede af prostatakræft
- 34 Ultralyd kortlægger blodåren
- 38 Billigere spildevandsrensning
- 40 Valle mod kalvediarre
- 42 Torskens vej ud af nettet

45 Kalender

46 Isstenens industrielle eventyr

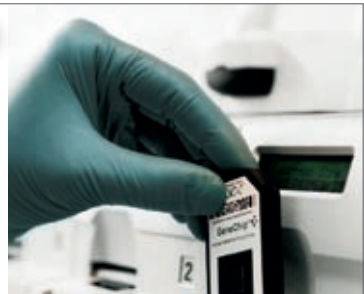
48 DTU's ledelse og organisation

49 DTU's institutter m.m.

52 Roning er ren matematik

55 DTU's Alumnenetværk

12



16



20



26



42





RATINGS AF UNIVERSITETER, NATIONALE OG INTERNATIONALE

For ikke længe siden offentliggjorde dagbladet Børsen en rating af de otte danske universiteter. Den resulterende rækkefølge gav forventeligt anledning til en række kritiske kommentarer fra forskellig side. Herunder også en formel indsigelse gående på det sammenfald, at DTU dels var havnet på førstepladsen, dels at talmaterialet til Børsens analyse stammede fra DTU Vitis. Nu er disse tal sådan set objektive, og det havde derfor været fuldstændig ligegyldigt, hvor man havde tallene fra. Det, der berettiget kan give anledning til diskussion, er sammenvægtningen af de tal, som man i den givne sammenhæng måtte opfatte som relevante. Dette skøn og denne sammenvægtning var alene Børsens.

Man kan imidlertid rejse det grundlæggende spørgsmål, om en rating og dermed en rangordning af danske universiteter over for hinanden overhovedet har nogen mening. Den voksende interesse for universiteternes betydning for samfundsudviklingen, ikke mindst i et globaliseringsperspektiv, gør det helt naturligt, at man holder øje med, hvor godt de enkelte danske universiteter klarer sig. Men forhåbentlig snarere i et internationalt perspektiv end i et nationalt. Vi har otte universiteter i Danmark med højst forskellig størrelse, profil og samfundsopgave, hvorfor det kan få et næsten tilfældighedens præg, hvorledes en ranking af danske universiteter kommer til at tage sig ud – ligesom man kan stille spørgsmålstegn ved, om den overhovedet er relevant.

For mig at se er det mere perspektivrigt at vurdere, om f.eks. DTU klarer sig godt eller skidt i forhold til andre tekniske universiteter i Europa og verden. Om Københavns Universitet og Aarhus Universitet klarer sig godt eller skidt i forhold til andre brede universiteter i verden (og den sidste THES-undersøgelse har netop vist, at de klarer sig rigtig godt, begge er gået frem – og til lykke med det). Tilsvarende for de øvrige universiteter. De bør også blive sammenlignet med deres udenlandske paralleller, det vil sige universiteter, der udfylder en tilsvarende samfundsrolle.

Globaliseringen betyder, at navnlig de store, betydende spillere i dansk erhvervsliv står i en konkurrence-situation, ikke primært med andre danske virksomheder, men med dygtige udenlandske virksomheder. Helt tilsvarende for danske universiteter. Der er ingen garanti for, at vi hver især bidrager synderligt til Danmarks udvikling ved at være danmarksmester i vor egen disciplin. Det afgørende er, om vi kan måle os med konkurrenterne på den internationale scene.

Lars Pallesen
Rektor



STADIG VI SPISER FOR MEGET SUKKER OG FEDT

Det går fremad med at spise sundt, men det går for langsomt

CHARLOTTE BILLESCHOU >

”Vi spiser mere frugt og grønt, og vi har nedsat forbruget af sukker. Det er positivt. Men vi spiser stadig for lidt frugt og grøntsager, for fedt og for sødt. F.eks. får 60 pct. af de 4-10-årige for meget sukker, og samlet set spiser børn 20 pct. mere sukker end anbefalet,” fortæller kostvaneforsker Sisse Fagt fra DTU Fødevareinstituttet og tilføjer:

”Vi er på rette vej, men vi skal hele tiden inspirere og forny budskaberne om kosten, hvis danskerne skal spise sundt, undgå fedme og livsstilssygdomme.”

Kostvaneforskerne Sisse Fagt og Anja Biloft-Jensen samt et team af forskere står bag den nye rapport, som kortlægger danskernes

spise- og drikkevaner fra 1995 til 2006. Rapporten, der især fokuserer på frugt, grønt og sukker, er seneste led i DTU Fødevareinstituttets nationale undersøgelse af danskernes kostvaner og fysiske aktivitet.

Lidt grønnere

Rapporten konkluderer, at vi i 1995 spiste 300 gram frugt og grønt om dagen. Så kom vi op på 100 gram mere, men siden årtusindeskiftet er udviklingen gået i stå.

”Vi spiser mere frugt og grønt, men langt fra de anbefalede 600 gram. Frugt spises ofte som et mellemmåltid, og grøntsagerne kommer mest frem til aftensmaden. Andelen af børn, der

spiser efter anbefalingerne, er steget fra 10 til 33 pct., men der er plads til forbedring,” siger Anja Biloft-Jensen.

Specielt slemt ser det ud for de 15-18-årige, hvor kun fem pct. spiser nok frugt og grønt. Derimod er de små børn fra fire til seks år godt med. Blandt voksne halter især mændene bagefter. Kostundersøgelserne har desuden tidligere konkluderet, at de lavest uddannede spiser mest usundt.

Fra sødt til sygt

I 2006 var børns sukkerforbrug på 12 pct. af det samlede energiindtag. Det er en lille forbedring i forhold til 2000-2002, hvor forbruget var på 13 pct. Kostundersøgelsen viser også, at der



DE 8 KOSTRÅD

- SPIS MERE FRUGT OG GRØNT - 6 OM DAGEN
- SPIS FISK OG FISKEPÅLÆG - FLERE GANGE OM UGEN
- SPIS KARTOFLER, RIS ELLER PASTA OG GROFT BRØD - HVER DAG
- SPAR PÅ SUKKER - ISÆR FRA SODAVAND, SLIK OG KAGER
- SPAR PÅ FEDTET - ISÆR FRA MEJERIPRODUKTER OG KØD
- SPIS VARIERET - OG BEVAR NORMALVÆGTEN
- SLUK TØRSTEN I VAND
- VÆR FYSISK AKTIV - MINDST 30 MINUTTER OM DAGEN

er kommet 40.000 flere overvægtige børn i perioden 1995 til 2002.

”Børn og voksne spiser og drikker i snit tre gange så meget slik, chokolade, is, kage, sodavand og saft, som der er plads til. Og søde vaner følges ad. De, der drikker mest sodavand, spiser mest slik. Samtidig får børnene færre vitaminer og mineraler, fordi de ikke får nok frugt, grønt og fibre fra f.eks. rugbrød og havregryn. Konsekvenserne ses helt ned i teenagealderen, hvor man i dag oplever børn med gammelmandssukkersyge og øget risiko for hjerte-kar-sygdomme. Sygdomme, som for et par generationer siden var uhørte i den alder,” lyder det fra forskerne, der til gengæld er tilfredse med, at vi drikker mere vand.

Dobbelt så meget vin

”Men tendensen er stadig, at vand ikke er noget, man slukker tørsten i. Det er noget, man vasker sig i. Og for voksnes vedkommende ryger der dobbelt så meget vin indenbords som i 1995. Kvinder spiser sundere end mændene, men deres kost indeholder lige så meget vin som mændenes. Til gengæld drik-

ker mænd flere øl. Det høje indtag af alkohol er heller ikke foreneligt med en sund kost. Et højt alkoholindtag medfører en dårligere kostkvalitet, og alkohol indeholder mange kalorier, som bidrager til at gøre os overvægtige,” siger Anja Bilot-Jensen, der dog straks tilføjer, at det er positivt, at danskernes samlede sukkerforbrug er faldet.

Anderledes kedeligt ser det ud med fedtet. 90'ernes kampagner med at skrabe brødet og droppe sovsen virkede. Men udviklingen er gået i stå, og tendensen går i den forkerte retning. Ifølge Sisse Fagt kan årsagen være, at danskerne stoppede med at skære ned på fedtet samtidig med, at kampagnerne skiftede fokus fra fedt til grønt.

Ifølge de otte kostråd bør voksne, normalvægtige danskeres kost indeholde 30 pct. fedt, men den indeholder reelt fem procent mere. Pizza, chips, fedt kød og snacks får børns fedtandel op på 34 pct.

”Vi spiser tre gange så meget pizza som i 1995, og det er netop fastfood, fede mejerivarer, kager og industri-fremstillede kødvarer som pølser med mættet fedt, vi bør undgå. Udviklingen skal vendes, så vi samlet spiser mindre

fedt og vælger sundt fedt fra planteolier, nødder og fisk,” lyder det fra Anja Bilot-Jensen, der oplyser, at den nye rapport ikke skelner mellem mættet og umættet fedt, men kun forholder sig til danskernes samlede fedtindtag.

”At måle kostens indhold af mættet og umættet fedt er næste trin, fordi fedtsyresammensætningen har stor betydning for sundheden.”

Kost og fysisk aktivitet har stor betydning for forebyggelse af overvægt og fedme, hjerte-kar-sygdomme, sukkersyge, kræft og knogleskørhed. Derfor er det vigtigt at have undersøgelser, der dokumenterer, hvad danskerne spiser og drikker. Det var på den baggrund, at myndighederne i 1981 besluttede, at Levnedsmiddelstyrelsen skulle iværksætte en national kostundersøgelse.

Sødemidlet cyclamat

”Kostundersøgelserne bruges også i EU-arbejdet, hvor grænseværdierne for sødemidlet cyclamat er blevet sænket bl.a. på grund af, at undersøgelserne har vist, at børn fik for meget af stoffet. For nogle år siden fandt vi desuden ud af, at danskerne risikerede >>



at få sygdommen struma grundet for lidt jod i kosten. På den baggrund blev der vedtaget en lov om at tilsætte jod til salt. Og lige nu diskuterer vores eksperter mulighederne for at berige fødevarer med D-vitamin, da analyser har vist, at store dele af befolkningen er i underskud af netop dette vitamin. F.eks. har halvdelen af danske teenagepiger underskud af D-vitamin om vinteren,” fortæller Sisse Fagt og Anja Bilot-Jensen.

Den nationale kostundersøgelse beskriver udviklingen i kosten over tre perioder og er udformet på baggrund af kostdagbøger fra henholdsvis 2.729, 4.120 og 3.247 danskere, som har nedskrevet deres mad og drikke på en uge. Fødevarerinstitutionens næste rapporter vil bl.a. også fokusere på, hvad vores sociale baggrund og holdninger betyder for vores madvaner. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

www.food.dtu.dk

MINDRE OMEGA 3 I OPDRÆTSFISK

Hjertet, immunsystemet, depression og betændelsessygdomme er blot nogle områder, som fedtsyrerne EPA og DHA, kaldet omega 3-fiskeolie, har vist positiv effekt på. Men lave fangstkvoter og øget efterspørgsel gør, at vi spiser flere opdrættede fisk, og de bliver i stigende grad fodret med vegetabilsk olie. Det betyder fisk med mindre omega 3.

”Vores foreløbige undersøgelse viser, at der kan være stor forskel på indholdet af omega 3-olier i opdrætsfisk. Dambrugsfisk fra Danmark og Norge, der får en såkaldt slutdiæt af omega 3-olie, har et fint indhold af EPA og DHA, men tendensen er, at importerede opdrætsfisk fodres med billig planteolie i stedet for dyr fiskeolie. Disse fisk har et lille indhold af de sunde fedtsyrer, som er så vigtige for f.eks. hjertepatienter,” fortæller Charlotte Jacobsen, seniorforsker hos DTU Aqua.

”Lige nu kender vi ikke det præcise indhold af omega 3-fedtsyrer i opdrættede fisk, så det er svært at give kost anbefalinger på området. Forbrugerne skal have mulighed for at gå målrettet efter de sundeste fisk, og derfor søger vi midler til en stor undersøgelse, der klart kan fortælle, hvor meget fiskeolie, der er i vores spisefisk. Den viden har vi ikke i dag.”

”Fede fisk som laks, ørred, makrel og sild er stadig det bedste valg, uanset om det er opdrætsfisk eller vilde fisk, hvis man vil være sikker på mest omega 3. Desuden er fiskeprotein muligvis sundere end andet protein, og fisk indeholder også D-vitamin, selen og jod, som vi generelt får for lidt af.”

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

www.aqua.dtu.dk

I WWF's fiskeguide kan du se, hvor fiskene på det danske marked kommer fra: www.hvaforenfisk.dk

! FAKTA OM FISK

75 pct. af fiskebestandene i verdenshavene er overfiskede eller fisket til det yderste. Behovet dækkes derfor af opdrætsfisk, som udgør halvdelen af alle de fisk, der bliver spist i verden i dag.

I 2006 blev der spist 51,7 mio. ton opdrættet fisk. På grund af få ressourcer, befolkningstilvækst og heraf øget efterspørgsel skønnes det, at behovet for opdrætsfisk vil stige til 80,5 mio. ton i 2030.

KILDE: WWW.FAO.ORG, WWW.WWF.DK

JEG SKAL IKKE BESTEMME, HVAD FOLK SPISER

Fødevareminister Eva Kjer Hansen vil i dialog. Hendes strategi i kampen mod søde og fede madvaner er en konsekvens af resultaterne fra den nationale kostundersøgelse, der bl.a. viser, at danske mænd hellere spiser flødesovs end frugt og grønt, og at børn har et sukkerforbrug, der ligger langt over det anbefalede

CHARLOTTE BILLESCHOU >

Hvad kan du bruge resultaterne fra kostundersøgelsen til?

”Når vi sætter sundhed og ernæring på dagsordenen, så sker det ikke med bind for øjnene. Resultaterne fra kostundersøgelsen giver et godt billede af, hvilke indsatser der har virket og dermed, hvad vi bør satse på fremover. Men resultaterne bruger jeg også til at se, hvor der er behov for en øget indsats – eksempelvis i forhold til mænd og sukkerindtaget. Kostundersøgelsen er derfor et godt redskab til at kunne målrette indsatsen i det sundhedsfremmende arbejde, så vi bedst muligt sikrer befolkningen nogle gode og sunde rammer.”

Har danskerne taget de otte kostråd til sig?

”Vores seneste målinger viser i hvert fald, at rigtig mange kender kostrådene. De fleste ved derfor, bl.a. fra kostrådene, hvad de bør spise mest af, og hvad de bør holde igen med. Men ét er at vide, hvad der er sundt og usundt, noget andet er at omsætte viden til praksis. Det kræver tid at ændre på sine vaner. Derfor kan vi heller ikke forvente, at vi straks ser resultaterne af det sundhedsfremmende arbejde.”

Udviklingen med at spise mindre fedt og sukker er stagneret. Hvordan knækkes kurven?

”Grundlæggende handler det om, at vi alle må tage stilling til, hvad vi spiser, om det f.eks. er sodavand, mælk eller vand, der skal stilles frem på bordet. Om slik skal være en hverdagsspisning eller gemmes til Disney-show eller børnefødselsdagen. Jeg skal ikke bestemme, hvad folk vælger at spise. Min opgave er derimod at sikre, at folk har den nødvendige information om, hvad der er sundt, og at den sunde mad er tilgængelig.

Det er særligt mænd, der spiser for meget fedt, og især kvinder og børn, der tager slikskålen frem efter aftensmaden.

Erfaringer har vist, at det er nemmest at nå mændene med de sunde budskaber gennem deres arbejdsplads. Derfor vil jeg i samarbejde med fagforbundet 3F igangsætte en indsats, som har fokus på at fremme de sunde vaner hos mændene.

Desuden vil Fødevarestyrelsen i samarbejde med Sundhedsstyrelsen i begyndelsen af det nye år sætte fokus på at begrænse sukkerindtaget. Indsatsen vil særligt henvende sig til familierne og til undervisningsmiljøer som daginstitutioner og skoler.

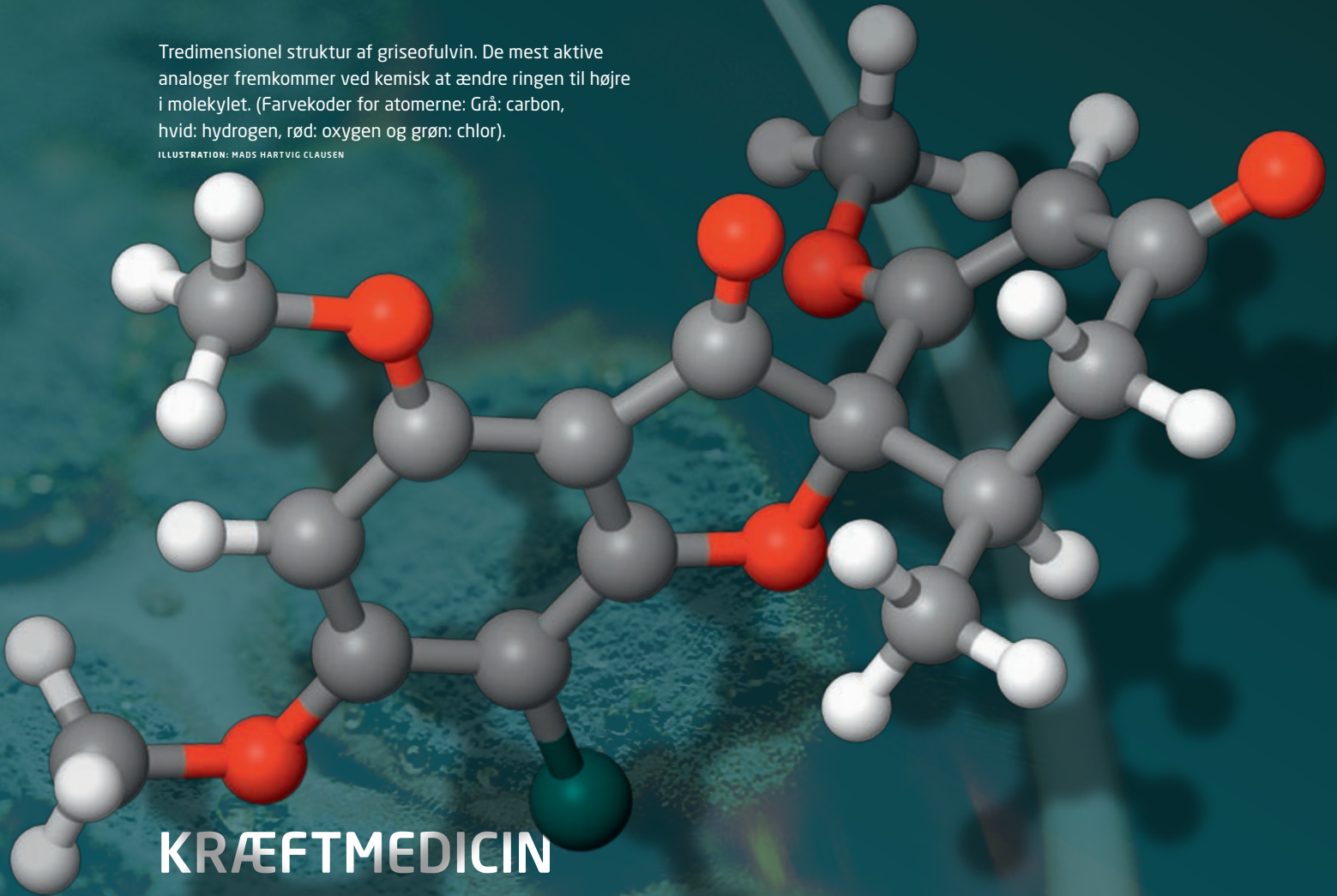
På den lange bane vil jeg arbejde for, at der udbydes og sælges flere sunde snacks og drikkevarer. Derfor vil jeg gå i dialog med de relevante aktører på området. Blandt andet vil jeg tale med Toms om, hvordan vi sammen kan skabe en sundere slikkultur, og med Bryggeriforeningen om, hvordan vi kan gøre det endnu mere trendy at drikke vand. Jeg oplever generelt en interesse fra erhvervet i at være med til at øge folks bevidsthed om, hvad der er sundt og mindre sundt og gøre det sunde valg lettere for forbrugeren,” lyder det fra Eva Kjer Hansen, som også har bevilget 2,5 mio. i fortsat støtte til kampagnen ”6 om dagen”. <

Grundlæggende handler det om, at vi alle må tage stilling til, hvad vi spiser, om det f.eks. er sodavand, mælk eller vand, der skal stilles frem på bordet.

