Dit branchemagasin fra TechMedia

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

dansk kemi

Nummer 8 - August 2016 / 97. årgang

Enzymtyggegummi forbedrer jernoptag

En ny historie om guld og svovl

Kreativ forsker i svøb

INDHOLD

1 **Forside:**
Charlotte Busk Magnus har altid interesseret sig for, hvordan verden hænger sammen. Hun har også altid gerne villet gøre en forskel. Derfor endte det med, at hun valgte at læse til kemiingeniør. Læs mere om Charlotte på side 8.
Foto: Michael Barrett Boesen – boesenfoto.dk

8 **Kreativ forsker i svøb**
Hun er en rigtig ildsjæl og arbejder meget med hands-on i løsning af problemer. Selvom hun aldrig har været sindssyg boglig, så er hun snart færdig som kemiingeniør. Det driver hende at gøre en forskel, og så elsker Charlotte Busk Magnus at formidle sin smittende interesse for naturvidenskab.

10 **Hygroskopiske egenskaber af atmosfæriske partikler i Arktis**
De atmosfæriske partikler, som udgør forårets Arctic haze i Nordgrønland, er stærkt hygroskope. Deres evne til at optage vand fra luften bestemmer deres størrelse og dermed deres evne til at sprede lys og deres evne til at danne skyer, egenskaber som påvirker det regionale klima. Disse egenskaber er målt på Villum Research Station i april-maj 2016.

14 **Revurderet cancerrisiko**
Tre af NFA's forskere har revurderet WHO's cancerrisikovurdering af formaldehyd. Konklusionen er bl.a., at normale indeklimakoncentrationer af formaldehyd ikke er et problem i vestlige industrialiserede lande.

16 **Enzymtyggegummi**
Jernmangel er et udbredt globalt problem. Nu indikerer ny forskning, at et stykke tyggegummi med enzymet fytase kan være med til at forbedre optag af jern, hvis det tygges efter et fytinsyreholdigt måltid.

20 **En ny historie om guld og svovl**
En netop publiceret større australsk-dansk undersøgelse giver ny indsigt i, hvordan thioldækkede Au-overflader er opbygget. Det har betydning for design, syntese og dannelsesmekanismer for Au-nanopartikler og Au-overflader med skræddersyede fysiske og kemiske egenskaber.

24 **Skærmplanter i køkkenet**
I dette afsnit har køkkenkemisten studeret skærmplanterne lidt mere. I Den Nye Nordiske Flora er nævnt ca. 80 vildtgroende arter, hvoraf en del er indført af munke, f.eks. skvalderkål og kæmpe-bjørneklo og fra grønthandleren og køkkenhaven kender vi en del: Persille og persillerod, korianderblade og -frø, gulerod, pastinak, spansk kørvel, fennikelknold og -frø, anis, kommen, kvan og løvstikke.

25 **ProduktNyt**
Solcelledrevne vaccinekølere uden batteri er en af de hurtigst voksende teknologier inden for kølekæden for vacciner. Teknologisk Institut har medvirket til et globalt teknologisk gennembrud inden for opbevaring af vaccine i områder uden regelmæssig strømforsyning.

30 Læs mere om de nyeste arrangementer fra Kemisk Forening og IDA Kemi.

TechMedia

Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28
Fax 43 24 26 26
info@techmedia.dk
www.techmedia.dk

Redaktion:
Katrine Meyn (ansvarshavende)
km@techmedia.dk
Lektor Søren Kiil
sk@kt.dtu.dk
Ph.d. Kristian B. Krogh
kbk@novozymes.com
Professor Henrik Skov
hsk@envs.au.dk
Maria Bech Poulsen
mabp@envs.au.dk

ISSN 0011-6335 (tryk)
ISSN 1902-360x (online)

Ledelse:
Adm. direktør Peter Christensen
Direktør Rikke Marott Schelde
Direktør Susanne Eine

Redaktionskomité:
Professor Anne S. Meyer (formand)
Professor, dr. scient. Mikael Bols
Professor Morten J. Bjerrum (Kemisk Forening)
Fagkonsulent i kemi Keld Nielsen
Lektor, dr. phil. Carl Th. Pedersen
Underdirektør
Lars-Erik Kruse Pedersen
Lektor, ph.d. Peter Szabo (Kemiingeniørgruppen)
Professor, forskningschef Lars Wiebe
Lektor, civilingeniør, ph.d. Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foërsom (Næstformand, Kemilærerforeningen)
Konsulent Nikolai Stubkjær Nilsen Procesindustrien
Seniorforsker, PhD.
Peter Have Rasmussen