FOTO: JENS HONDRÉ

Tredimensionel struktur af griseofulvin. De mest aktive analoger fremkommer ved kemisk at ændre ringen til højre i molekylet. (Farvekoder for atomerne: Grå: carbon, hvid: hydrogen, rød: oxygen og grøn: chlor).

ILLUSTRATION: MADIS HARTVIG CLAUSEN



KRÆFTMEDICIN FRA NATUREN

Skimmelsvampe producerer stoffer, som kan ødelægge kræftceller uden at skade kroppens raske celler

IBEN JULIE SCHMIDT >

Kemoterapi er en barsk omgang for de fleste kræftpatienter, fordi de bliver behandlet med cellegifte, som også påvirker kroppens raske celler med alvorlige bivirkninger til følge. Men nu har viden om, hvordan kræftceller adskiller sig fra almindelige celler, banet vejen for en ny type behandling, der virker selektivt på kræftceller.

Et samarbejde mellem DTU og Det tyske Cancerforskningscenter ved Heidelberg Universitet har nemlig

ført til udviklingen af stoffer, som kan slå kræftceller ihjel uden at være giftige for raske celler, og flere nye stoffer er på vej.

Professor, dr. Alwin Krämer fra Heidelberg Universitet har udviklet en metode, der hurtigt kan teste, om et stof er i stand til at hæmme en bestemt proces, som er afgørende for, om kræftcellen kan dele sig. Udgangspunktet for metoden er, at celler fra kræftsvulster har mange

centrosomer i stedet for blot to, som er det normale. Centrosomer er organeller i cellen, som er ansvarlige for, at kromosomerne trækkes korrekt fra hinanden ved celledelingen. Er der mere end to, skaber det problemer, når cellens kromosomer skal deles. I de fleste tilfælde resulterer det i, at dattercellerne dør. Dette problem har kræftcellerne dog løst ved en proces kaldet "centrosomal clustering", hvorved de mange centrosomer



En kræftcelle deler sig med centrosomal clustering, hvor centrosomerne er gået sammen i to poler.

Kræftcelle behandlet med griseofulvin. Centrosomerne smelter ikke længere sammen til to poler og derfor kan cellen ikke dele sig.

smelter sammen til to poler, som så er i stand til at trække kromosomerne korrekt fra hinanden. Uden denne sammensmeltningssproces kan kræftcellerne ikke overleve.

”Målet for min forskning har været at finde ud af, hvad der sker i cellen i forbindelse med centrosomal clustering, samt hvilke stoffer der kan hæmme denne mekanisme, og det er lykkedes takket være samarbejdet med DTU,” forklarer Alwin Krämer.

Anticancerstoffer fra svampe

At mikroorganismer i naturen producerer stoffer med anticancervirkning har været kendt længe, så Alwin Krämer kontaktede DTU-lektor Thomas Ostenfeld Larsen.

”Jeg havde hørt, at man på DTU Systembiologi har stort kendskab til naturstofkemi, dvs. isolering og strukturbestemmelse af de stoffer, som mikrosvampe producerer, og heldigvis fandt jeg de nødvendige kompetencer til screening for nye lægemiddelkandidater, som jeg havde brug for,” fortæller Alwin Krämer.

Et samarbejde blev etableret, og ekstrakter med hundredvis af stoffer blev sendt til Heidelberg og testet på

kræftceller. Ret hurtigt fandt man ud af, at stoffet griseofulvin, som produceres af skimmelsvampe, hæmmer centrosomal clustering og derfor slår kræftceller ihjel meget selektivt.

Naturstoffet forbedres

Næste skridt var fremstilling af nye stoffer ud fra griseofulvins grundstruktur i håb om at finde endnu mere aktive stoffer. På et andet af universitetets institutter, DTU Kemi, har man ekspertise i modifikation af naturstoffer ved hjælp af kemisk syntese. Adjunkt Mads Hartvig Clausens gruppe syntetiserede omkring 60 analoger af griseofulvin, det vil sige nye stoffer, som ligner det naturlige udgangspunkt, men er blevet ændret på forskellig vis. Efter test af de nye analoger i Tyskland viste det sig, at det var lykkedes at fremstille stoffer, der var ca. 50 gange mere effektive end det oprindelige griseofulvin. Stofferne blev patenteret, og i juli 2007 offentliggjorde forskerne fra Heidelberg og de to DTU-institutter deres fælles resultater i en artikel i tidsskriftet *Cancer Research*.

Fleere af de patenterede stoffer er nu testet i mus på Harvard Medical

School. Forsøgene har vist, at stofferne hæmmer udviklingen af kræftsvulster hos mus, og at der ikke ser ud til at være nogle alvorlige bivirkninger. De meget lovende resultater har ført til en dansk innovationsbevilling på en mio. kroner til at producere og teste stofferne i større skala. Dernæst er det planen at danne et fælles dansk-tysk spinoutfirma.

Samtidig fortsætter forskningssamarbejdet i kemisk biologi mellem de to DTU-institutter og Det tyske Cancerforskningscenter, bl.a. støttet af Forskningsrådet for Teknologi og Produktion.

”Vi har allerede fundet flere lovende stoffer, som vi arbejder på at identificere og modificere. Jo mere vi forstår om delingsprocessen i kræftcellen, jo bedre er vi også i stand til at finde nye specifikke mål for medicinen. Resultatet af dette samarbejde bliver forhåbentlig en ny type lægemidler mod kræft, der vil have langt færre bivirkninger for patienterne,” fortæller Alwin Krämer. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Thomas Ostenfeld Larsen
tol@bio.dtu.dk

På Sygehus Sønderjylland er antallet af amputationer på sårpatienter faldet med næsten en fjerdedel takket være fjernbehandling med mobiltelefoner



MOBILTELEFONER FORHINDRER AMPUTATIONER

ANDREAS ØSTERGAARD OHRT >

I Sønderjylland bidrager mobiltelefoner til, at betændte tæer og fingre heler, så de ikke skal amputeres. Det sker ved hjælp af et program, der oprindeligt blev udviklet af studerende på DTU.

Programmet kan automatisk sende billeder fra en mobiltelefon til en server, som f.eks. kan stå på et sygehus. På den måde kan sygeplejersker opdatere patientjournaler med billeder og beskrivelser af sår ved hjælp af mobilen. Det sparer tid og penge, mens patienterne får en bedre behandling.

”Vi er gået ned fra 52 til 40 amputationer i snit om året på vores sygehuse, og behandlingen er blevet mindre tidskrævende. Kommunerne sparer

også en frygtelig bunke penge, for det er dem, der betaler for den daglige pleje af sårpatienterne,” siger overlæge Rolf Jelnes, speciallæge i karkirurgi på Sygehus Sønderjylland. Der findes dog endnu ingen tal på besparelserne.

Igen ved problemer

Rolf Jelnes er en af kræfterne bag indførelsen af fjernbehandling med mobiltelefoner. Projektet startede i Sønderjylland i 2006.

Ifølge overlægen skyldes succesen, at lægerne på hospitalet og sygeplejerskerne, der tilser sårpatienterne i hjemmet, hele tiden kan holde hinanden ajour. Der er vigtigt, fordi sygeplejerskerne følger patienterne i det

daglige, mens det kun er lægerne, der må ordinere medicin og behandling.

”Nu kan vi reagere med det samme, når et sår ser grimt ud. I gamle dage sagde man: igen om 14 dage, når en patient blev sendt hjem fra ambulatoriet. Nu siger vi: igen ved problemer,” forklarer Rolf Jelnes.

Det betyder, at flere patienter får den optimale behandling og bliver hurtigere raske.

Prototype

En af de studerende på DTU, der har været med til at udvikle programmet på sårsygeplejerskernes mobiler, hedder Mads Vium Asbjørn. Han lavede den første version sammen med to kammerater uden tanke på sårpatienter. Det var som en afsluttende opgave i et kursus ved Institut for Informatik og Matematisk Modellering på DTU.

”Det var et lille program, der kunne tage et billede og sende det automatisk

RESULTATER AF FJERNBEHANDLING

- Antallet af amputationer på Sygehus Sønderjylland er faldet med næsten en fjerdedel.
- En læge kan nu undersøge op mod 10 sårpatienter i timen mod tidligere to.
- Patienterne bliver hurtigere raske.

KILDE: ROLF JELNES, SPECIALLÆGE I KARKIRURGI PÅ SYGEHUS SØNDERJYLLAND.

Hjemme hos patienten:
Med en mobiltelefon tager sygeplejersken et billede, som straks sendes til lægen. Få øjeblikke efter kan speciallæge Rolf Jelnes sidde på sygehuset og se billedet af såret. Det er ambitionen at systemet er landsdækkende inden for de næste to til tre år.

til en server. På det tidspunkt var de ved at starte sårjournalprojektet på Dansk Telemedicin, hvor jeg havde et studiejob. Og vores program var jo nærmest en prototype,” siger Mads Vium Asbjørn. Dansk Telemedicin er det it-firma, der har udviklet systemet, som bruges i Sønderjylland.

Mads Vium Asbjørn viste programmet til sin chef, som satte ham i gang med at udvikle den version, som sårsygeplejerskerne bruger i dag. Siden er han blevet færdig som civilingeniør og har fået job hos Dansk Telemedicin.

Store perspektiver

I dag bliver systemet brugt i behandlingen af omkring 1.000 sårpatienter flere steder i landet, fortæller teknisk direktør for Dansk Telemedicin Kristoffer Karlsen. Han er uddannet civilingeniør på DTU's maskinretning og stiftede firmaet sammen med fire læger, mens han læste.

SÅDAN VIRKER SÅRJOURNALEN

Når sygeplejersken besøger sårpatienten, tager hun billeder af patientens sår med sin kamerabil. På mobilen er installeret et program, som automatisk sender billederne sammen med oplysninger om patienten til den elektroniske patientjournal på hospitalet. Derefter modtager lægen en sms, som fortæller, at patientens journal er opdateret. Så kan lægen sætte sig ved sin computer, når han får tid, og vurdere, om behandlingen går som planlagt, eller om patienten skal indkaldes.

”Vores ambition er at gøre systemet landsdækkende inden for to til tre år,” siger Kristoffer Karlsen. Han ser meget store perspektiver i at bruge mobiltelefoner til at indsamle data om patienter.

”Jeg tror, at man i fremtiden vil fokusere mere på mobiltelefonen som et værktøj til dataindsamling. Det er en teknologi, der bliver udviklet hurtigt. Det samme gælder for infrastrukturen, som telefonerne bruger. Desuden tror jeg, at mobiltelefonerne

får flere funktioner, som vi kan bruge og kombinere.”

Rolf Jelnes er heller ikke i tvivl om, at der bliver flere sygeplejersker med kameramobiler i fremtiden. På Sønderborg Sygehus har man lavet en vurdering af fjernbehandlingen af sår, og det er svært at se ulemperne, fortæller han.

”Jeg kan sagtens se, at telemedicin kan brede sig til andre områder. Det har det potentiale til. Men der er jo først nogen, der skal få idéerne.” <

FOTOS: CLAUD THORSTED

INDSIGT I DE MEST KOMPLEKSE BIOLOGISKE SPØRGSMÅL

DTU MicroArray Core facility udnytter i høj grad DTU's ledende ekspertise inden for bioinformatik og systembiologi. "Med dette laboratorium placeret centralt på Center for Biologisk Sekvensanalyse på Institut for Systembiologi har vi en unik mulighed for at gøre vejen fra brugerdefineret microarray design, laboratoriearbejdet med prøverne, data warehousing og avanceret analyse kortere og mere tilgængelig. Det betyder, at vi kan akkumulere viden om alle aspekter af arbejdet med microarrays og samtidig få hurtig og præcis indsigt i nogle af de mest komplekse biologiske spørgsmål," fortæller den daglige leder af laboratoriet, Laurent Gautier.

Kvaliteten af mRNA i prøven testes ved hjælp af en RNA labchip, inden der laves et microarray.

FOTO: MIKKEL ADSBØL

SUPER LABORATORIUM SUPPLERER RÅ REGNEKRAFT

Såkaldte microarrays, der kan se, om tusindvis af gener er aktive eller inaktive i en given prøve, er et stærkt værktøj for gen-forskerne. DTU har fået et laboratorium i international topklasse

MORTEN ANDERSEN >

Lektor Hanne Jarmer holder en sort plastikplade i hånden. Midt i pladens forside er der en frimærkestor glasplade. På bagsiden to huller, der kun lige netop tillader spidsen af en tynd pipette at nå ned for at afsætte en lille mængde væske. Pladen er et såkaldt microarray. Et værktøj til at finde ud af, hvilke gener der er aktive i en prøve. At generne er aktive vil sige, at der formentlig bliver produceret nye proteiner efter den opskrift, som det aktive gen repræsenterer.

Institut for Systembiologi ved DTU har indviet et laboratorium i verdensklasse, hvor et stort antal microarrays kan køres. Laboratoriet, som har kostet 32 mio. kr., er finansieret af DTU samt Forsknings- og Innovationsstyrelsen.

Normalt er forskerne ved Center for Biologisk Sekvensanalyse, hvor Hanne Jarmer arbejder, kendt for deres brug

af computere. Med en blanding af rå regnekraft og snilde programmer finder de den skjulte orden i det tilsyneladende kaos, som byggestenene i en organisme udgør. At udføre forsøg med microarrays er derimod klassisk laboratoriearbejde.

”Jamen, vi går bestemt ikke af vejen for at trække i hvid kittel,” smiler Hanne Jarmer.

”Men det meste af tiden bruger vi uden for laboratoriet. Et typisk forsøg, hvor du f.eks. kører 10 prøver på microarrays, varer højst to uger. Bagefter tager det dig et år at analysere det sæt af data, du har fået!”

Et genom letter arbejdet

I løbet af de sidste 10 år er det lykkedes forskerne at kortlægge hele genomer for en lang række organismer, heriblandt mennesket. Det vil sige, at man grundlæggende ved, hvilke gener en

>>



Hanne Jarmer og hendes kolleger har gennemført en bestemmelse af, hvor på genomet bakterien *Bacillus subtilis* har aktive gener. Bakterien er helt uskadelig for mennesker og bruges i stor stil til bioteknologisk produktion og i forskningen.

organisme har, og hvor de ligger i den store formel, som udgør arvemassen.

Det har gjort det væsentlig lettere for forskerne at finde ud af, hvilke gener der f.eks. er involveret i en bestemt sygdom, fordi man kan sammenligne prøver fra syge individer med modelgenomet og se, hvor aktiviteten af generne afviger. I dag kan man købe biochips, der indeholder lige præcis den del af et modelgenom for en bestemt organisme, som man har under mistanke for at være involveret i den proces, man undersøger.

For eksempel kan man tage 10 prøver fra mennesker med en bestemt sygdom. Afviger de fra modelgenomet på et karakteristisk måde? Er der bestemte gener, som er aktive hos de syge, eller bestemte gener, der er slukket for?

Man kan også se på forsøgsdyr før og efter, at de kunstigt udsættes for en bestemt sygdom. Aktiverer sygdommen bestemte gener hos dyrene? Er der andre gener, som sygdommen slukker for? Og hvordan ændrer resultaterne sig, hvis man giver dyrene medicin?

Microarrays er det stærkeste værktøj til den type undersøgelser. De små plader er en videreudvikling af en metode, som kaldes Northern blotting, hvor man anbringer stumper af sin DNA-prøve i et

substrat og derefter ser, om et kendt gen eller gensekvens matcher prøven. Et microarray gør grundlæggende det samme, blot for flere tusinde gener ad gangen.

Et af formålene er at forfine de model-genomer, der efterhånden er skabt.

”Selvom man mener at have et komplet genom for en organisme, kan der stadig gemme sig gener i de områder, der tilsyneladende er fyld,” forklarer Hanne Jarmer.

Karakteristiske afvigelser

Desuden er det interessant at finde karakteristiske afvigelser fra model-genomet. Der vil naturligvis altid forekomme vilkårlige afvigelser, også kaldet mutationer, hos enkelte individer, men der findes også større grupper af afvigelser. De kaldes SNPs (single nucleotide polymorphisms).

Microarrays omtales tit som DNA-chips. Det er en smule misvisende, for de kan bruges til mere end at analysere DNA. Forskerne på instituttet interesserer sig især for processen, som cellerne udfører, når de producerer nye proteiner.

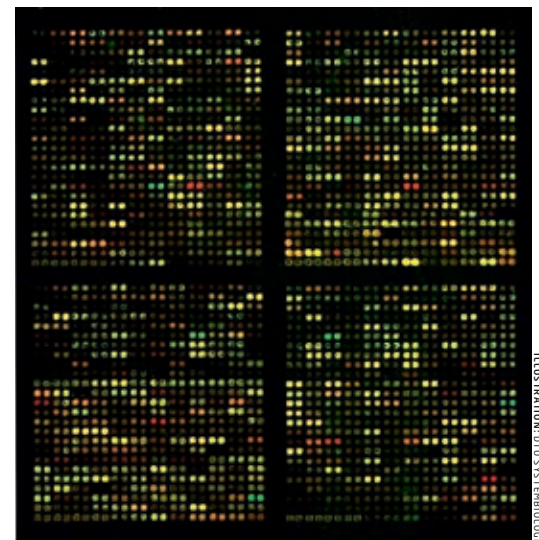
DNA-molekylet består af to strenge, der er snoet sammen, så det ligner en vindeltrappe. Hvis man ”vikler trappen ud”, så den ligger som en stige, vil de baser, der sidder over for hinanden forbundet af stigens trin, udgøre et helt fast mønster. Cytosin sidder altid over for guanin og thymin altid over for adenin.

Når cellen skal producere nyt protein, sendes en enkeltstrenget kopi af det gen, som koder for netop dette protein, ud fra cellekernen. Denne kopi kaldes RNA (ribonucleic acid). Den omtales også som messenger-RNA, fordi den er budbringer af informationen om, hvilket protein cellen skal fremstille. Uden for cellekernen, men stadig inde i cellen, vil RNA-strengen tiltrække de matchende aminosyrer i den rigtige rækkefølge, så det færdige protein dannes.

Den første del af processen, hvor DNA oversættes til RNA, kaldes transkription. Jo mere messenger-RNA der transskriberes fra et bestemt gen, jo mere aktivt er genet. Det er altså mængden af mRNA for bestemte gener, der måles ved hjælp af microarrays. Da mRNA er første skridt på vejen til dannelsen af proteinerne, kan man altså ved hjælp af microarrays f.eks. se, hvordan en bestemt sygdom påvirker cellerne. Begynder de at producere bestemte proteiner? Man kan også se, om et medicinsk præparat ændrer på, hvilke proteiner cellen producerer.

”Det er et meget stort forskningsområde, som åbner sig. Microarrays er et utrolig godt værktøj,” siger Hanne Jarmer og tilføjer, at arbejdet i laboratoriet kræver stor koncentration.

”RNA er kun beregnet til at leve kortvarigt i cellerne. Så snart det har udført sin budbringermission, skal det helst nedbrydes. Derfor er RNA langt



Illustrationen viser et microarray klar til databehandling. Hvert felt repræsenterer ét gen, og farven viser, hvor aktivt et bestemt gen er i en given prøve. Jo mere intense farver, jo højere aktivitet. Ved at sammenligne microarrays fra forskellige prøver kan man se, hvordan enkelte gener reguleres op eller ned f.eks. i forbindelse med sygdom.

mere skrøbeligt end DNA. Kommer man f.eks. til at ånde ned i prøven eller røre ved den uden handsker, er den ødelagt.”

Inden der laves microarrays, udføres derfor et kvalitetstjek på prøven med RNA for at sikre, at den er ok. Microarrayprocessen er nemlig ret kostbar.

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Daglig leder,
seniorforsker Laurent Gautier
laurent@cbs.dtu.dk



FOTO: SCANPIX

ILLUSTRATION: HANNE JARMER

Multiresistente stafylokokker modstår penicillin og andre kendte former for antibiotika. Studier af bakteriens arvemateriale skal finde nye måder at angribe den på

STAFYLOKOKKENS ØMME PUNKT

MORTEN ANDERSEN >

En kur mod stafylokokker, vaccine mod miltbrand og mere effektiv produktion af enzymer.

Det er tre af perspektiverne i projektet BaSysBio, som bl.a. arbejder med bakteriers arveanlæg.

”Multiresistente stafylokokker, der ikke lader sig påvirke af de kendte former for antibiotika, er et voksende problem på sygehuse verden over. Ved at studere bakteriens arvemateriale kan vi pege på de ømme punkter. På den måde håber vi at finde helt nye veje til at angribe bakterien,” siger lektor Hanne Jarmer, Center for Biologisk Sekvensanalyse på DTU’s Institut for Systembiologi.

Hun leder centerets deltagelse i det internationale projekt BaSysBio, der i alt har 16 akademiske og industrielle partnere. Der er tale om

grundforskning, understreger Hanne Jarmer:

”Hvis vi ser en oplagt mulighed for at udvikle antibiotika mod stafylokokker, så gør vi det, men det er ikke vores primære mål. Idéen er, at vi skal beskrive tre udvalgte bakterier som samlede biologiske systemer og derved facilitere, at der kan udvikles konkrete produkter.”

Flagskibet i projektet er, at forskerne har gennemført en komplet eksperimentel kortlægning af, hvor generne i *Bacillus subtilis* er placeret. *B. subtilis* findes meget udbredt i jord og på planter. Bakterien er helt uskadelig for mennesker. Derfor bruges den i stor stil til bioteknologisk produktion og i forskningen. Lige som den kendte *E. coli* fungerer som modelbakterie for den ene hovedfamilie af bakterier, de Gram negative, er *B. subtilis*

modelbakterien i den anden familie, de Gram positive.

”Når man kender modelbakterien godt, er vejen til at undersøge andre medlemmer af samme familie af bakterier betydeligt kortere,” forklarer Hanne Jarmer og henviser til, at de to meget skadelige bakterier, der også vil blive studeret i projektet, begge er Gram positive. Det drejer sig om den mest problematiske af alle stafylokokker *Staphylococcus aureus* og om den bakterie, som forårsager miltbrand (*Bacillus anthrax*).

”Desuden er *B. subtilis* interessant i sig selv, fordi den har stor økonomisk betydning for bioteknologien, hvor den eksempelvis bruges til produktion af enzymer.” <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Hanne Jarmer, hanne@cbs.dtu.dk

Figurbeskrivelse: Grafisk illustration af chip-resultater for et tilfældigt udvalgt område af *Bacillus subtilis*’s genom. Den røde og den blå ring repræsenterer hver sin side af DNA-strengen og viser, hvor meget generne udtrykkes. Jo mørkere farve, jo højere udtryk. Imellem disse to ringe er genernes placering anført som tynde streger. Den grønne ring viser, hvor meget DNA der kan måles i samme region.

Fortolkning: Resultatet viser som ventet, at det ikke er alle generne, der er udtrykt under de valgte vækstbetingelser. Der er desuden et par områder, hvor signalet fra DNA’et (den grønne ring) er meget lavt, hvilket tyder på, at disse områder enten er svære at måle, eller at der er en afvigelse i sekvensen mellem den stamme, som er blevet benyttet til forsøgene, og den sekvens, som chippen er blevet designet ud fra (sekvensfejll).

DEN MØJSOMMELIGE VEJ TIL NY MEDICIN

Det kan kræve op til 10 års intenst arbejde at udvikle et nyt lægemiddel mod demens. Et stort europæisk projekt skal skabe medicin mod Alzheimers sygdom

MORTEN ANDERSEN >

Lige nu er forskere fra den italienske virksomhed Siena Biotech i gang med at forsøge at udvikle tre lægemidler, der hver især har potentiale til at standse udviklingen af Alzheimers sygdom. Alle de tre molekyler skal designes til at påvirke gener, udpeget på baggrund af forskning med udspring i Center for Biologisk Sekvensanalyse på DTU.

”Ved at indgå i et samarbejde med førende europæiske forskere forsøger vi at blive bedre til at forstå de grundmekanismer, der forårsager Alzheimers sygdom. Dernæst er målet at finde gener, der har indflydelse på sygdommen, og udvikle lægemidler ud fra dem,” siger principal scientist for biosimulation Claus Andersen, Siena Biotech.

Den hurtigtvoksende italienske virksomhed, der er stiftet i 2000, repræsenterer et nyt koncept inden for udvikling af lægemidler. Siena Biotech interesserer sig for den tidlige fase af udviklingen, som kaldes discovery. Når lægemidlet er klar, skal der findes en partner til at stå for produktion og markedsføring. I 2005 tog virksomheden initiativ til et stort forskningsprogram finansieret af EU, hvor formålet er at finde medicin mod Alzheimers sygdom.

Alzheimers sygdom er den hyppigste årsag til demens. I dag kan man dæmpe nogle af symptomerne, men grundlæggende er der tale om en støt forværring. I første omgang rammes især hukommelse og andre intellektuelle færdigheder. Gradvist får patienten sværere ved at formulere sig og orientere sig. Ofte bliver patienten trist eller angst, og personligheden kan forandre sig.

Ifølge Alzheimerforeningen findes der ca. 70-80.000 demente i Danmark, og der kommer ca. 15.000 nye tilfælde hvert år. På verdensplan lider ca. 25 mio. mennesker af sygdommen.

Flere end 500 gener påvirkes

Der er almindelig enighed om, at der er en arvelig genetisk komponent af sygdommen, men præcis hvilke af menneskets i alt 30-35.000 gener der er indblandet, ved man endnu ikke.

Det europæiske projekt rummer forskere med ekspertise inden for alle de mange faser af et lægemiddels udvikling. Forskergruppen fra DTU ledes af lektor Henrik Bjørn Nielsen.

Gruppen var med til at sammenligne celler fra rottehjerner før og efter, at de kunstigt blev påført sygdommen. Analyserne viste, at mellem 500 og

1.000 af dyrenes 28-30.000 gener blev påvirket af sygdommen.

Næste skridt var at se, om disse gener også fandtes hos mennesker. Det gjorde de fleste af dem. Næste skridt igen var at opbygge en hypotese for, hvordan sammenhængen mellem disse gener og sygdommen er.

Listen blev kortet ned

Herefter blev det testet, om ændring af et udvalgt gen kan redde rotternes hjerneceller fra sygdommen. Hvis de kunne, var næste skridt at sammenligne prøver af hjernevæv taget fra afdøde Alzheimerpatienter med prøver fra afdøde uden sygdommen.

”Generelt er der god sammenhæng mellem resultaterne fra rotteceller og fra mennesker,” siger ph.d.-studerende Simon Rasmussen fra forskergruppen på DTU.

På den måde blev listen over interessante gener kortet ned. Samtidig blev udpegningen koblet med forskellige praktiske hensyn. Først og fremmest må der være tale om et gen, der koder for et protein, som det er muligt at påvirke med et relativt lille molekyle. Medicinen skal nemlig trænge gennem den såkaldte blod-hjerne barriere. Det udelukker brug af store molekyler.

Desuden vil man alt andet lige helst gå efter et gen, der er aktivt hos den syge, frem for et gen, der er inaktivt. Det er nemlig lettere at slukke for et aktivt gen end at aktivere et inaktivt gen.

Hele processen i det store samarbejde er nu mundet ud i de tre mulige mål for lægemidler. For hvert af de udpegede gener vil de italienske forskere teste 10.000-vis af molekyler, der forhåbentlig har evnen til at slukke for dem og kan videreudvikles til lægemidler, der kan optages i kroppen og ikke er giftige.

Når projektet satser på tre forskellige præparater, skyldes det, at der kan være mange grunde til, at et ellers

lovende præparat senere må opgives, f.eks. uforudsete bivirkninger. I forvejen er der meget strenge krav til sikkerheden i forbindelse med godkendelse af nye lægemidler, og da Alzheimermedicinen skal ind i hjernen, vil kravene være ekstra høje.

Ved at satse på tre mulige lægemidler sideløbende undgår man at blive rykket tilbage til start, hvis et eller to af dem må opgives. Udviklingen af et nyt lægemiddel kan tage op til 10 år.

”CBS (Center for Biologisk Sekvensanalyse på DTU, red.) har med deres mangeårige ekspertise inden for microarray spillet en meget vigtig rolle i den fase af projektet, hvor generne er

fundet. Deres analyser af celler med DNA-teknologi er moden, pålidelig og på højeste internationale niveau,” siger Claus Andersen, Siena Biotech.

I første omgang er DTU-forskernes rolle afsluttet. De kommer dog ind på et senere tidspunkt igen, når lægemidlerne faktisk er klar, så man kan teste dem på rotter. Her skal de danske forskere analysere, hvilke effekter stofferne har på dyrenes gener. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Henrik Bjørn Nielsen
hbjorn@cbs.dtu.dk



Alzheimers sygdom er den hyppigste årsag til demens. Som vi kender det fra DR-serien Sommer, glider Alzheimerpatienten langsomt ind i en anden verden. I dag kan man dæmpe nogle af symptomerne, men grundlæggende er der tale om en støt forværring. Jesper Langberg spiller rollen som faderen, og sønnen spilles af Lars Ranthe.

Infektionssygdomme kan blive det dominerende problem i sundhedsvæsenet, når mulighederne for at finde ny antibiotika er udtømte. Det mener professor Søren Molin, som vil angribe bakterierne med en ny type kombinationsbehandlinger

ANGRIB BAKTERIENS RESISTENS

MORTEN ANDERSEN >

”Det gælder om at tage bakterien med bukserne nede.”

Professor Søren Molin har en dobbelt mission. For det første vil han have os til at indse, at problemet med bakterier, der bliver resistente over for antibiotika, er meget påtrængende. For det andet vil han gøre noget ved det gennem en ny form for behandlinger.

”Hidtil har strategien været at opfinde nye former for antibiotika til at behandle de resistente mikroorganismer med. Jeg vil ikke udelukke, at der kan findes yderligere nogle nye effektive stoffer, men vi kan lige så godt indse det først som sidst. På et tidspunkt kommer du altså til det sidste stof på hylden.”

Løsningen er at finde ud af, hvilken mekanisme den enkelte bakterie benytter sig af til at overleve angrebet. Dernæst at finde medicin, der sætter mekanismen ud af kraft.

”Man gør så at sige resistensen til målet for sin medicin. Det slår ikke bakterien ihjel, men det gør den forsvarsløs. Så kan man ramme den med de traditionelle former for antibiotika

som penicillin og lignende,” forklarer Søren Molin.

Dødelig lungebetændelse

DTU’s Institut for Systembiologi har gennem en række år arbejdet sammen med læger, der behandler patienter med den arvelige sygdom cystisk fibrose (CF). Et af kendetegnene ved sygdommen er, at en række slimhinder, specielt i lungerne, bliver meget tyktflydende. Det svækker patientens forsvar mod mikroorganismer.

Hvert år fødes ca. 15 danske børn med CF. Før antibiotika blev opfundet, var den forventede levetid 10 år eller lavere. Den typiske dødsårsag var infektioner i lungerne med bakterier, som er almindeligt forekommende og normalt kan håndteres af immunforsvaret – f.eks. stafylokokker.

I dag er den forventede levetid øget væsentligt, men det er fortsat en konstant kamp at forhindre, at infektioner udvikler sig til en livstruende lungebetændelse hos CF-patienten. Søren Molins forskningsgruppe samarbejder med lægerne i kampen for at øge CF-

patienternes forventede levetid, som i dag er oppe på ca. 45 år. Samtidig får de en indsigt, der forhåbentlig kan bidrage til at løse mange andre problemer med resistens.

Det særlige miljø i CF-patientens lunger med en kombination af sejt slim og et højt tryk af antibiotika betyder, at bakterien *Pseudomonas aeruginosa* kan udkonkurrere andre. Denne bakterie er almindeligt forekommende og udgør normalt ikke nogen trussel mod menneskers sundhed.

Pumper antibiotika ud

Forklaringen er, at den resistente variant af bakterien har udviklet en særlig pumpemekanisme. Bakterien genkender antibiotika og pumper det ud, inden det når at skade den.

”Pumpemekanismen er altså bakteriens svage punkt. Hvis vi kan sætte pumpen ud af kraft, kan vi ramme bakterien med flere slags antibiotika,” siger Søren Molin.

Sagen er lidt mere kompliceret end som så, fordi *P. aeruginosa* faktisk har

“Da det tager 10-15 år at udvikle nye lægemidler, vil vi meget gerne kunne forudsige, hvor de næste problemer kommer”

Professor Søren Molin,
DTU Biosys



FOTO: KARSTEN DANSTEDT

flere alternative pumper til rådighed, men DTU-professoren er optimistisk med hensyn til, at man kan finde et stof, der blokerer en eller flere pumper tilstrækkelig effektivt til, at bakterien kan overrumples.

På samme måde håber Søren Molin, at man kan angribe mange af de andre typer resistente mikroorganismer. Eksempelvis er gule stafylokokker (*S. aureus*) med resistens over for en vifte af antibiotika et voksende problem. Også hos salmonella og campylobacter optræder resistens stadig oftere.

”Andre mikroorganismer bruger måske ikke lige den samme pumpe-mekanisme som *P. aeruginosa*. Alligevel mener jeg, at det er den samme filosofi, man må anlægge.”

”Når vi ser problemet fra flere vinkler, kan vi finde løsninger.”

Det store spøgelse

Det betyder naturligvis ikke, at udviklingen af nye typer antibiotika skal indstilles.

”Flere af de produkter, som er under udvikling, tegner virkelig interessante og lovende. Men der er samtidig behov for at forholde sig til langtidseffekterne,” siger Søren Molin med henvisning til faren for, at bakterier, der udvikler resistens over for ét produkt, også bliver resistente over for andre. Fænomenet, som kaldes kryds-resistens, ses allerede hos visse stammer af stafylokokker.

Nogle af de kommende produkter er inspireret af den måde, vores naturlige immunforsvar angriber bakterier.

”Det er en spændende tilgang, men det store spøgelse er, om der kan opstå en ny form for krydsresistens, hvor bakterierne ikke blot bliver resistente over for produktet, men simpelthen over for vores immunforsvar.”

Forskergruppen hos DTU Systembiologi forsøger netop at se kampen mod resistente mikroorganismer i en bredere sammenhæng. Det vigtigste værktøj er at sammenligne komplette sæt af arveanlæg, genomer, fra forskellige mikroorganismer. I den internationale forskning er der efterhånden kortlagt genomer for op mod 1.000 organismer.

En succesfuld organisme

P. aeruginosa hos patienter med cystisk fibrose kan betragtes som en model:

”Det er et godt eksempel på bakteriers tilpasningsevne, at en organisme, der er helt harmløs i naturen, i den grad har kunnet udvikle sig til et problem. Vores tilgang er at kortlægge, hvilken konstellation af arveanlæg der netop gør *P. aeruginosa* så succesfuld. Man kan sagtens forestille sig, at der er en række andre organismer derude, som står på spring. De mangler måske blot en enkelt mutation for at blive lige så succesfulde.”

Forskningsfeltet kaldes ”emerging pathogens” – eller på dansk fremtidens sygdomsfremkaldende organismer.

”Med tanke på, at det tager 10-15 år at udvikle nye lægemidler, vil vi meget gerne kunne forudsige, hvor de næste problemer kommer,” siger Søren Molin uden at give garantier:

”Ændringer i vores livsstil betyder hele tiden, at forskellige mikro-

>>

organismer får bedre eller dårligere vilkår. Samtidig må vi erkende, at det er meget svært at forudsige, hvordan bakterier vil udvikle sig.”

Den grundlæggende årsag til problemerne med resistens er bakteriernes hurtige omsætningshastighed. Er blot nogle få organismer muteret, så de er blevet resistente, vil de hurtigt

opbygge en ny koloni. Nu med de arveanlæg, der rummer resistens.

”Bakterien er den mest succesfulde organisme på kloden. Når du fjerner én vej, har den 14 andre veje til rådighed.”

Oversete sygdomme

Netop for patienter med cystisk fibrose er problemet godt dækket ind. Den

resistente variant af *P. aeruginosa* er fuldstændig tilpasset miljøet i CF-patientens lunger og kan derfor ikke sprede sig.

”Men for en række andre organismer er resistens i dag et samfundsproblem. Eksempelvis gule stafylokokker,” siger Søren Molin.

For en ordens skyld understreger

EN SNIGENDE FARE

Der er tæt sammenhæng mellem forbruget af antibiotika og udviklingen af resistente bakterier. Danmark er foregangsland inden for overvågning af problemet, som WHO har udråbt som en af de væsentligste trusler mod menneskers sundhed i de kommende årtier

MORTEN ANDERSEN >

Forestiller man sig menneskeheden på den ene side og den samlede mængde af sygdomsfremkaldende bakterier på den anden i en gigantisk skyttegravskrig, bliver frontlinjerne hele tiden justeret. Når et nyt antibiotikum bliver taget i brug, må fjenden vige på et bredt stykke af fronten. Men lige så stille bliver styrkerne omgrupperet. Bid for bid vinder mikroorganismene det tabte terræn tilbage, efterhånden som det lykkes forskellige stammer at udvikle resistens.