Redaktionssekretær/ Leverandørregister:
Heidi Thode
ht@techmedia.dk

Annoncer:
Annie Overgaard, tlf. 43 24 26 93
ao@techmedia.dk

Annonceproduktion:
Marianne Dieckmann, tlf. 43 24 26 82
md@techmedia.dk

Hjemmeside:
www.kemifokus.dk

Abonnement:
Kasper Mundt-Nielsen, tlf. 43 24 26 91
e-mail: kn@techmedia.dk
Ring vedr. abonnement eller bestil direkte på www.techmedia.dk

Scan og hent Dansk Kemi´s medieinformation 2016 her!

Hent QR Scanner, hvor du normalt henter apps.

Layout:
Morten Malmgren

Tryk:
PE offset A/S

Trykt på miljøvenligt papir med vegetabilske miljøfarver.

Oplag: 5.245
Ekspl. heraf 4.803
i betalt abonnement.
Online læsere: 3.296

Citater fra artikler i Dansk Kemi skal ske med tydelig kildeangivelse. Enhver form for gengivelse af artikler, herunder illustrationer, forudsætter udgiverens skriftlige tilladelse.
Redaktionen kan ikke påtage sig ansvaret for materiale, der indsendes uopfordret.

UK: Huson European Media -
Tel.: (+44) 1932-564999
USA, New York: Huson International Media
Tel.: +1 212 268 3344
USA, California: Huson International Media
Tel.: +1 408 879 6666
Germany: Huson International Media
Tel.: (+49) 89-9500-2778

CPH LabMed

Skandinavisk fagmesse for laboratorieteknik

- Nordic Mass Spectrometry Conference
- DEKS Brugermøde
- LSB 10. kongres
- Laboratorieudstyr
- Diagnostik
- Bioteknologi
- Forskning
- Kvalitetskontrol
- Over 120 udstillere

Lokomotivværkstedet

27. - 29. september 2016

cphlabmed.dk

LEDER

Frie forskningsmidler er en vigtig del af løsningen på fremtidens udfordringer

> Vi er nødt til at bruge forskningsmillioner for at spare anlægsmilliarder

Politikernes opgave er at sætte mål for fremtiden, også selv om disse mål kan koste milliarder. Men det er også politikernes opgave at skabe et forskningsmiljø, der kan løse disse mål på en økonomisk og samfundsmæssig optimal måde. Derfor er det ikke en hensigtsmæssig samfundsstrategi at reducere forskningsmidlerne, sådan som det skete i Danmark for et år siden, hvor man skar 1.4 milliarder kr. i de statslige forskningsbevillinger.

Et eksempel er EU's mål med at reducere udledningen af drivhusgasser. De forventede tal for 2020 viser en reduktion på 26% i forhold til de tilsvarende tal for 1990. Dette er dog kun begyndelsen. I 2030 skal man have en reduktion på 40% i forhold til 1990 og de langsigtede mål er 80% reduktion i 2050. Danmark har et særligt problem, da en del af målene (ikke-kvoteomfattede sektorer) regnes fra 2005, hvor Danmark allerede havde lavet store reduktioner. Hvordan yderligere reduktioner frem mod 2030-2050 skal ske, er ikke klart i dag. Men det vil koste det danske samfund enorme summer, dersom det ikke gøres på den mest optimale måde.

Mange EU-lande er begyndt at satse på kernekraft. I dag producerer 130 kernekraftværker ca. 30% af al elektricitet i EU og ikke mindre end seks nye værker er under opførsel inden for EU. Derudover er kapaciteten af mange nuværende kernekraftværker i EU under udvidelse. I Danmark har vi indtil nu satset på vindenergi, desværre er vindenergi alene ikke tilstrækkeligt til, at vi kan nå målene i 2030- 2050. Dersom vi skal være en grøn og bæredygtig nation uden kernekraft, er Danmark nødt til at øge indsatsen inden for den naturvidenskabelige forskning. Der skal nytænkes og her er det vigtigt, at man ikke kun tænker i etablerede løsninger. Det er her, grundforskning er en nødvendighed.