Siden 1996 har programmet DANMAP overvåget forbruget

af antibiotika og forekomsten af resistente bakterier i dyr, fødevarer og mennesker. Programmet var en væsentlig del af det videnskabelige grundlag for, at Danmark i 2000 kunne vedtage et forbud mod at bruge antibiotika som vækstfremmere i foder til dyr. Forbuddet blev indført i hele EU i 2006.

Den tætte overvågning var også stærkt medvirkende til, at Danmark som et af de første lande satte ind over for problemet med resistente gule stafylokokker. Den resistente udgave af bakterien, som også kaldes

MRSA (methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*), kan modstå såvel penicillin som en række andre antibiotika. Overvågningen viste, at problemet var stigende især på sygehuse og plejehjem. I 2006 udsendte Sundhedsstyrelsen en national vejledning. Siden er det årlige antal af personer, der smittes på sygehuse og plejehjem, halveret. Det samlede antal smittede danskere er faldet fra 851 i 2005 til 659 i 2007.

Smittet via svin

Selvom de gule stafylokokker viger, er felttoget mod dem be-

stemt ikke vundet. Det står nu klart, at en speciel type, ST398, kan smitte fra dyr til mennesker. I 2007 blev 14 personer smittet med MRSA ST398 i Danmark. De fleste har arbejdet i svinebesætninger. Siden 2003 er denne type stafylokokker i alt fundet hos 48 personer.

”Jo flere svin og andre dyr, der bærer på MRSA ST398, desto flere mennesker må vi forudsige vil blive smittet. Der er flere end 12 mio. svin i Danmark og således risiko for, at bakterien hurtigt kan sprede sig blandt mennesker,” siger professor Frank

han, at bekymringen omkring resistens ikke må føre til, at man undlader at bruge antibiotika:

”Det vil være et brud på lægeløftet, hvis man undlader at behandle en patient, der er livstruende syg, fordi man er bange for, at bakterien udvikler resistens. Heldigvis er der heller ikke behov for så drastiske skridt.

Det handler snarere om at undlade at udskrive antibiotika, hver gang lille Peter er forkølet.”

Det kræver dog en langt større bevågenhed, hvis problemerne skal holdes nede, sammenfatter Søren Molin:

”Andre sygdomme som hiv og cancer står meget højere på den politiske

dagsorden. Infektionssygdommene er oversete. Hvis vi ikke gør noget, bliver infektionssygdomme det dominerende problem i sundhedsvæsenet om blot 5-10 år.” <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Professor Søren Molin, sm@bio.dtu.dk

Møller Aarestrup fra DTU Fødevareinstituttet.

Også på en anden front er mikroorganismene i offensiven. Efterhånden som flere arter af bakterier udviklede resistens over for penicillin og de øvrige tidlige typer af antibiotika, er læger og dyrlæger i stigende grad gået over til stærkere antibiotika.

Det drejer sig især om såkaldte cephalosporiner. I lang tid var cephalosporiner et effektivt våben, når andre antibiotika fejlede, men i 2007 så man det første udbrud af resistente bakterier i Danmark. Det enzym, der skaber cephalosporinresistens, kaldes ESBL (extended spektrum beta-laktamase), og de resistente bakterier kaldes derfor ESBL-bakterier. Disse bakterier er typisk ikke blot resistente over for cephalosporiner, men også over for penicillin og flere andre antibiotika.

Indtil videre er der fundet ESBL-varianter af *E. coli*, salmonella og klebsiella.

”Problemet bliver ikke mindre af, at der er flere mulige smittekilder,” siger Frank Møller Aarestrup.

”Mennesker og dyr kan blive smittet med bakterier, der herefter udvikler ESBL som følge af brugen af cephalosporiner. Disse ESBL-bakterier kan efterfølgende smitte både mellem mennesker, mellem dyr og mennesker og via fødevarer.”

Det første udbrud, som blev konstateret i 2007, omfattede 33 personer, der var smittet med ESBL-klebsiella. Samme år blev der fundet ESBL-bakterier i 23 tilfælde hos danske svin og kvæg.

Der er tæt sammenhæng mellem ESBL og brugen af cephalosporiner. På sygehuse er forbruget mere end tredoblet på 10 år til knap 2.000 kg i 2007. Til kvæg er forbruget fordoblet på syv år til 92 kg, mens forbruget til svin er femdoblet i samme periode til 129 kg.

Både mennesker og dyr kan bære rundt på ESBL-bakterier i tarmfloraen uden at blive syge. Men sker der en infektion, kan den være svær at behandle. Dødeligheden blandt mennesker, der får en blodforgiftning med *E. coli* eller klebsiella er normalt ca. 20 pct., men den bliver mere end fordoblet, når der er tale om ESBL-bakterier.

Stor opmærksomhed

Resultaterne fra det danske overvågningsprogram har vakt stor opmærksomhed i hele den vestlige verden. Således er DTU Fødevareinstituttet europæisk referencelaboratorium for resistens, og flere lande som Norge, Holland og Canada har kopieret programmet.

”Det helt specielle ved det danske overvågningsprogram er, at vi sammenkæder resultater i et jord-til-bord perspektiv, og at vi har så nøjagtige oplysninger om forbruget af antibiotika til mennesker såvel som til dyr.”

En anden styrke ved DANMAP-programmet er det tætte samarbejde mellem forskere og myndigheder, understreger professor Frank Møller Aarestrup:

”Efter fusionen sidste år er der samlet et meget stærkt team af infektionsmikrobiologer på DTU. Tilsammen angriber vi de alvorlige problemer med sygdomsfremkaldende organismer, der er resistente over for antibiotika. Et problem, som verdenssundhedsorganisationen WHO har udråbt som en af de væsentligste trusler mod menneskers sundhed i de kommende årtier.”

”Det er tankevækkende, at alene infektioner med resistente stafylokokker allerede i dag slår flere mennesker ihjel i USA end hiv.”

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

**Forskningsprofessor
Frank Møller Aarestrup
fmaa@food.dtu.dk**

Lasere kan gøre det nemt og hurtigt at behandle grå stær, som er den hyppigste årsag til blindhed

LIGE I ØJET

HENRIK OLSEN >

Hvis vi lever længe nok, møder vi alle en sær og uvelkommen fugl – den grå stær.

”Det er den hyppigste øjenssygdom overhovedet,” fortæller reservelæge Line Kessel, Glostrup Hospital, og fortsætter:

”De fleste får den mellem 70- og 80-års alderen, og på verdensplan er det den hyppigste årsag til blindhed. I Danmark bliver der lavet mere end 40.000 operationer for grå stær årligt.”

Den grå stær kan helbredes, men det kræver operation og udskiftning af øjets linse.

”Det, der især er problemet med en operation, er, at det kræver en del

teknisk udstyr, og det kræver en rigtig, rigtig dygtig kirurg,” forklarer Line Kessel.

Og i mange af verdens fattige lande er der hverken ekspertise, udstyr eller økonomiske ressourcer til at operere alle dem, der bliver ramt af den frygtede øjenssygdom.

Det problem håber Line Kessel at løse gennem et stort forskningsprojekt, som er finansieret af Højteknologifonden og har deltagelse af Glostrup Hospital og DTU samt de to private virksomheder Koheras og Crystal Fibre. Projektet skal føre frem

til en behandling af grå stær gennem laserstråling. Teknikken baserer sig på ultrakorte pulser af laserlys, som fokuseres meget præcist på de dele af linsen, der kræver behandling. På den måde opnår lægerne en høj intensitet uden at belaste øjet unødigt.

Erstatter operation

Hvis alle danskere med grå stær fik en ultrapuls-laserbehandling, ville halvdelen af dem sandsynligvis aldrig blive plaget af sygdommen i resten af deres levetid. Men perspektiverne er langt større uden for Danmark.

”I 3.-verdenslande er der næsten ingen øjenlæger, og der bliver folk blinde

på grund af grå stær. Vores tanke er at lave en behandling, som ikke er så teknisk krævende, at der er behov for en knaldhamrende dygtig kirurg – en lysbaseret behandling, som kan udføres af en specialtrænet tekniker,” forklarer Line Kessel.

Grå stær er næsten altid en snigende sygdom, der opstår ved nedbrydning af proteiner i øjets linse. I stedet for at ligge pænt og velordnet, så klumper proteinerne sig efterhånden sammen i tilfældige klynger. Det kan sammenlignes med et knust brilleglas, som bliver hvidt, fordi lyset spredes i alle retninger i stedet for at passere lige igennem. Proteinklumperne spreder på samme måde lyset i øjets linse, så man ikke kan se klart, og de får samtidig pupillen til at se gråhvid ud. Farveændringen har været med til at give øjensygdommen sit navn.

”Baggrunden for den nye behandling er, at vi vil fjerne proteinklumperne, som bringer uorden i øjets linse – vi vil fjerne mørteleen mellem byggestenene. Og det kan vi gøre ved hjælp af laserlys.”

Når proteinklumperne i øjets linse er opløst, genvinder linsen sin oprindelige klarhed, og synet bliver normalt.

Der er to grundlæggende forudsætninger for, at den nye behandling kan blive en succes. For det første skal behandlingen naturligvis virke. Derfor gennemfører Line Kessel og hendes kolleger på Glostrup Hospital hundredvis af forsøg med forskellig bølglængde, behandlingstid og skanningsteknikker.

! EN SÆR FUGL

Betegnelsen stær for visse øjensygdomme, der medfører blindhed, kommer sandsynligvis af det tyske ord starr, som betyder stiv, eller staren, som betyder at stirre. Personer med normalt syn kan have mere eller mindre livlige øjne, mens blinde ofte har et mere stift eller stirrende blik.



FOTO: SCANPIX OG COLOURBOX

Men da målet er at udbrede behandlingsmetoden til hele verden og gøre den tilgængelig for befolkninger med langt færre eksperter og ressourcer end i Danmark, skal metoden også være både billig og nem at udføre. Her kommer DTU's fiberoptiske forskere ind i billedet. Karsten Rottwitt fra DTU Fotonik forklarer:

Større intensitet

”En fiberlasers geometri er sådan, at størrelsen på lyspletten er 5-10 mikrometer, mens en traditionel laser laver en lysplet på nogle millimeter. Det gør, at intensiteten af lyset fra en fiber er meget større. Samtidig er en fiber meget kompakt, så hele laserapparatet kan ligge i en boks på størrelse med en bærbar pc.”

Et traditionelt laserapparat er på størrelse med et velvoksnet køleskab, koster i omegnen af en million og er et meget temperaturfølsomt instrument, som kræver stor ekspertise at betjene. Målet med DTU's forskning er derfor at udvikle en lille, billig fiberlaser, som er enkel at betjene og ikke lader sig påvirke af temperaturudsving.

En af de store udfordringer for DTU Fotonik er at få laserpulsene til at blive så ultrakortvarige, at lægerne kan anvende dem til øjenbehandling. Pulsene

skal ned på under et pikosekund, 10^{-12} sekund, for at opnå en tilstrækkelig tæthed af fotonerne – de lyspartikler, som skal bombardere proteinerne i øjenlinsen.

Den udfordring har Karsten Rottwitt og hans DTU-kolleger nu tacklet i samarbejde med Koheras og Crystal Fibre. Den første fiberlaserprototype er klar til at blive anvendt til Line Kessels medicinske forsøg. Der går dog nok 5-10 år, før tekniken er fuldt udviklet og godkendt af myndighederne, og før Crystal Fibre og Koheras kan sætte en kommerciel produktion af et laserapparat til behandling af grå stær i gang.

Men allerede nu tumler de to forskere med nye idéer til anvendelse af fiberlaseren. Line Kessel ser et stort potentiale i at anvende laserstråler som kirurgiske knive, mens Karsten Rottwitt har et spektrometer i kikkerten:

”Man kan bruge det til at lave et kemisk fingeraftryk. Så med en fiberlaser tror vi, at vi kan analysere stoffer meget mere præcist, end man gør i dag.” <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Karsten Rottwitt
karo@fotonik.dtu.dk

Et af værktøjerne til at holde sig i front er intensiv overvågning af produktionen. Det kaldes også PAT (Process Analytical Technology). I dag er der indført PAT på en række produktionslinjer, og det har Lundbeck sparet mange penge på, konstaterer Executive Vice President Lars Bang.



MEDICINFABRIK PÅ EN METER

Væk med store anlæg til batch-produktion. Ind med små anlæg, der kører uafbrudt. Verdens produktion af lægemidler står over for den største omvæltning i branchens historie

MORTEN ANDERSEN >

”Hele branchen står over for en revolution i den måde, vi producerer lægemidler på.”

Udsagnet kommer fra Lars Bang, Executive Vice President i H. Lundbeck A/S.

Et øjeblik virker det, som om han trækker i land – ”Man skal selvfølgelig lige overveje, hvor svulstig en retorik, man vil bruge ...” – men nej:

”I de kommende 10 år vil vi se større forandringer i lægemiddelproduktion, end vi har set i hele industriens samlede historie, der begynder ved Bayer’s lancering af acetylsalicylsyre (også kendt som aspirin, red.) tilbage i 1889!”

I dag produceres stort set alle lægemidler i verden som batch-produktion. Det koster dyrt i form af driftsstop, rengøringsprocedurer og så videre, når der skiftes mellem batch.

”Hele branchen er plaget af lange gennemløbstider. Vi skal af med de mange indbyggede ventetider ved at lægge om til kontinuert produktion. Det betyder samtidig, at vi kan nøjes med langt mindre produktionsanlæg. Et enkelt gram per sekund er nok til at

dække behovet for et typisk lægemiddel, når du er i stand til at producere døgnet rundt, året rundt,” siger Lars Bang, der er civilingeniør fra DTU og har ansvaret for Supply Operations & Engineering hos Lundbeck.

På lystfiskermaner viser han størrelsen af fremtidens produktionsanlæg:

”Anlægget kan fint stå her på mit skrivebord!”

Amerikansk koncept

Fordelene ved små anlæg står nærmest i kø: Det bliver meget lettere at konstruere en ny fabrik. Anlægsomkostningerne bliver lavere. Mulighederne for at kontrollere tryk, temperatur og andre kritiske parametre helt nøjagtigt bliver markant forbedret. Forbruget af opløsningsmidler og andre hjælpekemikalier bliver langt mindre – og det samme gælder dermed påvirkningen af både det ydre miljø og arbejdsmiljøet.

Motoren bag omstillingen er den amerikanske lægemiddelstyrelse FDA (Federal Drug Administration). Styrelsen er på vej med et nyt koncept for kvalitetskontrol, der tager udgangspunkt i den enkelte proces, som

>>

et konkret lægemiddel er godkendt efter. I stedet for at overholde generelle retningslinjer skal producenten dokumentere gennem nøje overvågning af sin proces, at alle de kritiske parametre for netop denne proces har været korrekte gennem produktionen.

”Filosofien er, at når du har dokumenteret, at du har produceret korrekt, ved man, at det færdige produkt er, som det skal være. Man behøver end ikke at foretage en kontrol af det færdige produkt,” forklarer Lars Bang, der er ”superglad” for konceptet.

”Gennem de seneste mange år er mængden af regler vokset voldsomt. Hver gang en virksomhed har gjort noget galt, er der kommet en ny regel, som hele branchen skal overholde. Samtidig laver myndighederne såkaldte guidelines, der formelt er vejledende, men som du reelt er nødt til at overholde, hvis du vil være på markedet. Resultatet er, at vi i dag har lige så mange ansat i kontrollerende funktioner, som vi har i selve produktionen! Derfor vil det være meget glædeligt, hvis vi kan slippe for de mange generelle krav og i stedet opfylde specifikke krav for de enkelte processer.”

Lundbeck-chefen understreger, at ændringen bestemt ikke kun vil være til gavn for branchen:

”Den måde, lægemidler bliver produceret på i dag, er ufleksibel og meget dyr. Det betaler samfundet i sidste

ende for gennem priserne på produkterne. Derfor både håber og tror jeg, at også myndighederne i Europa og resten af verden vil gå samme vej som FDA.”

Traditionelt har lægemiddelindustrien været kendetegnet af stor fokus på forskning og udvikling, mens selve produktionen har fået mindre opmærksomhed.

”Holdningen har været, at omkostningerne til selve produktionen af lægemidlerne var af mindre betydning. Det vil der blive lavet om på. Hvis du skal tjene penge på fremtidens marked, skal du være i stand til at sænke omkostningsniveauet i forhold til i dag,” siger Lars Bang.

17 pct. af Lundbecks omsætning går til produktionsomkostninger. Det er markant lavere end medicinalindustriens gennemsnit, som er 24 pct. Sagt på en anden måde tjener Lundbeck en mia. kr. årligt ved at producere effektivt.

Måler på kemien online

Et af værktøjerne til at holde sig i front er intensiv overvågning af produktionen. Det kaldes også PAT (Process Analytical Technology). Et eksempel er online overvågning af udvalgte kemiske reaktioner med NIR-lys (Near Infra Red). I stedet for at ”stille ovnen på 200 grader i 20 minutter”, som vi gør derhjemme i køkkenet, afslører det

nær-infrarøde lys, hvornår hele den tilsatte mængde af en reagens er brugt op. På den måde kan man stoppe processen på det optimale tidspunkt.

Lundbeck begyndte at arbejde med PAT i 1998. Det var tidligt i forhold til konkurrenterne. I dag er der indført PAT på en række produktionslinjer.

”Det har vi sparet mange penge på,” siger Lars Bang.

Gradvist vil der blive indført PAT på flere produktionslinjer.

”Vi har høstet de lavthængende frugter først, men vil stille og roligt indføre PAT flere steder.”

Ud over at spare omkostninger er PAT nærmest skræddersyet til at matche de nye amerikanske krav om kontrol med produktionsprocessen.

”I mange andre industrier ser man kvalitetsstyring som et værktøj til at reducere omkostningerne. Det har vi ikke været vant til, men vi har været nødt til at indføre det for at leve op til myndighedernes krav.”

Faktisk har den farmaceutiske industri meget detaljeret information om sine processer.

”Informationen ligger blot i form af batch-journaler, man kan tage op

”Hele branchen står over for en revolution i den måde, lægemidler produceres på.”

Lars Bang, Executive Vice President, H. Lundbeck A/S





FOTOS: LUNDBECK

af skuffen, hvis der kommer en forespørgsel til en bestemt batch. Alle de informationer gør vi nu anvendelige. Vi lægger dem ind i statistiske modeller og kan på den måde arbejde systematisk med at klarlægge, hvilke parametre der er afgørende for vellykket produktion,” forklarer Lars Bang.

I første omgang bruges den viden til at lave forsøg, hvor man nu ved, hvilke parametre det er afgørende at måle. I anden omgang overvåges de samme parametre ved hjælp af PAT-værktøjer under den faktiske produktion.

Skaleres ned i stedet for op

For hver proces skal der udvikles konkrete PAT-værktøjer. Det har bl.a. ført til et stadig tættere samarbejde mellem Lundbeck og forskere ved DTU Kemiteknik. Senest er der indgået en 5-årig samarbejdsaftale inden for skalering af organisk-kemiske processer.

”DTU er blandt de få universiteter i Europa, der har holdt fast i at prioritere området højt. Området er helt centralt for den omstilling, lægemiddelindustrien står over for,” siger Lars Bang og tilføjer, at det siger lidt om ekspertisen på DTU Kemiteknik, at amerikanske studerende kommer til Danmark for at tage kurser.

”Det kan vi godt være lidt stolte af på Danmarks og DTU’s vegne.”

Ved skalering tænker man traditionelt på opskalering, når en proces skal tages fra laboratoriet til produktion.

”Men jeg kan sagtens forestille mig, at vi i fremtiden vil skalere ned, når vi går fra forskning og udvikling over til produktion!” siger Lundbecks engineering-direktør.

! H. LUNDBECK A/S

Lundbeck fokuserer udelukkende på lægemidler til behandling af sygdomme i centralnervesystemet. Virksomheden har siden 2002 markedsført fire nye lægemidler. Cipralex/Lexapro til behandling af depression og angst. Ebixa til behandling af Alzheimers sygdom. Azilect til behandling af Parkinsons sygdom og Serdolect til behandling af skizofreni.

Siden 1990 er Lundbeck vokset fra en mellemstor dansk virksomhed med ca. 1.000 ansatte til en global aktør med salgsheder i 54 lande. Koncernen beskæftiger ca. 5.300 medarbejdere. I 2007 omsatte Lundbeck for knap 11 mia. kr.

Ud over lavere omkostninger og bedre dokumentation til myndighederne glæder Lars Bang sig over udsigten til mere fleksibel produktion:

”Vi er altid under stort tidspres, når vi skal starte produktionen af et nyt lægemiddel. Det må ikke være produktionen, der forsinker udviklingsprocessen. Det er toksikologiske og kliniske studier, der ligger på den kritiske tidslinje. Det betyder ofte, at vi må starte produktionen med en syntesevej, der ikke er optimal. Når vi går over til lille skala, mindsker vi tiden til at udvikle det nye produktionsanlæg. Det øger chancerne for at få den optimale syntesevej på plads.”

Beijing eller Valby?

At produktionsanlægget ikke fylder mere, end det kan være på et skrivebord, vil formentlig ændre hele diskussionen om outsourcing.

”Om sådan et anlæg står i Beijing eller Valby vil ikke betyde ret meget for de samlede omkostninger. Den kritiske faktor vil være adgangen til højt kvalificerede medarbejdere, der kan udvikle og overvåge det,”

siger Lars Bang og tilføjer, at det på ingen måde vil betyde et stop for outsourcing:

”Vi lever i en globaliseret verden. Enhver virksomhed er nødt til at se meget kritisk på sig selv. For hvert enkelt produkt og proces må man tage stilling til, om det er noget, man bedst kan lave selv eller bør lægge ud. Man skal kun lave de ting, man selv er virkelig god til.”

For Lundbecks vedkommende er en række produktioner lagt ud til Indien og Kina. Desuden foregår flere af de kliniske studier, hvor lægemidler gives til patienter, i Asien.

”Det er ikke længere sådan, at produktion altid er billigst at lægge ude, mens forskning og udvikling altid ligger bedst her i Europa. En række processer inden for forskning og udvikling kan med fordel løses ude i verden. Omvendt har vi faktisk et produktionsanlæg i Italien, hvor vi producerer efter ordrer fra andre farmaceutiske virksomheder. Her er vi i direkte konkurrence med f.eks. indiske og kinesiske virksomheder, men vi bliver alligevel valgt.” <

KLART BILLEDE AF PROSTATAKRÆFT

Det radioaktive stof 18F-Fluorocholin kan give lægerne et bedre værktøj til diagnosticering af cancer i prostata, den hyppigste kræftform blandt mænd. Et klinisk forsøg med 100 danske patienter skal nu bekræfte potentialet i metoden

FOTO: MORTEN CORNELIUSSEN, EXIT FOTOSTUDIE

MORTEN ANDERSEN >

De fleste lægemidler er forsynet med en sidste anvendelsesdato, men et nyt af slagsen har lægerne kun timer til at anvende. Halveringstiden for isotopen 18F-Fluorocholin, der formentlig kan løse et stort problem inden for diagnostik af cancer i prostata, er nemlig blot to timer.

”Man ønsker ikke at give patienterne et stof, som er radioaktivt i månedvis. Derfor er en kort halveringstid ønskelig, selvom det giver en del praktiske problemer,” forklarer afdelingschef Lars Martiny, Hevesy-laboratoriet, Risø DTU.

Blandt de praktiske problemer er, at laboratoriet simpelthen ikke har tid til at teste, om man har fremstillet produktet korrekt, inden det bliver sendt ud af døren. Løsningen er, at man tager en lille prøve af produktet, inden det sendes af sted. Mens bilen ruller, analyseres prøven. Når resultaterne foreligger, sender laboratoriet en fax til hospitalet. Først når og hvis faxen giver grønt lys, kan lægerne tage produktet i anvendelse.

Kræft i prostata (blærehalskirtlen) er den hyppigste kræftform blandt mænd. Hvert år får flere end 2.000 danske mænd diagnosen. Gennem de seneste 10 år er der sket en stigning på 6,2 pct. i antallet af diagnoser. Chancen for at helbrede patienten er størst, hvis det lykkes at opdage sygdommen tidligt, inden den har spredt sig til lymfeknuder og knoglesystemet. Derfor er det af stor værdi at udvikle bedre metoder til at konstatere

”Man ønsker ikke at give patienterne et stof, som er radioaktivt i månedvis. Derfor er en kort halveringstid ønskelig,” forklarer afdelingschef Lars Martiny, Hevesy-laboratoriet, Risø DTU.

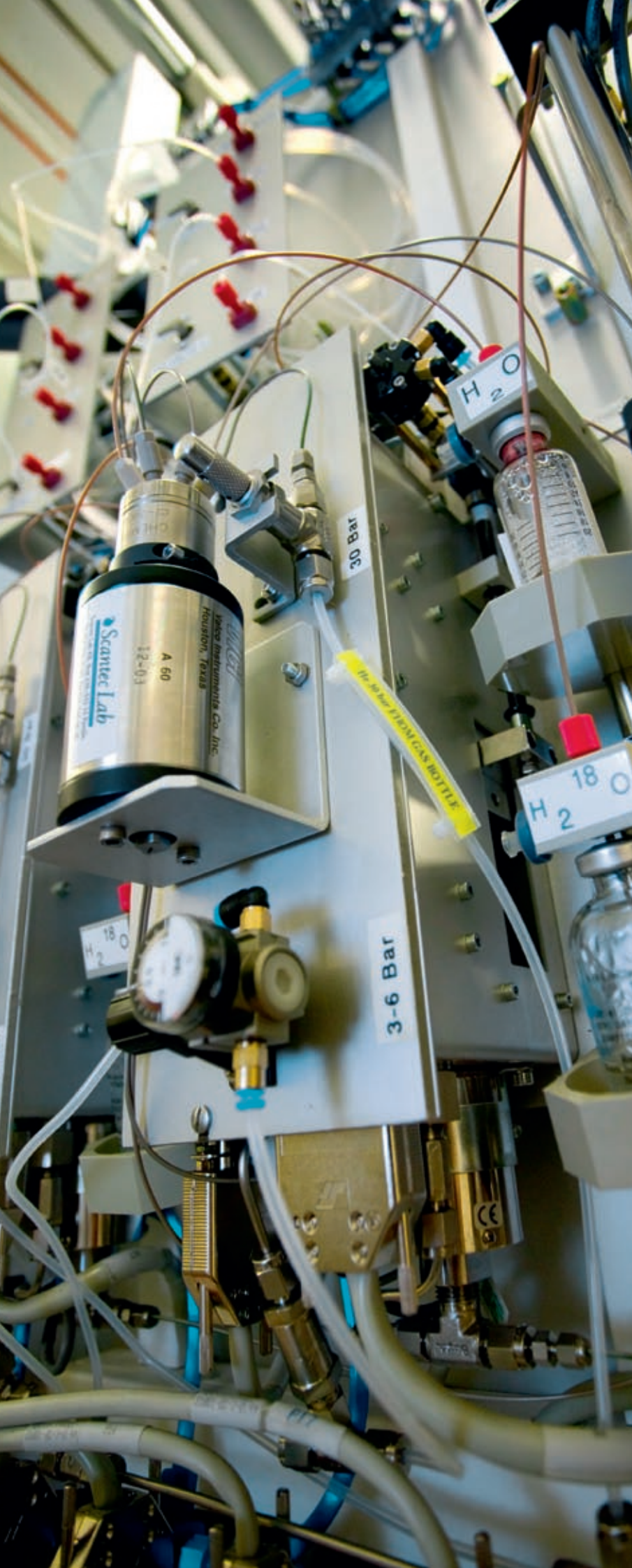


FOTO: LARS BAHRT

prostatakræft og slå fast, hvilket stadie sygdommen befinder sig i.

Afslører hurtig celledeling

Når lægen sprøjter ¹⁸F-Fluorocholin ind i patienten, bliver stoffet indbygget i cellevægge ved celledeling. Derfor giver stoffet mulighed for at få et billede af, hvor der sker mange celledelinger – hvilket netop er tilfældet for kræftceller, der deler sig hurtigere end normale celler. Billederne tages ved PET-CT skanning.

I et samarbejde mellem Rigshospitalet, Næstved og Herlev sygehuse samt Risø DTU er metoden i første omgang afprøvet på seks patienter. Hensigten var at fastslå, hvor store doser der er nødvendige for at få de ønskede billeder, og hvordan midlet bør doseres.

Efter dette vellykkede forsøg har Etisk Råd nu givet tilladelse til det egentlige kliniske forsøg, hvor 100 danske patienter, der nyligt har fået stillet diagnosen prostatakræft, bliver undersøgt og inddelt i stadier ved hjælp af ¹⁸F-Fluorocholin.

Et andet lægemiddel

Hevesy-laboratoriet producerer i forvejen en anden isotop, ¹⁸F-FDG (FluoroDeoxyGlucose), der er velegnet til at diagnosticere mange former for kræft. Imidlertid udskilles dette stof meget hurtigt til urinblæren. Når man vil tage billeder af prostata, der sidder lige ved siden af urinblæren, bliver billederne derfor forstyrret.

¹⁸F-Fluorocholin udskilles også til urinblæren, men dels tager det længere >>

HALVERINGSTID:

DEN TID, DER FORLØBER VED EN FYSISK ELLER KEMISK PROCES, INDEN HALVDELEN AF ET DELTAGENDE STOF ER BLEVET OMDANNET

tid, dels forsvinder stoffet hurtigere fra blæren igen.

Hevesy-laboratoriet har ikke opfundet metoden, men er først i Norden til at sætte det potentielle lægemiddel i produktion. Samtidig er der opfundet og udviklet en række hjælpeteknologier i forbindelse med den praktiske produktion.

For hver enkelt leverance må laboratoriet nøje planlægge den mængde, der skal produceres. Mængden afhænger dels af antallet af patienter, dels af hvor mange timer anvendelsen skal strække sig over. På grund af henfaldet vil en anvendelse kl. 17 kræve, at patienten får 16 gange så stor dosis i milliliter i forhold til patienten, der fik stoffet kl. 9. Den dosis aktivt stof, de modtager, vil så være den samme.

Få nanogram til hver patient

En typisk produktion til en hel arbejdsdags brug indeholder 10 milliliter. Det er dog en forsvindende mængde i den lille flaske, der er 18F-Fluorocholin. Få nanogram er nok til at give fine billeder, men da stoffet skal gives intravenøst, er det nødvendigt at opløse og fortynde det i saltvand.

”Patienten får kun en lille stråledosis, da isotopen har en kort halveringstid. Samtidig er der ingen fysiologisk reaktion i kroppen, da stofmængden kun udgør få nanogram. Den sundhedsmæssige belastning er derfor meget lille og opvejes klart af

den nytte, der fås fra en bedre diagnosticering,” siger Lars Martiny.

Hevesy-laboratoriet er godkendt af Lægemiddelstyrelsen til produktion af lægemidler. Desuden skal der indhentes tilladelser for de enkelte produkter. For 18F-FDG har laboratoriet en egentlig tilladelse til kommerciel produktion. Indtægterne er en væsentlig del af laboratoriets økonomiske grundlag.

For det nye stof 18F-Fluorocholin er der givet en såkaldt udleveringstilladelse, som gør det muligt at producere stoffet og stille det til rådighed for lægerne.

Hvis det kliniske forsøg bekræfter, at metoden giver en bedre diagnosticering, vil brugerne blive kræftafdelingerne på hospitalerne i Danmark og de nærmeste nabolande. Umiddelbart skulle man måske tro, at den korte halveringstid udelukker, at laboratoriet kan eksportere isotopen. Imidlertid har Hevesy-laboratoriet faktisk leveret 18F-FDG, der også har kort leveringstid, til Norge og Sverige ved flere lejligheder. Til Norge er fremgangsmåden, at laboratoriet producerer stoffet ekstra tidligt, kl. 4.30, så det kan nå med et fly 6.45, hvorefter det bliver anvendt på Universitetshospitalet i Oslo kl. 9.00.

Flere lægemidler på vej

Det er muligt, at 18F-Fluorocholin vil egne sig til flere sygdomme end prostatakræft. En af mulighederne er

diagnostik af hjernetumorer, hvor 18F-FDG heller ikke er optimalt.

Hevesy-laboratoriets godkendelse til at producere lægemidler gælder også for stoffer til egentlig behandling.

”Grundlæggende har vi taget et molekyle, som knytter sig specifikt til prostata-cancerceller, og klistret 18F på. Derved kan vi få gode billeder. I princippet kunne vi vælge at klistre en anden isotop, der i stedet slår cancer-cellerne ihjel, på. Så har man et terapeutisk lægemiddel,” siger Lars Martiny.

Hevesy-laboratoriet har en række projekter, der angår mulige fremtidige radio-farmaceutiske produkter. Hovedvægten er på behandling af cancer, men også Alzheimers sygdom er inde i billedet.

Tid til at forske og udvikle

De fleste andre institutioner, som laboratoriet kan sammenlignes med, er placeret på hospitaler.

”Der er både fordele og ulemper ved at stå uden for hospitalerne. Den største ulempe er geografien. Vi mister noget tid, når isotoperne skal fragtes fra Roskilde til de hospitaler, hvor de skal bruges. Fordelen er, at vi har større frihed til at vælge vores projekter,” siger Lars Martiny og uddyber:

”Når man ligger i et hospitalsmiljø, er der konstant et pres fra læger og patienter for at levere sporstoffer og isotoper til klinisk brug. Vi kan nøjes med at producere færre gange om ugen. Det giver tid til at forske og udvikle.” <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Afdelingschef Lars Martiny
lars.martiny@risoe.dk



FOTOS: LARS BARK

To-tre gange om ugen tager en medarbejder fra Risø DTU turen med elevatoren i rustfrit stål ned til det underjordiske, afskærmede anlæg for at sætte gang i produktionen af radioaktiv fluor.



FARMACEUTISK PRODUKTION I MINISKALA

Som var det en af Egon Olsens planer, er alt timet og tilrettelagt, når seniorforsker Palle Rasmussen sætter Danmarks mindste produktion af lægemidler i gang. To-tre gange om ugen tager han eller kollegaen Sorin Aburel turen med elevatoren i rustfrit stål ned til cyklotronen, der står i et underjordisk rum ved siden af Hevesy-laboratoriet på Risø DTU. Når der er trykket på startknappen, har man 45 sekunder til at komme op med elevatoren igen og få trykket på en anden knap, der bekræfter starten. Samtidig sikrer en række sensorer, at der ikke befinder sig mennesker i elevatoren eller rummet, hvor cyklotronen står.

Inde i maskinen bombarderes vand med protoner. Resultatet bliver, at en del af ilten i vandet omdannes til radioaktiv fluor – F18. Via en tynd plastic-slange, som minder om de sonder, man bruger på hospitalerne, ledes vand med indhold af F18 op i et renrum på laboratoriet. Skærmet bag tykke skotter af bly går en syntese i gang, uberørt af menneskehånd. Produktionen kan enten være 18F-FDG eller 18F-Fluorocholin. Begge bruges til diagnostik af cancerpatienter.

For at komme ind til renrummene må man gennem en dobbelt sluse. Først skifter man til hvid kittel og tager et par overtræksfutter i grønt stof over skoene. I næste sluse smider man både kittel, futter og sine egne sko for i stedet at trække i en lyseblå kittel, et par grønne træsko og et hårnet.

”For det første arbejder vi med radioaktive materialer, som ikke må slippe ud til omverdenen. For det andet fremstiller vi lægemidler, som vi ikke vil have forurenede med stoffer fra omverdenen,” forklarer Palle Rasmussen om den dobbelte sikkerhed.

Når man skal ud igen, må man gentage det hele i omvendt rækkefølge. Desuden stiller man sig på et apparat, der ligner en badevægt, men også har en plade, hvor man lægger sine håndflader. Mens hvert sekund markeres med en højfrekvent bip-lyd, tæller apparatet ned fra 8, inden det – forhåbentlig – frikender den besøgende for at være bærer af radioaktive partikler.

Præcise målinger af blodets strømning har hidtil krævet MR-skanning. Nu kan hastigheden måles med ultralydsudstyr, som er langt billigere og let kan flyttes rundt på hospitalerne. Det øger mulighederne for at opdage åreforkalkning

ULTRALYD KORTLÆGGER BLODÅREN

MORTEN ANDERSEN >

Står man med sin haveslange og klemmer lidt ind på den, vil vandet lokalt strømme hurtigere. På helt samme måde får blodet mere fart på, når der er en belægning på blodårens væg. Derfor er lægernes muligheder for at stille præcise diagnoser for åreforkalkning markant forøget med en ny metode, der kan måle blodets hastighed ved hjælp af ultralyd.

Den nye patenterede metode er udviklet i samarbejde mellem B-K Medical og forskere på Center for Hurtig Ultralydsbilleddannelse (CFU) ved DTU Elektro.

Indsigt i detaljer

”Det har været muligt at måle flow i kroppen med ultralyd i mange år, men den nye metode giver på flere områder nogle helt nye muligheder for indsigt i detaljer, som hidtil har været uden for rækkevidde,” siger Jesper Manigoff, Vice President of engineering, B-K Medical, og uddyber:

”Vi har længe markedsført ultralydsudstyr til diagnostisk brug, hvor flowmålinger ofte er en væsentlig del af undersøgelsen. Men først nu kan vi reelt tillade os at sige, at vi kvantitativt

kan måle flowet i flere dimensioner. Vi kan nu give lægerne detaljeret information om dynamiske blodstrømninger, hastigheder og retninger. Også komplekse størrelser som turbulens kan nu blive synliggjort for lægen.”

Der findes allerede ultralydssystemer, som i princippet kan måle blodets

strømning i kroppen. Røde farvetoner viser områder, hvor blodet strømmer mod transduceren – også kaldet ultralydskilden – og blå





"Gennem et tæt og langvarigt samarbejde med universiteterne har B-K Medical en unik mulighed for stadig at være spydspids på vigtige teknologiske områder," mener Jesper Manigoff, Vice President of engineering.

farvetoner viser områder, hvor blodet strømmer væk fra transduceren. Problemet er imidlertid, at de fleste blodkar løber langs huden og dermed er vinkelrette på ultralyds-

strålen. Derfor ser det umiddelbart ud, som om der er ingen eller meget lille bevægelse, når man prøver at måle hastigheden med ultralyd.

"Det gør det meget vanskeligt at stille den rette diagnose og kræver betydelig uddannelse af personalet, som skal bruge skanneren. Det problem er løst med den nye metode," siger professor Jørgen Arendt Jensen, CFU.