En interessant problemstilling omkring øgede forskningsbevillinger er, hvorvidt man får tilstrækkelig meget mere forskning for de sidste penge, man tilfører. Vil flere midler til f.eks. kemi føre til en tilsvarende øgning af de forskningsresultater, der bliver produceret? Her har nye undersøgelser heldigvis vist, at dette er tilfældet. Den sidste million til kemisk forskning giver en pris pr. publikation, der ikke er højere end gennemsnitsprisen for en publikation [1].

Ønsker de danske politikere at få samfundsmæssigt fornuftige løsninger til at opnå EU-målene i 2030-2050 kræver det en hurtig indsats. Politikerne er nødt til at øge de frie midler til naturvidenskabelig forskning. Det positive er at den ekstra million, der tilføres forskningen, er lige så værdiskabende for Danmark som den første million.

Morten J. Bjerrum, mobj@chem.ku.dk

1. J.L. Rosenbloom, D.K. Ginther, T. Juhl & J.A. Heppert (2015). *PLoS ONE* 10(9): e0138176. doi:10.1371/journal.pone.0138176

Stor international pris til Ole G. Mouritsen

En af verdens største internationale virksomheder, DuPont, har tildelt professor, dr. scient. Ole G. Mouritsen *DuPont Nutrition & Health Science Medal for Excellence in Food Science* (2016). Prisen er international og gives for fremragende forskningsarbejde, som også kan finde anvendelse inden for industrien. Det er første gang, prisen, som er på 250.000 kroner, uddeles.

Mouritsen, der er professor i biofysik ved SDU og leder af MEMPHYS-Center for Biomembranfysik, er også leder af Nordea-fondens center Smag for Livet samt præsident for Det Danske Gastronomiske Akademi. Han har i en årrække arbejdet med overførsel af viden fra grundlæggende fysik og kemi til en forståelse af fødevarers struktur og smag og har i den forbindelse skrevet flere bøger herom, som er udkommet både på dansk og i udlandet. Mouritsen er desuden kendt for sit omfattende arbejde med at kommunikere resultaterne af forskningen ud til den brede offentlighed.

I motivationen for prisen nævnes det unikke grundforskningsarbejde, der udføres ved MEMPHYS på SDU inden for molekylær biofysik og den fysiske kemi af makromolekyler og biologiske membraner. Specielt fremhæves betydningen af dette arbejde i forbindelse med overførsel til anvendelser inden for moderne fødevareforskning og -industri.

Paradoksalt kommer denne store internationale anerkendelse på et tidspunkt, hvor SDU som konsekvens af regeringens besparelser har besluttet at nedlægge det forskningscenter, MEMPHYS, hvor det prisbelønnede arbejde foregår, og i den forbindelse indstillet flere af centerets internationalt anerkendte forskere til afskedigelse.

Husk LabMed 2016

Hvis du ikke allerede har gjort det, så sæt kryds i kalenderen ved 27.-29. september, hvor LabMed 2016 - Skandinaviens fagmesse for laboratorieteknik – afholdes. Stedet er de rå lokaliteter i Lokomotivværkstedet i København.

På messen kan du finde et bredt udvalg af konferencer - møder - seminarer og fagudstilling – alt samlet under ét tag.

Tilmelding til fagmessen og konferencerne er gratis og åbne: Tilmeld dig på www.cphlabmed.dk.

Følgende arrangementer afholdes på messen:

LSB 10. kongres
Laboratoriemedicinsk selskab for Bioanalytikere afholder 10. kongres:
Onsdag den 28. september
Torsdag den 29. september
Tilmeldingen er åben.

DEKS Brugermøde 2016
Dansk Institut for Ekstern Kvalitetssikring for Laboratorier i Sundhedssektoren afholder parallelsessioner med foredrag, undervisning, workshop, posterudstilling
Onsdag den 28. september
Torsdag den 29. september
Tilmeldingen er åben.

Nordic Mass Spectrometry
Conference
Dansk Selskab for Massespektrometri er vært for den nordiske konference:
Tirsdag den 27. september
Onsdag den 28. september
Torsdag den 29. september
Tilmeldingen er åben.

Molekylspektroskopiprisen 2016

Anne Schou Hansen, modtager af dette års Molekylspektroskopipris.

Molekylspektroskopiprisen blev for anden gang uddelt ved Kemisk Forenings Årsmøde, Syddansk Universitet - Odense, den 9. juni 2016, og denne gang for bedste specialeafhandling bedømt i perioden januar 2014 – marts 2016. Prisen gik til Anne Schou Hansen, Kemisk Institut, Københavns Universitet for specialeafhandlingen:

”Hydrogen bonds with second and third row elements, N, O, P and S as hydrogen bond acceptor atoms”.

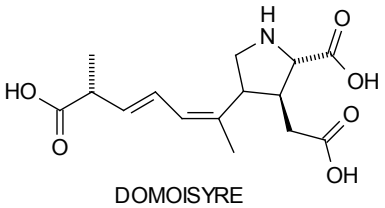
Specialet er udført under vejledning af prof. Henrik G. Kjaergaard og har omfattet FTIR-spektroskopi samt teoretiske beregninger i studier af en række svagt hydrogen-bundne komplekser i gas-fase. Dette har bl.a. ført til detektionen af en ny type hydrogenbinding (OH…P), der involverer et positivt ladet fosfor-atom. Resultaterne er publiceret i to afhandlinger, A.S. Hansen et al.: J. Phys. Chem. Lett. 5, 4225 – 4231 (2014) og Phys. Chem. Chem. Phys. 16, 22882 – 22891 (2014). Anne Schou Hansen holdt ved årsmødet et foredrag over sine studier af svagt hydrogen-bundne komplekser i gas-fase.

Molekylspektroskopiprisen uddeles af Dansk Forening for Molekylspektroskopi samt Molekylspektroskopisk Fond, og med prisen følger 5.000 kr.

Nyt om …

… El Niño ødelægger krabbefangsten

Fangsten af en af de mest populære krabber "Dungeness crab" på USA's Stillehavskyst er blevet forbudt. På grund af El Niño - et klimafænomen i Stillehavet - er vandet ud for kysten blevet varmet op, hvilket har resulteret i en opblomstring af



DOMOISYRE

algen *Pseudo-nitzschia,* der optages af krabben og medfører ophobning af toxinet domoisyre. Små mængder af syren giver anledning til maveproblemer, medens større mængder kan virke dødeligt. Det vides ikke, hvorfor algen producerer toxinet.

Toxin Scuttles Crab Season, *Chemical & Engineering News*, 16. November 2015, side 8.

Bachelorpris i Teoretisk Kemi

Sektionen for Teoretisk Kemi af Kemisk Forening uddeler i efteråret 2016 en pris for årets bedste bachelorrapport inden for teoretisk kemi.

Prisen er på 2.000 kr.

For at komme i betragtning skal bachelorprojektet være afsluttet og bedømt i undervisningsåret 2015/2016. Studerende kan indstilles af et medlem af Kemisk Forening.

Prisen bliver overrakt ved det årlige efterårsmøde af Sektionen for Teoretisk Kemi i november 2016, hvor prismodtageren forventes at holde et 20 min. foredrag om bachelorprojektets indhold.

Indstillingen (maks. 1 side) sammen med en kopi af bachelorrapporten sendes elektronisk senest den 15. september 2016 til formanden af sektionen Stephan P.A. Sauer på mail: sauer@kiku.dk

Michael Pittelkow får Ellen og Niels Bjerrums Kemikerpris 2016

Lektor Michael Pittelkow modtager prisen på 10.000 kr. sammen med en guldmedalje for sin vigtige indsats inden for organisk syntese, fysisk organisk kemi, dendrimere, supramolekylærkemi og dynamisk kombinatorisk kemi. En forskning, der har et stort potentiale i forbindelse med f.eks. fremtidens medicin.

Michael Pittelkow har fået sin uddannelse på Københavns Universitet afsluttet med en ph.d.-grad i 2006. Efter et postdoctoral fellowship på Cambridge University, UK og nogle år som fondsansat på Københavns Universitet har han fra 2013 været fastansat lektor samme sted.

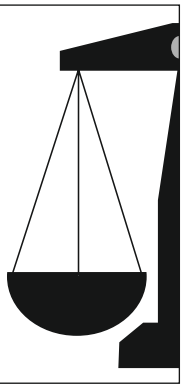
Michael Pittelkow er den 29'ende i rækken af prismodtagere af Ellen og Niels Bjerrums Kemikerpris.

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

Salg af pipetter og laboratorie varer.