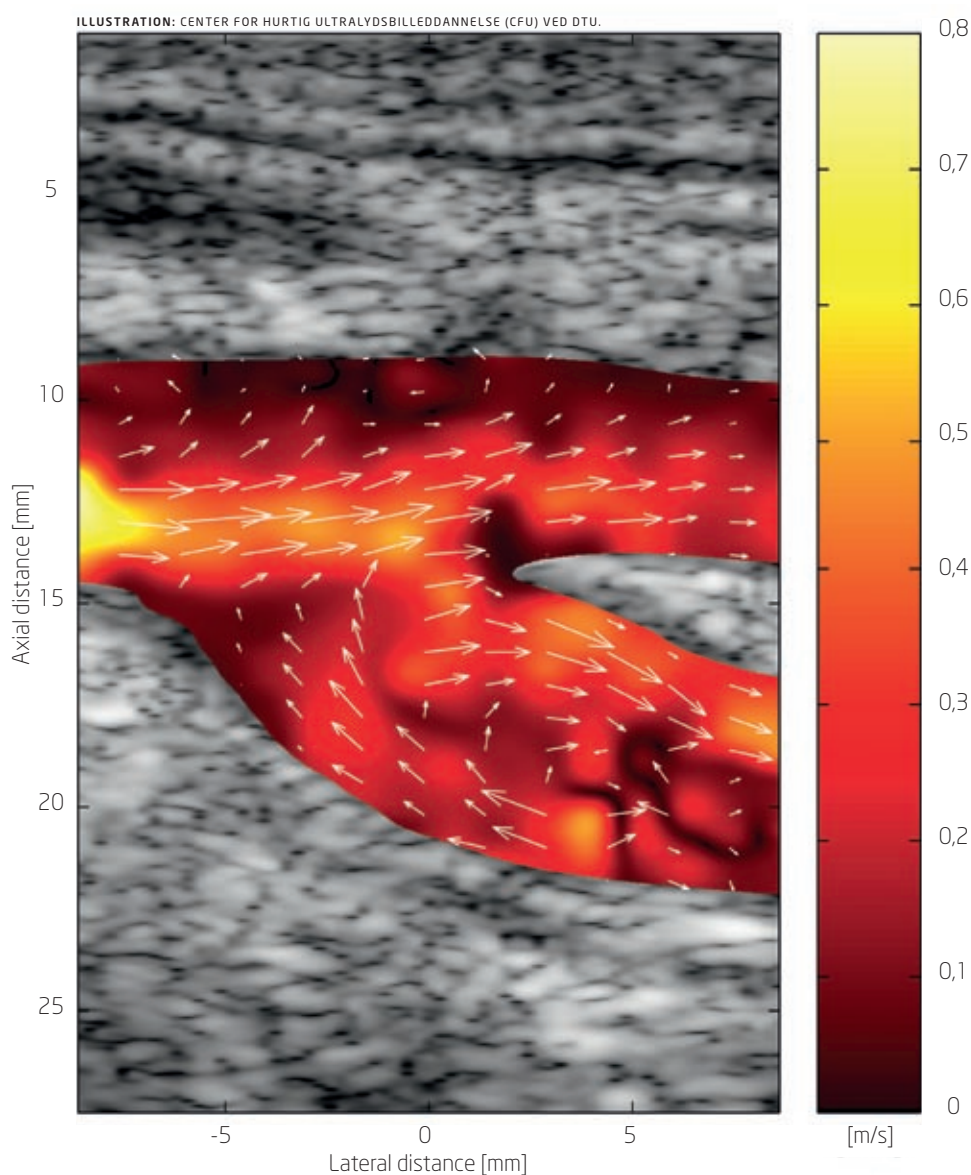
Kernen i den nye metode er en normal ultralydsstråle, som efterfølgende behandles i en avanceret algoritme. I computeren skabes både det normale signal, hvor man kan finde bevægelse mod og væk fra transduceren, og et lignende syntetisk signal, så man også kan se bevægelse på tværs af ultralydsstrålen. Det kunstige signal svarer til, at man havde anbragt en transducer inde i kroppen og sendt en ultralydsstråle i blodårens længderetning.

Kombinationen af den faktiske ultralydsstråle og den kunstige, der er vinkelret på den anden, gør, at man kan bestemme hastigheden meget nøjagtigt.

Lægerne har i dag mulighed for at skabe billeder af blodets

>>

Overraskende resultater



Afprøvningerne på DTU har givet en række overraskende resultater. Blandt andet er det fundet, at blodets strømning i kroppen sjældent kun går i én retning. Blodet pulserer med hjertets rytme, og ved forgreningerne i karrene ses ofte turbulens. Blodet kan endda bevæge sig mod hjertet igen. Dette er vist på figuren ovenfor, hvor blodet i den øverste gren strømmer nogenlunde langs karkanten, hvori- mod det i den nederste gren er turbulent og strømmer i alle retninger. I konventionelle skannere ville man se meget lille hastighed i den øverste gren og et helt forkert billede i den nederste gren.

strømningshastighed ved hjælp af MR-skanning (Magnetisk Resonans). Skannerne koster imidlertid to-cifrede millionbeløb og er store maskiner, som skal stå fast. Ultralyds-udstyret kan fremstilles langt billigere og kan let flyttes rundt til de afdelinger, hvor der er brug for at lave målingen.

Bedre komfort for patienter

Ved MR-skanning anbringes patienten i et lille lukket rum. Samtidig er der en voldsom støj, når de kraftige magneter bringes til at vibrere. Derfor kan hverken børn eller personer med klaustrofobi normalt skannes. Ved målingen med ultralyd er der intet ubehag.

På DTU er der gennemført forsøg, hvor 10 raske frivillige forsøgspersoner har fået målt blodets strømningshastighed med såvel ultralyd som MR-skanning. Godt 90 pct. af resultaterne overlappede. Og for de sidste 10 pct. kan det vel at mærke lige så godt være resultaterne fra MR-skanning, der var unøjagtige.

Ultralydsudstyret tager 20 billeder per sekund. Hvert billede viser hastigheden på det aktuelle tidspunkt. Ved MR-skanning bruger man gennemsnit over en periode på eksempelvis 190 hjerteslag.

”Har patienten uregelmæssig hjerterytme, er det uheldigt, at resultaterne bliver glattet ud, som det sker ved MR-skanning. Her er det en stor fordel at få øjeblikksbilleder,” siger Jørgen Arendt Jensen.

Kan forebygge blodprop

Sidder åreforkalkningen i den arterie, der forsyner hjernen med blod, kan

det være livsfarligt. RIVER belægningen sig løs, og har den en uheldig størrelse, kan den forårsage blodprop i hjernen med efterfølgende tab af dele af hjernefunktionen.

Metoden kan bruges til at vurdere størrelsen af belægningen og følge, om der er risiko for, at den river sig løs. I så fald kan man skride ind i tide med operation eller medicinsk behandling, der opløser belægningen. Tilmed kan man se, om den medicinske behandling har haft den ønskede effekt.

”I sådan et forløb vil det være en ekstra stor fordel at have en billig og fleksibel metode, da patienten skal have udført en række målinger,” siger Jørgen Arendt Jensen.

Metoden er ufarlig og smertefri

”Her spiller ultralyd en unik rolle, da metoden er billig sammenlignet med andre billedmetoder og desuden helt ufarlig og smertefri for patienten. Det gør den ideel til screeningsundersøgelser og til gentagne opfølgninger for en patientbehandling.”

Sammen med ph.d. Peter Munk har Jørgen Arendt Jensen udviklet teorien bag metoden. Det første patent blev udtaget i 1996. Senere har B-K Medical og ph.d. Jesper Uddesen bidraget til udviklingen. I øjeblikket foregår den kliniske afprøvning i samarbejde med overlæge Michael Bachman Nielsen og ph.d.-studerende Kristoffer Hansen, Rigshospitalet.

Sideløbende med den kliniske afprøvning på hjerte-kar-patienter udføres der en række andre forskningsprojekter.

”Når man står med en radikalt ny teknologi, opstår der kreativitet hos lægerne,” siger Jesper Manigoff, B-K Medical.

”Vores egen fantasi rækker ikke i alle tilfælde til at forudse, hvad de nye teknologier kan bruges til rent klinisk. Indimellem opdager vi det først, når udstyret kommer i hænderne på lægerne.”

Den aktuelle metode er kun et af flere samarbejdsprojekter med centeret på DTU.

”Vi har samarbejdet siden centeret blev oprettet i 1998, men for tiden er aktiviteten ekstra høj. Det skyldes ikke mindst, at vi som virksomhed er mere villige til at investere i større teknologiske satsninger end hidtil. Samtidig har vi gennem det seneste par år fået ansat en del medarbejdere med kompetencer inden for algoritmer og ultralydsteori – blandt dem flere, som er uddannet ved CFU.”

B-K Medical er ledende i verden inden for sine nicher, der er urologisk og kirurgisk ultralyd.

”Vi er under konstant teknologisk pres fra de store internationale spillere som Siemens, Phillips og GE Healthcare, men med et tæt og langvarigt samarbejde med universiteterne har B-K Medical en unik mulighed

for stadig at være spydspids på vigtige teknologiske områder,” siger Jesper Manigoff.

”CFU har formået at få forskning, praktisk teknologi, kliniske undersøgelser og ikke mindst muligheden for kommercialisering til at gå hånd i hånd, så alle parter kan høste en gevinst af samarbejdet,” siger udviklingsdirektøren og understreger, at det er afgørende at have klare aftaler mellem virksomhed og universitet:

”Det betyder, at der til tider skal bruges lidt mere tid på kontraktforhandling, end man måske kunne ønske sig. Omvendt er det fundamentet for, at et samarbejde kan fungere problemfrit, selvom parterne har forskellige succeskriterier og mål. Jeg mener, at forskning primært har relevans, hvis det i sidste ende kan føre til en konkret gevinst for samfundet – eksempelvis i forbindelse med bedre diagnosticerings- og behandlingsmetoder, opbygning og styrkelse af verdensbaserede virksomheder samt flere arbejdspladser. Det er lykkedes med CFU-samarbejdet.” <

YDERLIGERE OPLYSNINGER

Professor Jørgen Arendt Jensen
jaj@elektro.dtu.dk

B-K MEDICAL ApS

B-K Medical udvikler, fremstiller og markedsfører ultralydsudstyr til anvendelse inden for urologi og kirurgi. Virksomheden har ca. 350 medarbejdere, heraf 75 inden for forskning og udvikling. Omsætningen er tæt på 500 mio. kr. B-K Medical, der ejes af den amerikanske koncern Analogic, har datterselskaber og distributører i det meste af verden.

BILLIGERE SPILDEVANDSRENSNING

Det strategiske samarbejde mellem DTU og Technische Universität München gør det muligt at udvikle mere energieffektiv spildevandsrensning

LOTTE KRULL >

De ligner bundter af økologisk fuldkornspaghetti, som de står dér dækket af vand i glaskolberne. Men i virkeligheden er de tynde, brune rør lavet af plastic, og på dem gror de særlige bakterier, som nedbryder kvælstof i spildevand. Kolberne står på DTU Miljø, hvor de indgår i en forsøgsopsætning af et spildevandsrensningsanlæg i mini-skala. I disse måneder bliver opsætningen passet af studentermedhjælperen, da forsøgets ophavskvinde, Susanne Lackner, befinder sig på Technische Universität München (TUM).

Hendes vejleder professor Barth Smets fortæller:

”Susanne tager til TUM for at udnytte vores gode samarbejde og for at

føje en ekstra dimension til sin ph.d.-afhandling.”

”Her på DTU er tilgangen til projektet mere mikrobiologisk, hvorimod de på TUM har en strømningsmekanisk tilgang til biofilmsystemerne. I Tyskland kan Susanne derfor lære nogle andre teknikker til at kontrollere vandgennemstrømning og de biologiske systemer, hun arbejder med. Det er viden, hun vil bringe med tilbage til DTU. Opholdet på TUM vil være med til at udvikle den nye metode til en højere grad af teknologisk modenhed.”

De fem måneders studieophold i Tyskland giver ikke sproglige problemer for Susanne Lackner, da hun oprindeligt er tysker. Men hun søgte

målrettet mod DTU Miljø, da hun for fem år siden skulle tage sin kandidatuddannelse. Indtil da havde hun studeret på universitetet i Stuttgart og havde interesseret fulgt med i DTU Miljøes arbejde.

DTU mest spændende

”De fleste af dem fra min årgang, der valgte at læse videre i udlandet, rejste til Sydeuropa. Jeg var den eneste, der tog til Danmark, og det gjorde jeg, fordi DTU rent fagligt var det mest spændende for mig.”

Efter sin kandidatuddannelse for tre år siden blev Susanne Lackner i Danmark, da der bød sig en mulighed for at blive ansat som ph.d.-

FOTO: OLE BOJENSEN





En mere effektiv udnyttelse af ilten er en af nøglerne til at gøre rensning af spildevand billigere, viser ph.d.-studerende Susanne Lackners arbejde.

studerende. Det har ført til, at Susanne Lackner siden 2005 har eksperimenteret med at effektivisere fjernelsen af kvælstof fra spildevand.

Normalt foregår det gennem to processer, hvor spildevandet typisk bliver ledt gennem to forskellige tanke eller zoner. I den første tank/zone skal kvælstof i form af ammonium, som udgør 80 pct. af den totale kvælstofmængde i spildevand, iltes. Derved omdannes det til nitrat, som er en anden form, som kvælstof kan optræde i. Spildevandet bliver derefter ledt til den anden tank eller zone. Her er der ingen ilt, og nitraten bliver nu nedbrudt til luftformigt kvælstof ved hjælp af bakterier.

Susanne Lackners ph.d.-projekt tyder dog på, at rensningen kan gøres enklere, billigere og mindre pladskrævende. I sine forsøg påviser Lackner, at spildevandet kan nøjes med at blive ledt igennem én tank eller zone, da begge processer med omdannelsen og fjernelsen af kvælstof kan ske samme sted.

Effektiv iltning

Det kan lade sig gøre ved hjælp af en effektiv og superkontrolleret iltning af spildevandet. Susanne Lackner får det til at ske ved at presse ilt gennem de tynde spaghettilignende rør. Ved denne metode bliver ilten udnyttet tæt på 100 pct. modsat den traditionelle

metode, hvor kun 30-50 pct. af ilten udnyttes. Det betyder, at denne nye metode til spildevandsrensning kræver mindre energi.

”Dette projekt har flere fordele: Det kræver mindre plads, når du kun skal lede spildevandet gennem én tank i stedet for to. Du skal bruge mindre mængde ilt, og det kræver mindre energi. Det medfører færre omkostninger,” forklarer den unge miljøingeniør, der håber på at være endelig færdig omkring april næste år. <

I YDERLIGERE OPLYSNINGER

Professor Barth Smets, bfs@env.dtu.dk



VALLE MOD

Spildproduktet fra osteproduktion indeholder antistoffer, der kan afhjælpe dødelig diarre blandt kalve. Processen med at oprense antistofferne er forholdsvis simpel, og råmaterialet er billigt. Alligevel har ingen gjort det systematisk – før nu

ANNE METTE FUTTRUP >

”Valle er billigt og nemt at få fat på, og oprensingsprocessen er kendt i forvejen. Idéen er så oplagt, at det er helt utroligt, at ingen har gjort det før.”

Sådan siger Lars Erik Larsen, seniorforsker ved DTU Veterinærinstituttet, om det produkt mod kalvediarre, som han og kollegaen professor Peter Heegaard vil udvikle i

samarbejde med det nystiftede selskab Multimerics ApS. De forudser, at de kan halvere kalvedødeligheden ved at give dyrene oprensede antistoffer fra spildproduktet valle.

Forebygge i stedet for at helbrede

Cirka 15 pct. af kalvene i traditionelle danske mælkebesætninger dør i løbet af den første tid efter kælvningen. Størsteparten dør af diarre, der er forårsaget af virus og bakterier, som kalvenes immunforsvar ikke kan bekæmpe. For at imødegå tab i produktionen sørger landmændene for, at kalvene får den nødvendige råmælk fra koen lige efter kælvningen. Efter at kalven er taget fra koen et døgn efter kælvningen, får de tilført ekstra antistoffer gennem modermælkserstatning. Alligevel er det utilstrækkeligt, og ofte må landmændene ty til antibiotikum for at komme sygdommene til livs.

KALVEDIARRE

Her kommer vallen ind i billedet.

”Populært sagt forsøger vi at få antistoffer fra vallen til at ligne de antistoffer, der i forvejen er i tarmen. Produktet, som vi endnu ikke har fundet et navn til, kan så tilsættes den mælkeerstatning, som kalvene får, når de bliver taget fra koen. På den måde kan vi styrke kalvenes immunforsvar og forebygge diarre i stedet for at helbrede,” siger Lars Erik Larsen.

For to år siden indgik de to DTU-forskere samarbejde med akademiingeniør Kirsten Bisgaard-Frantzen fra Seruminstituttet. De ville udvikle en idé, som var baseret på en teknologi til valle-separation, skabt af det danske firma UpFront Chromatography A/S på Østerbro i København. Sammen stiftede de firmaet Multimerics og udviklede konceptet for den teknologi, som senere er blevet patenteret.

Projektet var budgetteret til 10 mio. kr., og i efteråret 2006 tog forskerne kontakt til mulige investorer. Det var imidlertid ikke nogen simpel sag at skaffe pengene. Afslagene slog dog ikke initiativtagerne ud af kurs. De skar elementer ud af projektet, så det kunne fuldføres for cirka 4 mio. kr.

Det hjalp. Året efter skød Direktoratet for Fødevarerhverv 2,5 mio.

kr. i projektet. Novi Innovation i Aalborg investerede 1,5 mio. kr. og DTU 700.000 kr.

Fra valle til proof of concept

Mejeriet Grambogaard på Fyn indvilgede i at levere vallen til kostpris. Men den oprindelige plan om at bygge et oprensingsanlæg på mejeriet blev skrinlagt, fordi det var for dyrt. Derfor kommer oprensningen til at foregå hos UpFront Chromatography i hovedstaden. Vallen bliver leveret i tanke med 2.500 liter ad gangen. I alt har Multimerics købt 10 leveringer, og de 25.000 liter valle bliver til cirka 30 kg rent immunoglobulin.

Forskernes opgave de næste to år er at analysere, hvilke antistoffer der er i produktet, og finde ud af, hvordan antistofmolekylerne er sammensat. Derefter skal de vurdere, hvordan antistofferne virker på mikroorganismer. Til slut skal de udføre kliniske afprøvninger, der endeligt kan dokumentere proof of concept.

Professor Peter Heegaard fra DTU Veterinærinstituttet:

”Vi har kontakt til kvægbruget, så det bliver ikke vanskeligt at finde en egnet besætning, der har problemer med kalvediarre,” siger han og

understreger, at beregninger viser en økonomisk gevinst for landbruget, når produktet kommer på markedet.

”Nu løser vi et akut problem i kvægbruget. Men oprensning af antistoffer fra valle har langt større potentiale. Det kan være den smarte vej til ny medicin og nye tilskudsprodukter til både dyr og mennesker udviklet fra en meget billig og naturlig kilde.”

Måske også til mennesker

Fremtidsperspektiverne er omfattende, mener forskerne. Andre dyr, bl.a. svin, kan have gavn af vallens immunoglobulin. Også til human medicin er vallens muligheder mange.