Pipettecenteret
Skovkanten 41 · 4700 Næstved
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49
Email. nielslindgaard@stofanet.dk
www.pipettecenteret.dk

Charlotte Busk Magnus:

Kreativ forsker i svøb

Hun er en rigtig ildsjæl og arbejder meget med hands-on i løsning af problemer. Selvom hun aldrig har været sindssyg boglig, så er hun snart færdig som kemiingeniør. Det driver hende at gøre en forskel, og så elsker Charlotte Busk Magnus at formidle sin smittende interesse for naturvidenskab.

Af Katrine Meyn, km@techmedia.dk
Fotos: Michael Barrett Boesen

- Jeg brænder meget for tingene. Jeg er vist det, man kan kalde en ildsjæl. Jeg bliver gerne herude (på DTU) til kl. otte om aftenen, hvis jeg er i gang med noget, jeg føler, er vigtigt, forklarer Charlotte Busk Magnus engageret. Vi sidder over en kop kaffe på DTU Kemi, og det er umuligt ikke at blive revet med af hendes smittende begejstring.
- Jeg er meget interesseret i det naturvidenskabelige, og hvis jeg kan smitte folk med min begejstring, så er jeg glad, fortæller hun videre.

Og det virker. Selv hendes mor, der er humanist, har, som hun udtrykker det, fået spørgehatten på.

- Nogle gange ringer hun f.eks. og spørger, hvorfor sølvsmykker bliver så pæne, når man lægger dem i varmt vand med aluminiumsfolie, bagepapir og salt[1]? Så er det fedt at kunne forklare det, så hun forstår det.

Når Charlotte forklarer, prøver hun at skære budskabet ud, hvilket ofte involverer brug af legoklodser eller andre begreber, man kan forholde sig til.

> "Jeg synes, organisk kemi er rigtig spændende, og det har jeg syntes lige siden, jeg gik på gymnasiet. Det fascinerer mig, at man kan forudse reaktioner. Bio var derimod slet ikke mig. Det har jeg ikke tålmodighed eller temperament til

Naturligt nysgerrig

Fra hun var lille, slæbte hun jævnligt sårede dyr med hjem. Det var i de år, at interessen for kroppen, og hvordan den fungerer, opstod. Hun ville egentligt gerne være læge, men da hun aldrig har været særlig boglig og gennemsnittet på uddannelsen var skyhøjt, droppede hun tanken.

Derfor var det først forholdsvist sent, at hun fandt ud af, at det skulle være kemi (24 år) - selvom interessen altid har været der.

- Jeg har altid tænkt over, hvordan verden hænger sammen - hvorfor er det, jeg kan se det her? Hvad er det, der dufter?

Den side blev stimuleret på HF, hvor Charlotte Busk Magnus havde en fantastisk kemilærer, der var god til at smide "godbidder" og få eleverne til at gå hjem og slå op på egen hånd. Det betød, at hun fandt ud af, at kemi udgør en meget større verden, end det man lærer på C-niveau.

- Det var ikke til helt at forstå, men jeg syntes, det var sejt at fortælle om de ting, man havde læst, forklarer hun ivrigt. Mens hun fortæller, taler hendes hænder deres helt eget sprog, og gestikuleringen virker – man bliver revet med, og det er let at forestille sig, at hun kan betage et publikum.

Charlotte greb alle de hints, læreren gav og slog op hver gang.

Kemien kalder

- Mange unge har en fordom om, at kemiingeniør kun er en uddannelse for drenge, og at man skal være god til matematik osv. (og det har aldrig været min stærke side). Men inspireret af min mors veninde, der var kemiingeniør, valgte jeg alligevel at starte på diplomingeniøruddannelsen i 2011, siger hun og fortsætter:

- Og siden jeg startede, har jeg ikke kigget mig tilbage.

Charlotte valgte pga. praktikforløbet at starte på diplomuddannelsen. Dertil gav klasseundervisningen og de faste fag en god, solid faglig ballast.

- Jeg ville nok aldrig have valgt matematik, hvis jeg havde kunnet undgå det. Nu blev jeg tvunget gennem alle fag – også dem jeg skulle slide for, og siden er der nærmest ikke gået en uge, hvor jeg ikke har nydt godt af det fundament, det gav mig. Jeg møder f.eks. andre studerende i min dagligdag, der ikke har haft statistik, selvom de skal være analysekemikere. Den situation er jeg ikke i.

Virksomhederne bør satse på praktikanter

Charlotte Busk Magnus kom i praktik hos firmaet Syntese A/S i Hvidovre. Det var et stort arbejde at finde en praktikplads, og mange virksomheder svarede slet ikke på hendes henvendelser, selvom hun mødte personligt op, ringede og fik navne på de rigtige kontaktpersoner.

- Det er fuldt forståeligt, hvis man ikke har tid eller overskud til at have en praktikant, men det mindste man kan gøre, er at svare på folks henvendelser. De pågældende firmaer røg da også helt klart ned på min senere jobsøgningsliste, fortæller hun. Hun ser på mig med et intenst blik. Det her betyder noget.

I sin praktik lærte hun at stille laboratorieforsøg op, at bruge batch-journaler og meget mere. Derefter fik hun lov til selv at køre en række forsøg. Hun prøvede alt lige fra at stille forsøgene op, til at udføre dem, og så fik hun også lov til at lave analyserne bagefter.

- Jeg blev holdt godt i hånden af mine kollegaer fra R&D-afdelingen, og det var utrolig lærerigt. Jeg lærte at tænke selvstændigt og at løse problemer her og nu. Det var sjovt at skulle lave sit eget og have nogle deadlines og nogle, der regnede med, at man havde et resultat. Havde det ikke været for dem, havde jeg ikke fået udviklet mine kompetencer i den retning, jeg gerne ville, siger hun.

Et nyt menneske

- Jeg kom tilbage til studiet som et nyt menneske. Nu kunne jeg noget. Jeg havde fået den vigtige oplevelse, at man kan bruge det, man lærer til noget, og jeg var klar mentalt til at starte på kandidatuddannelsen.

Niveauet var højere, men det var ikke for svært. Når Charlotte var i tvivl, talte hun med den pågældende underviser for at høre, om hun havde de nødvendige forudsætninger for at kunne følge med. Hvis beskeden var, at hun skulle læse ekstra på noget, gjorde hun det.

Da Charlotte Busk Magnus var Insta-ingeniør for Engineer the future brugte hun en halv time om dagen på det. Og hun gjorde sig en del tanker om, hvad og hvornår hun postede. Der var især mange, der var interesserede i uddannelsen, hvor hård den var og om skiftet fra diplomingeniør til den mere teoretiske kandidatuddannelse.

Fokus på syntese og medicinalkemi

- Jeg har valgt at arbejde med syntese og medicinalkemi. Og jeg ser mig selv inden for lægemiddeludvikling de næste 10 år, forklarer hun og uddyber:

- Det betyder noget for mig at kunne gøre en forskel. Det kan godt være, at det er læger, der får kredit for at gøre folk raske, men den medicin, de giver patienten, er ofte nøglen i behandlingen. Dvs. at man kan være med i kulissen og gøre en forskel på den måde.

- Netop nu arbejder jeg med computermodellering for at finde egnede stof-kandidater til mit speciale, som jeg skal lave i laboratoriet til efteråret i samarbejde med Københavns Universitet. Efterfølgende skal jeg se, om stofferne rent faktisk kan laves, hvorefter de måske skal testes.

- Planen er, at jeg skal finde et par strukturer, jeg kan arbejde videre med. Det tager lang tid at lave stoffet i laboratoriet, og det er ret avanceret kemi. Målet er at kunne diagnosticere Parkinson tidligere. Når man først har fået symptomer, så er det meget sent at begynde behandling. Hvis man nu kan bruge PET-scanning til at holde øje med, hvordan receptorerne i hjernen har det, kan man fange unormaliteter langt tidligere i forløbet. Udfordringen er at få lavet nogle stoffer, der kan passere hjernebarrieren, samtidig med at de er radioaktive og ikke skader hjernen.

Charlotte Busk Magnus ser ikke sig selv som kommende iværksætter. Hun tror nærmere, hun bliver forsker. Det er et område, hvor hun kan kombinere sin nysgerrighed og interesse for verdens forunderligheder med et reelt og meningsfyldt stykke arbejde.

- Og så vil jeg selvfølgelig fortsat gøre alt, hvad jeg kan for at dele min begejstring for verden med andre. Det bliver man aldrig træt af, siger hun, mens hun tripper lidt. Hun kan næsten ikke vente med at vende tilbage til arbejdet.