”Rotavirus, som forårsager diarre hos kalvene, rammer også mennesker. Særligt i udviklingslandene er det et stort problem. Så hvis produktet viser sig at være en succes i kalve, kan det være den spæde begyndelse til noget rigtig stort,” forudser Lars Erik Larsen. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Professor Peter M. H. Heegaard
pmhh@vet.dtu.dk

TORSKENS

Bestanden af torsk i Kattegat og Skagerrak går bedre tider i møde. DTU Aqua har udviklet et nyt fiskeredskab, så torskene ikke ender som kasseret bifangst, når der fiskes jomfruhummer

JOHN DEGN >

FOTOS: SCANPIX (FOTOMONTAGE)

VEJ UD AF NETTET

Engang var torsken den vigtigste fangst for fiskerne i Kattegat og Skagerrak, men i dag er den en presset art. Så presset er den, at ICES – Det Internationale Havundersøgelseråd – anbefaler, at der lukkes helt for torskefiskeriet i de to farvande i 2009.

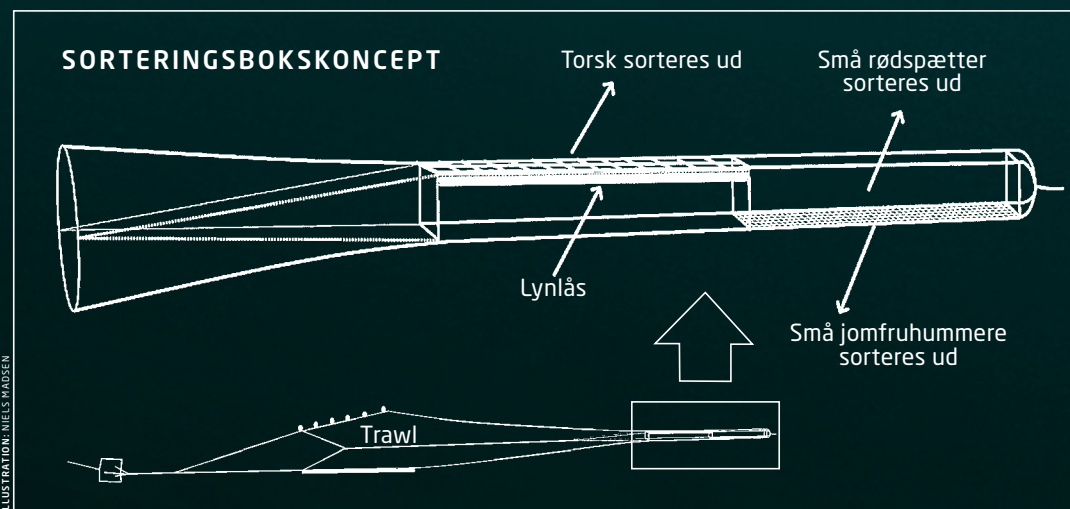
I dag er torskefiskeriet underlagt strenge kvoter, men alligevel trækker fiskerne tonsvis af torsk op på dækket. Døde torsk, som kort efter bliver smidt over bord igen for at ende som fugleføde eller krabbeføde på havets bund – det såkaldte udsmid. Der blev således landet 645 ton Kattegat-torsk i 2007, mens en ICES-arbejdsgruppe har anslået, at udsmidet med 577 ton var næsten lige så stort.

Torsk under mindstemålet på 30 cm smides straks ud, men paradoksalt nok er kvoteordningerne også en årsag til det store udsmid. Når den tildelte kvote er opbrugt, må fiskerne ikke lande flere torsk, og så ryger også velvoksne fisk over bord.

Nu kan torskebestanden imidlertid gå lysere tider i møde takket være et nyudviklet fangstredskab fra DTU Aqua. Redskabet retter sig mod fiskeri af jomfruhummere, der er en af de store syndere, når det kommer til udsmid af torsk i Skagerrak og Kattegat.

Sortering dybt i vandet

”Undersøgelser har vist, at der er et betydeligt udsmid af vigtige kommercielle arter som bl.a. torsk, rødspætte



Sådan virker den nyudviklede sorteringsboks. Den firkantede form får fangstposen til at stå mere stabilt i vandet end traditionelle cylindriske fangstposer, og dermed kan torsk og andre fisk bedre orientere sig og finde ud gennem sorteringsvinduerne.

og jomfruhummere, når der fiskes jomfruhummere i Skagerrak og Kattegat,” fortæller seniorforsker Niels Madsen fra DTU Aqua.

Han har stået i spidsen for projekt SELTRA – udvikling af selektive trawl til danske fiskerier – der er finansieret af EU’s fiskerisektorprogram FIUF og Fødevareministeriet. Projektet er netop afsluttet efter tre års arbejde.

”Jomfruhummer fanges i trawl, der trækkes hen over havbunden. Problemet har været, at der behøves relativt små masker for at fange en jomfruhummer, og det medfører et stort ressourcspild i form af bifangster,” forklarer Niels Madsen.

Forskerholdet tog udgangspunkt i et eksisterende fangstredskab med et sorteringspanel i form af et stykke net med større masker. Panelet er tidligere udviklet hos DTU og er i dag skrevet ind i fiskerilovgivningen for Skagerrak og Kattegat, hvor fiskerne belønnes med ekstra havdage ved brug af fangstredskaber med sorteringspanelet. Idéerne fra det tidligere udviklingsarbejde blev kombineret med viden om fiskenes adfærd og påvirkningen af dem, når de fanges i et trawl.

”Vi vidste fra tidligere studier, at sorteringen skal foregå så dybt i vandet som muligt. Der er en høj overlevelse for de fisk, der slipper ud nede ved bunden, mens færre vil overleve,

>>

(t.v.) Sådan ser en almindelig fangst af jomfruummere ud: Hummerne er blandet med en mængde torsk og fladfisk, som blot smides over bord.

(t.h.) Fangsten med et af de nye selektive redskaber, der er udviklet og testet af DTU Aqua: Her er bifangsten blevet sorteret ud gennem et stormasket vindue i toppen af redskabet, og tilbage er en næsten ren jomfruummerfangst.



FOTOS: NIELS MADSEN



hvis de slipper ud i overfladen. Torsk forventes derfor at slippe uskadt fra fangsten, hvis de kommer ud igen dybt i vandet”.

Firkantet i stedet for rund

For at give torskene en mulighed for at slippe ud af trawlet igen forsøgte Niels Madsen og hans kolleger at ændre på formen af den fangstpose, hvor fangsten ender, inden den bliver trukket op i båden.

Fangstposen har traditionelt været cylindrisk, hvilket bevirker en rotation af fangsten, så den enkelte fisk har vanskeligt ved at orientere sig i det kaos, der omgiver den. Ved i stedet at give fangstposen form som en aflang kasse står den langt mere stabilt i vandet, og dermed kan man udnytte de forskellige arters adfærd inde i trawlet og fangstposen.

”Jomfruummerne vil holde sig passivt i bunden af posen, mens torskene befinder sig lidt længere oppe, og på et tidspunkt vil de forsøge at vende om og slippe ud. Det får de så mulighed for i sorteringsboksen, hvor maskestørrelserne ligger mellem 150 og 400 mm, mens den er 90 mm inde i fangstposen,” forklarer Niels Madsen.

Resultaterne har været overbevisende. Ved de bedste forsøg er 90 pct. af torskene sorteret ud af fangsten, uden at det i nævneværdigt omfang er gået ud over fangsten af jomfruummere.

”Tabet af jomfruummer lå fra 10 og helt ned til 1,5 pct., så det må siges at være en succes. Sideløbende har min kollega Rikke Frandsen udviklet et sorteringspanel til bunden af fangstposen, der frasorterer hummere under mindstemålet – et rygskjold på 40 mm – så færre af hummerne bliver til udsmid. Ved at kombinere de to redskaber får vi derfor en samlet løsning, der løser flere problemer på én gang,” siger Niels Madsen.

Anvendelighed i højsædet

At det nyudviklede fangstredskab umiddelbart skal kunne bruges i fiskerierhvervet har været en central del af udviklingsarbejdet.

”Vi har arbejdet meget bevidst på at gøre det så realistisk som muligt. Både hvad angår håndteringsmuligheder, materialevalg og fiskernes sikkerhed. Alle forsøgene er derfor gennemført på kommercielle fartøjer,” fortæller Niels Madsen, der også har haft partnere i det private erhvervsliv i projektet.

Landets eneste producent af fiskenet – Carlsen Net i Esbjerg – har således bidraget med det specialudviklede net, der udgør sorteringspanelet. Panelet hæftes på sorteringsboksen med en lynlås, så fiskerne på et kvarters tid kan skifte til et andet panel afhængigt af de arter, der skal fiskes efter.

”Vi tror meget på den slags fleksible løsninger i fremtiden, hvor fiskeren selv løbende kan tilpasse

redskabets selektivitet til de aktuelle forhold. Og vi arbejder sideløbende på at udvikle computersoftware, der kan understøtte de fleksible løsninger ved at beregne den optimale maskestørrelse og form,” siger Niels Madsen om det fremadrettede arbejde.

Udviklingen af det selektive fangstredskab til fiskeri af jomfruummere er nu afsluttet, og det samme er et selektivt kuller-trawl, som også reducerer mængden af torsk, der hives op af havet som bifangst. DTU Aqua har stadig en rådgivende funktion over for politikerne, som i samarbejde med internationale organisationer og fiskerierhvervet skal bestemme, om de nyudviklede fangstredskaber skal gøres obligatoriske.

Men udviklingen stopper ikke her. Instituttet er godt i gang med at tage hul på fremtiden. Således arbejder forskerteamet videre med at udvikle avanceret computerteknologi, der kan lave simuleringer af hele fangstprocessen og beregne de mest optimale maskeformer. Det vil lette den fremtidige udvikling af nye fiskeredskaber og samtidig skære ned på udgifterne til forsøgsfiskeri fra kommercielle fartøjer, der koster op til 50.000 kroner om dagen. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

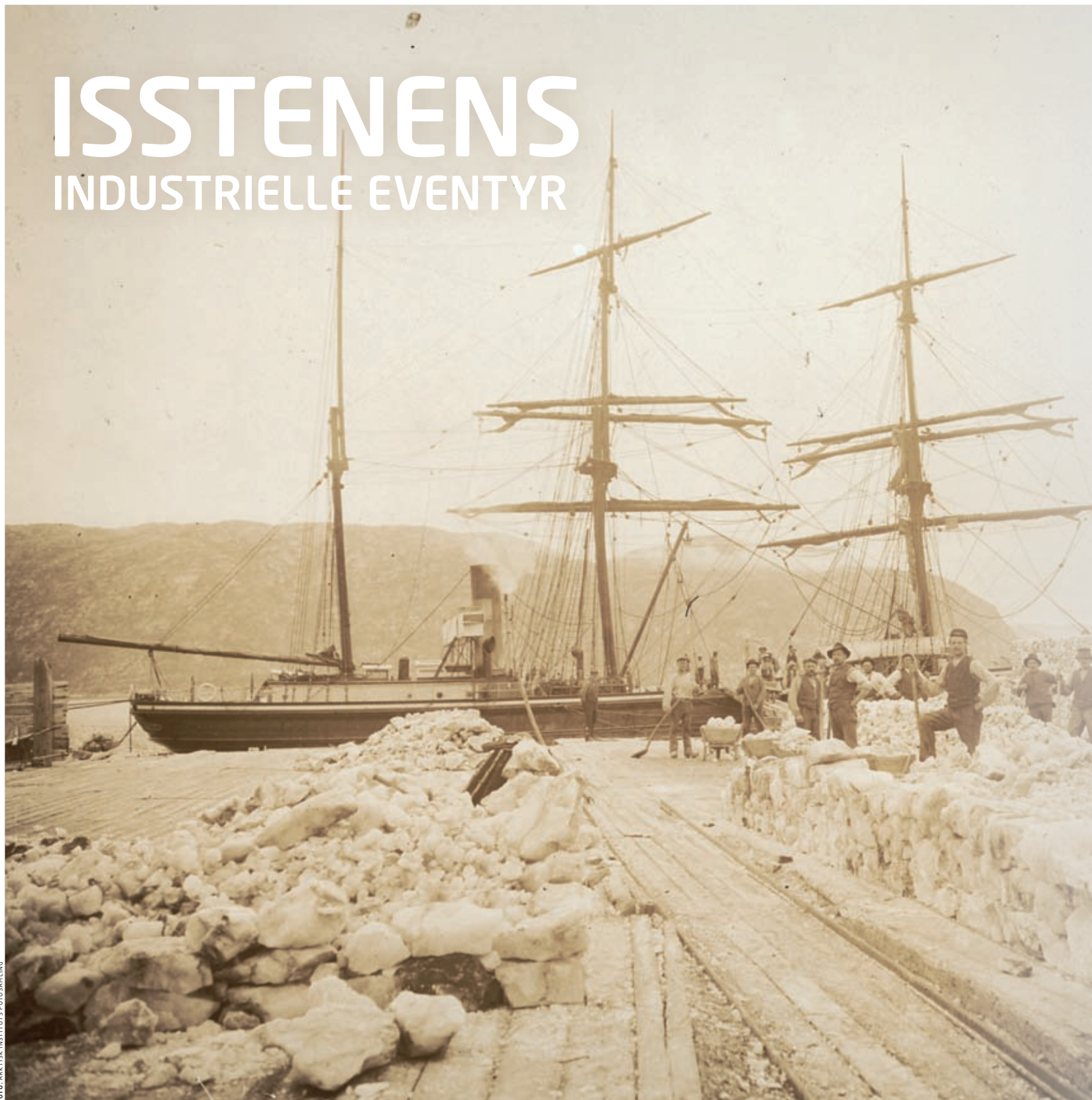
Seniorforsker Niels Madsen,
nm@aqua.dtu.dk

DET SKER PÅ DTU

TID OG STED	AKTIVITET	ARRANGØR	INFO
25.-26. november Kl. 10-17 og 9-16 Oticon Salen DTU Campus	Lysdioder - en energieffektiv belysningsteknologi Få den nyeste information om den nye og hastigt udviklende belysningsteknologi, lær om fordele og ulemper ved LED belysning og hvordan et LED belysningsystem dimensioneres.	DTU Fotonik	Carsten Dam-Hansen Carsten.Dam-Hansen@fotonik.dtu.dk www.led-lighting.fotonik.dtu.dk
25. november- 5. december Risø DTU	Training course A two week training course in retrospective dosimetry using optically stimulated luminescence. The course gives a thorough introduction to optically stimulated luminescence with the main emphasis on producing a luminescence date.	Luminescence Research Laboratory Risø DTU Nordic Laboratory for Luminescence Dating Aarhus University	Ole Flyvbjerg/Merete Larsen osl@risoe.dk
1.-3. december Risø DTU	WASP course The 3-day course is intended for engineers, scientists and others, primarily working within the field of wind energy, who require a working knowledge of the WASP program.	Risø DTU	www.wasp.dk
3. december kl. 9 -17 Oticonsalen DTU Campus	Produktudviklingsdagen 2008 De fire hovedtemaer vil være: Front-end innovation, Udvikling af systemleverancer, Systematisk outsourcing, Produktliv og produkt/service-systemer	IPU i samarbejde med DTU	www.ipu.dk/pudag
12. december Kl. 16-17 Administrationshallen Bygning 101 DTU Campus	Messiaskoncert DTU har fornøjelsen atter i år at invitere ansatte og studerende med ledsager til at opleve uddrag af Händels Messias. Koncerten opføres af Akademisk Orkester og Kor, dirigeret af Nenia Zenana.	DTU Akademisk Kor	www.akademisk.kor.dk
14.-15. januar 2009 DTU Campus	Workshop - Sustainable Energies The workshop will address a selected number of renewable energy technologies that have considerable potential for expansion and are in or close to the market. These include wind power, bioenergy, solar energy and energy storage technologies.	DTU Byg DTU Elektro DTU Informatik DTU Mekanik Risø DTU	Henrik Bindslev henrik.bindslev@risoe.dk www.dtu.dk/klima
29. januar 2009 DTU Campus	Workshop - Hygienic Processing Systems Workshoppen afholdes under EU-projektet "PathogenCombat". Workshoppen vil have fokus på hygiejne i processystemer, herunder både åbne og lukkede systemer. Der vil være præsentationer fra udenlandske og danske forskere samt fra industrien.	DTU Fødevareinstituttet	Hanne Løje halo@food.dtu.dk
Januar 2009 DTU Campus	Workshop - Husdyrsundhed og Fødevaresikkerhed Klimaændringer vil medføre en række problemstillinger knyttet til fødevareforsyningen og husdyrsundhed, herunder ændrede smitteveje for produktionsdyr og for zoonoser. Denne workshop indeholder tre temaområder: Fødevaresikkerhed, zoonoser (ikke-fødevarebårne) og husdyrsikkerhed.	DTU Fødevareinstituttet DTU Veterinærinstituttet	Henrik Wegener hcwe@food.dtu.dk Kristian Møller krmol@vet.dtu.dk www.dtu.dk/klima
4.-5. februar 2009 Risø DTU	Workshop - Climate Changes and Ecosystem Productivity The workshop will raise the question: How will the expected climate changes affect marine and terrestrial productivity, and which feedback mechanisms exist from ecosystem changes to climate?	DTU Aqua Risø DTU	Fritz Köster fwk@aqua.dtu.dk Kim Pilegaard kim.pilegaard@risoe.dk

ISSTENENS

INDUSTRIELLE EVENTYR



I mere end 100 år spillede udvindingen af kryolit en stor rolle for Grønlands økonomi, især da man fandt ud af, at mineralet kunne bruges i fremstillingen af aluminium

JAN TAPDRUP >

I 1795 blev et mærkeligt mineral bragt til København. Det blev beskrevet som ”en hvid, halvgiennemskinlig og temmelig tung Steenart”, der ”smelter strax for Blæseröret uden Tilsætning, næsten som Iis”. Intet under, at mineralet fik navnet kryolit, afledt af græsk kryos (is/kulde) og lithos (sten). Kryolit fandtes kun i væsentlige mængder ved sydstranden af en af Grønlands talrige fjorde, Arsukfjorden, ved Ivigtut.

Der gik en rum tid, før man fandt ud af, hvad mineralet kunne bruges til. I 1823 blev det påvist, at mineralet bestod af 33 pct. natrium, 13 pct. aluminium og 54 pct. fluor (den kemiske formel er Na_3AlF_6).

Men to personer, der begge senere blev rektorer for Den polytekniske Lærestalt, satte gang i udviklingen. I midten af 1840'erne kom Johan Georg Forchhammer nemlig på den idé, at man måske kunne bruge kryolit til glasur på lervarer.

Det virkede ikke, men hans assistent Julius Thomsen fandt i 1849-50 ud af, at mineralet kunne omdannes til soda og lerjord. Soda var en stor handelsvare, der blev brugt til sæbe, rengøringsmiddel og som hævemiddel ved bagning, mens lerjord (aluminiumoxid) kunne viderebehandles til alun, der blev brugt i farveindustrien. Opdagelsen kunne således få stor betydning.

Da Thomsen fik patent på opdagelsen i 1853, tog et industrieventyr sin begyndelse. De første 40 tønder kryolit blev transporteret med skindklædt kanebåd fra Ivigtut til Kajartalik, hvor den skulle udskibes. Julius Thomsen og hans tidligere studiekammerat fra Polyteknisk Lærestalt Johan Christian Georg Howitz gik i kompagniskab om kryolitvirksomheden. Med støtte fra industrimanden Carl Frederik Tietgen blev en ekspedition afsendt, og den kom hjem med større mængder kryolit i 1856. Handelshuset Weber & Co. trådte ind i interessen og byggede fabrikken ”Øresund” i København i 1859.

På trods af vanskeligheder med brydning og udskibning (21 skibe forliste i de første 50 år), store tekniske udfordringer med den kemisk-industrielle behandling, problemer med renheden af kryolitten og vanskelige forhandlinger med staten om koncession på brydning fik produktionen af kryolitsoda ikke blot national, men også international betydning. Der blev etableret fem sodafabrikker rundt om i Europa, og kryolitten blev udnyttet af Pennsylvania Salt Manufactory Company i USA.

Solvay- eller ammoniakmetoden fra 1866 til at udvinde soda fra havsalt medførte imidlertid en halvering af sodaprisen på fire år. Fra 1870'erne begyndte kryolitsodafabrikkerne derfor at

indstille deres virksomhed, og i 1894 ophørte fremstillingen af kryolitsoda helt.

Tre andre anvendelsesområder overtog derefter. Fra omkring 1880 begyndte man at fremstille emaljerede kogeke. Kryolitten blev nu brugt til emaljeproduktion, og efterspørgslen steg. Anvendelsen af kryolit til mælkeglas/”kryolitglas” begyndte i 1860'erne og blev med tiden til en vigtig produktion.

Den mest betydelige anvendelse fandt dog sted, da man indså, at kryolitten kunne bruges som en hjælpestans i udvinding af aluminium fra bauxit. Med aluminiums stigende betydning for flyvemaskiner fik mineralet en vigtig rolle under anden verdenskrig og senere.

Allerede i 1907 havde den danske statskasse fået 4,3 mio. kr. i afgifter fra brydningen. I alt blev der udvundet 3,7 mio. ton malm. Minedriften ved Ivigtut standsede i 1962, da minen var tømt. Men der var store lagre, og det sidste kryolit blev først udskibet i 1987. Dermed sluttede Danmarks mest vellykkede mineraludvinding. <

Læs mere:

- Niels-Henrik Topp ”Kryolitindustriens historie 1847-1990”, vol. 1-2, Kryolitselskabet Øresund A/S (1990).
- Helge Kragh og Hans Jørgen Styhr Petersen ”En nyttig videnskab. Episoder fra den tekniske kemiske historie i Danmark”, afsnit 2.3, Gyldendal (1995).

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

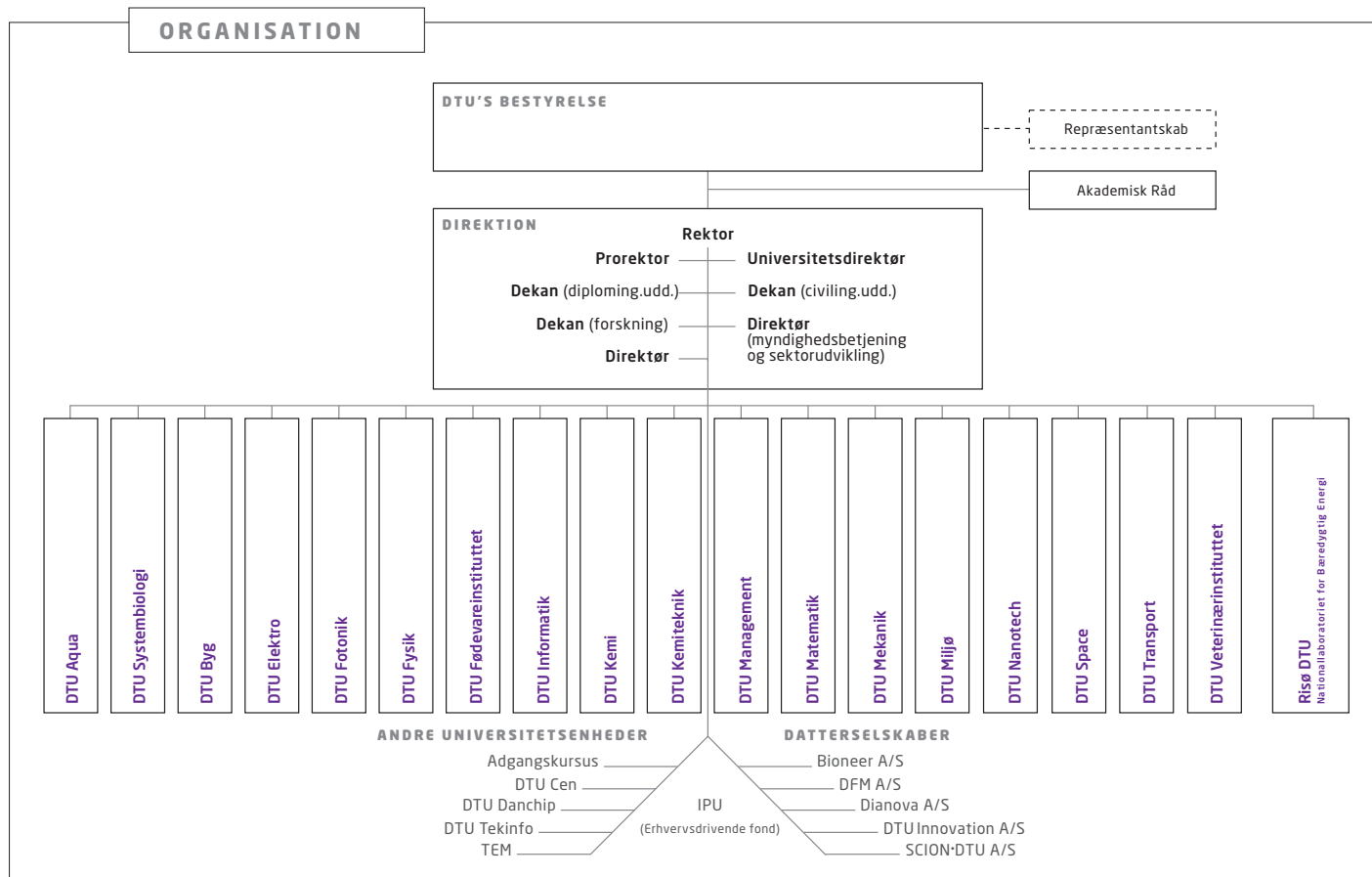
BESTYRELSE

Mogens Bundgaard-Nielsen (formand), Mads Orla Albæk, Merete Bolgann, Elsebeth Budolfson, Alf Duch-Pedersen, Finn Helmer, Allan Hornstrup, Greta Jakobsen, Anne Marie Lassen-Nielsen, Erik Bisgaard Madsen, Birgit W. Nørgaard, Henrik Ringgaard Pedersen, Dan Rosbjerg, Jens Rostrup-Nielsen, Mads Krosgaard Thomsen.

DIREKTION

Rektor Lars Pallesen, prorektor Knut Conradsen, universitetsdirektør Claus Nielsen, uddannelsesdekan (civilingeniørudd.) Helge Elbrønd Jensen, uddannelsesdekan (diplomingeniørudd.) Gunnar Mohr, forskningsdekan Kristian Stubkjær, direktør for myndighedsbetjening og sektorudvikling Niels Axel Nielsen samt direktør Jørgen Kjems.

ORGANISATION



DTU Aqua · Institut for Akvatiske Ressourcer

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

FRITZ KÖSTER, konstitueret institutdirektør
fwk@aqua.dk · Tlf. 21 45 69 77

**DTU Danchip** · Danchip

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

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

**DTU Systembiologi** · Institut for Systembiologi

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

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

**DTU Elektro** · Institut for Elektroteknologi

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

JØRGEN KJEMS, konstitueret institutdirektør
jkj@elektro.dtu.dk · Tlf. 45 25 36 81

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

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

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

**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 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 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 Fødevareinstituttet · Fødevareinstituttet

Forskning inden for mikrobiologisk og kemisk fødevarerisikoverhed, fødevareteknologi- og processer, human ernæring 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 fødevarerisikoverberedskab



HENRIK CASPAR WEGENER, instituttdirektør
hcwe@food.dtu.dk · Tlf. 72 34 74 11

DTU Management · Institut for Planlægning, Innovation og Ledelse

Innovation · Produktudvikling og konstruktion · Operationsanalyse · Operations management · Byggeledelse · Fremsyn og Innovation · Sikkerhed og pålidelighed · Teknologi, organisation og arbejde · Bæredygtighed



PER LANGÅ JENSEN, instituttdirektør
per.langaa@man.dtu.dk · Tlf. 45 25 48 00

DTU Informatik · Institut for Informatik og Matematisk Modellering

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



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

DTU Matematik · Institut for Matematik

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



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

DTU Kemi · Institut for Kemi

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



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

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, instituttdirektør
hc@mek.dtu.dk · Tlf. 45 25 41 71

DTU Kemiteknik · Institut for Kemiteknik

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



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

DTU Miljø · Institut for Vand og Miljøteknologi

Vandressourcer · Jord- og grundvandsforurening · Miljøteknologi · Miljømikrobiologi · Fast affald · Spildevand · Vandforsyning · Geokemi · Afværgeteknologi · Økotoksikologi · Mælkemiljø · Energi og mineralstoffer · Bæredygtighed · Bioenergi · Mikrobiel økologi



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

DTU Nanotech · Institut for Mikro- og Nanoteknologi

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

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

**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
krm@vet.dtu.dk · Tlf. 72 34 61 89

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

Nationalt center for rumforskning, geodæsi og rumfartsteknologi 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

**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 · Solceller · 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 BINDSLEV, direktør
henrik.bindslev@risoe.dk · Tlf. 46 77 46 02

**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 00





RONING ER REN MATEMATIK

Som eliteroer trak olympiske guldvinder Thomas Ebert både på sin uddannelse som skibssingeniør og sine matematiske kundskaber

LOTTE KRULL >

Beijing. Thomas Ebert ligger klar med ”guldfireren” i startboksen. I båden venter han sammen med de tre øvrige toptrænede roere på, at den røde lampe skifter til grøn og dermed sætter den olympiske finale for letvægtsfirere i gang. Thomas er koncentreret og fokuseret og har kun én tanke i hovedet: Nu gælder det!

Om under seks minutter er det hele overstået, og den 35-årige eliteroer vil endelig få svaret på, om de mange måneders hård træning og knivskarpe prioriteringer mellem privatliv, arbejdskarriere og sport udløser den største tilfredsstillelse af dem alle: At stå på sejrsskamlen med guldmedaljen om halsen.

”Jeg elsker de sidste 10 minutter før en konkurrencestart. Det er noget af det mest intense, der findes. Det er et fantastisk koncentreret øjeblik, hvor du kun er ét sted. I nuet,” forklarer Thomas Ebert.

Men før startlampens grønne lys ligger en proces på flere måneders hårdt slid, hvor den fysiske form hele



Fra venstre: Thomas Ebert, Morten Jørgensen, Mads Christian Kruse Andersen og Eskild Balschmidt Ebbesen har netop fået deres guldmedaljer ved OL i Beijing 2008.

tiden skal optimeres, ro-teknikken forfines, og bådens indstillinger justeres. Der har også været diskussionerne med træneren og de øvrige roere om bådens facon, årebladens størrelse, gearingen af årerne, deres længde, og hvor lange åretag de fire mænd skal tage. I debatterne kunne Thomas Ebert trække på sin baggrund som skibingeniør.

”Alle de mekaniske ting, der har med kraft- og energioverførsel at gøre – det er jo ren matematik. Min indgangsvinkel har været en teknisk vurdering af, hvordan bådindstillingerne skal være, for at kraftoverførslen bliver optimal. Det er en viden, jeg har fra min uddannelse og mit arbejde som ingeniør. Teknikken omkring båden og dens glid gennem vandet er ligesom dét, jeg har fået lov til at

nørde med,” fortæller han om sin rolle i guldfireren.

En teknisk sport

Det er ikke noget tilfælde, at Thomas Ebert i 1999 kunne skrive skibingeniør på sit cv. Lige fra barnsben har han boet i nærheden af vand, hans forældre har altid dyrket sejlsport, og allerede som 12-årig begyndte Thomas at ro på Haraldsted Sø i det indre Midtsjælland.

Men modsat andre diplomingeniører brugte Thomas næsten seks år på sin uddannelse. Han fik en særlig aftale med Helsingør Teknikum og senere DTU, hvor han tog uddannelsens sidste år, om at gå på nedsat skema, så han kunne få tid til at træne på topplan.

Thomas blev bidt af roning fra første åretag, og det er især kombinationen af den hårde, fysiske udfoldelse og den

tekniske side af sporten, som har grebet ham.

”Der er altid en hel masse ting, du kan arbejde med og ændre på for at optimere din roning. Både inden for det tekniske område med bådens indstillinger og på det mere fysiske område med din egen præstation og rostil,” fortæller Thomas.

Inden for sportsgrenen er der materiale- og konstruktionsfrihed. Der er kun det ene krav, at båden skal have en minimumsvægt på 50 kg.

”Inden for disse rammer kan du gøre stort set, hvad du vil, så det er sjovt at ligge og arbejde med det.”

Det benyttede roerne sig af i 2004, umiddelbart før deres første olympiske guldmedalje. Dengang rejste de til England for at besøge en bådbygger og få deres drømmebåd bygget.

>>

Ud over sine kundskaber som skibsingeniør har Thomas som sportsmand på eliteplan også trukket på nogle andre egenskaber, der kendetegner en dygtig ingeniør: Øje for detaljer og evne til at være præcis.

Det er netop disse ord, hans ven og ro-kammerat gennem 18 år, Eskild Ebbesen, vælger, når han skal beskrive Thomas Ebert.

Skaber tryghed

”Thomas er detaljeorienteret. Han går f.eks. op i, at balancen i båden er i orden, eller han justerer på, hvor hårdt vi skal rykke i årerne. Det er også ham, der angiver tempoet, når vi ror, og som giver kommandoen, når vi skal sætte spurten ind. Thomas er præcis og gør, som vi har aftalt. Det skaber en tryghed for os andre, så vi kan koncentrere os om vores opgaver,” fortæller Eskild.

Selv genkender Thomas Ebert sin hang til præcision, særligt når det gælder at holde aftaler. Der har sporten lært ham at være så præcis, at det indimellem kan være en ulempe på jobbet

som ingeniør hos NKT Flexibles, hvor han arbejder med fleksible, undersøiske rørledninger til transport af olie, gas, vand og kemikalier.

”Som sportsmand er jeg vant til at levere på dagen. Når man har en konkurrence, så gælder det om at være der til tiden og aflevere din bedste præstation på den dag. Men det kan jeg ikke overføre direkte til jobbet. Jeg har flere gange overrasket min chef ved at overholde deadlines, men jeg har skullet lære, at resultatet nogle gange bliver bedre og mere fuldkommen af at blive afleveret et par dage senere.”

Bagsiden af medaljerne

Thomas Ebert meddelte kort efter den olympiske guldsejr i august, at han nu stopper med at ro på eliteplan. Som en af landets bedste roere har han vundet talrige guldmedaljer fordelt på to OL og syv verdensmesterskaber. Men der er en bagside af medaljen. Hans fokuserede indsats inden for sportens verden har kostet ham en masse tid og energi, så der har ikke været særligt

meget overskud til hverken privatlivet eller karrieren. Flere gange har han arbejdet på nedsat tid, og siden årsskiftet og frem til OL i Beijing holdt han orlov fra arbejdet for at hellige sig træningen fuldkommen. Over for sin chef havde han helt åbent erklæret, at han prioriterede sin sport frem for jobbet.

”Jeg ved, at jeg på jobbet glimtvis har vist noget, der har fået min chef til at tro på, at det er okay at have en sådan medarbejder. Men det har da betydet, at jeg typisk har siddet med standardopgaverne og ikke de fagligt udfordrende opgaver eller dem med spændende udenlandsrejser og møder. Hvor de fleste af mine gamle studiekammerater i dag er senioringeniører eller projektledere, er jeg jo bare almindelig ingeniør stadigvæk. Det er den pris, jeg har måttet betale for at ro på eliteplan.”

En anden pris er betalt på hjemmefronten, hvor Thomas nu må kalde sig single.

”Det er ikke roningens skyld, men den har nok været en katalysator for, at min kæreste og jeg gik fra hinanden. Nu vil jeg gerne have nogle andre værdier i mit liv også og ønsker ikke at ende som sportsinvalid uden karriere eller socialt liv. Derfor ønsker jeg at stoppe nu.”

Thomas ved godt, hvad han kommer til at savne ved eliteroning, for han holdt nemlig en pause fra den verden i 2006-07.

”Det er de intense øjeblikke før en konkurrencestart. Men også hele processen, hvor du hele tiden optimerer og arbejder dig frem mod målet. Det håber jeg nu, at jeg kan finde i arbejdslivet, hvor projekter også er en proces – et stykke fokuseret arbejde mod et mål,” siger Thomas. <

! BLÅ BOG

- Født 23. juli 1973
- Opvokset i Ringsted på Midtsjælland
- Student fra Haslev Gymnasium
- Optaget på Helsingør Teknikum 1993
- Dimitteret som diplomingeniør fra DTU i 1999
- Begyndte som 12-årig at ro i Ringsted Roklub
- Største resultater som roer: Guld ved OL i Beijing 2008 og Athen 2004, bronze i Sydney 2000 samt VM-guld i 96, 97, 98, 99, 02, 03, 05.



FOTO: DAVID SØRENSEN/ANNA RAS ILLUSTRATION/OLYMPIC TEAM DANMARK

JUBILÆUMSTRÆF 2009

- 19. februar – 50 års jubilæum for årgang 1959
- 14. maj – 40 års jubilæum for årgang 1969
- 18. juni – 60 års jubilæum for årgang 1949 eller tidligere
- 13. november – 25 års jubilæum for årgang 1984

Jubilæumstræffene er rammen om gensyn og netværk med studiekammerater fra DTH, DIA eller DTU.

DIMITTENDRECEPTIONER 2009

- 19. marts: Diplomingeniører
- 15. april: Civilingeniører
- 1. oktober: Diplomingeniører
- 8. oktober: Civilingeniører

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

GENSYNSDAG 2009

Fredag den 21. august afholder DTU for anden gang Gensynsdag for ingeniører og ph.d.'er dimitteret fra DIA, DTH eller DTU.

I 2004 deltog 5.000 alumner i DTU's første Gensynsdag, der samtidig markerede den officielle igangsættelse af Alumnenetværket.

Vi ønsker velkommen til den store dag i 2009.

DTU Match

En ny service for erhvervslivet

DTU Match er en ny indgang til DTU's ekspertviden for især små og mellemstore virksomheder. DTU Match formidler adgang til kurser, forskningsbaseret rådgivning og deltagelse i netværk. Læs mere om vores ydelser på: www.match.dtu.dk.

DTU Match kan kontaktes på tlf. 45257070 mandag til fredag kl. 10-15 eller på mail: kontakt@match.dtu.dk.

DTU'S ALUMNETVÆRK

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

Netværket

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

Løbende arrangementer

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

YDERLIGERE OPLYSNINGER

www.alumne.dtu.dk