1. Sølv kan gå i forbindelse med ilt eller svovlbrinte i vores luft. Derved dannes sølvoxid på overfladen af sølvet. Vi ser det som et sort lag. Man kan også sige, at sølvet bliver oxideret. Når man lægger sølvet ned i blandingen, sker der en redoxreaktion, da det sorte sølvoxid bliver reduceret ved at modtage elektroner fra aluminiumsfolien, og derved gendannes den blanke overflade på sølvet.

Hygroskopiske egenskaber af atmosfæriske partikler i Arktis

De atmosfæriske partikler som udgør forårets Arctic haze i Nordgrønland er stærkt hygroskope. Deres evne til at optage vand fra luften bestemmer deres størrelse og dermed deres evne til at sprede lys og deres evne til at danne skyer, egenskaber som påvirker det regionale klima. Disse egenskaber er målt på Villum Research Station i april-maj 2016.

Af Robert Lange og Andreas Massling,
Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet

De atmosfæriske partikler, som findes i forårsmånederne i Arktis optager effektivt fugtighed fra luften og er effektive kerner for skydannelse. Disse egenskaber, som er afhængige af partiklernes størrelse og kemiske sammensætning, er afgørende for partiklers klimapåvirkning. Det arktiske klima er særligt følsomt over for udefra kommende påvirkninger, og de her beskrevne egenskaber er mulige grunde til den hurtige opvarmning af Arktis.

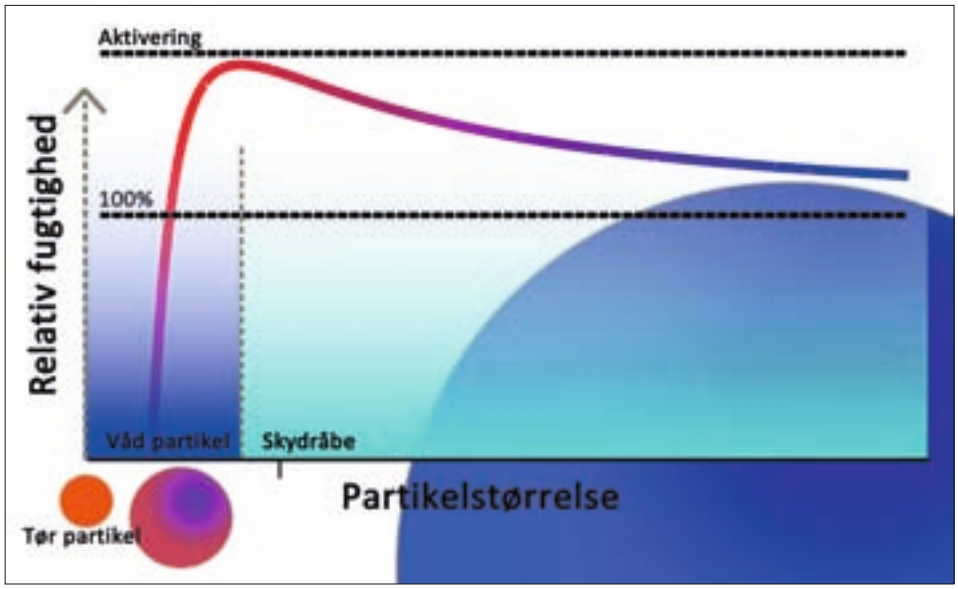
Baggrund

De partikler, som findes i stort antal i atmosfæren, har afgørende virkning på klimaet. Det sker både igennem interaktion med indgående solstråling og udgående jordstråling samt skydannelse [1]. Partiklerne interagerer med luftens fugtighed og partikler, som indeholder hygroskopisk materiale, optager vand fra den omkringliggende luft. Den atmosfæriske vanddamp er i denne situation i ligevægt med vandet i partikelfasen og den resulterende hygroskopiske vækst påvirker bl.a. partiklernes lysspredning. Er luften tilstrækkeligt overmættet med vand, forlader partiklen ligevægtstilstanden og kondensationen

af vand er kun kinetisk begrænset, figur 1. Partiklens størrelse vokser da eksplosivt, og der dannes skydråber. Overordnet set er partikler i størrelsesordenen 50-300 nm, som indeholder hygroskopiske salte, vigtigst for skydannelsen igennem denne proces. Disse har således indflydelse på klimaet. Ligevægten for kondenseringen af vanddamp på en partikel er beskrevet af Köhlerligningen, som sammenfatter effekten af opløste stoffer og ioner, samt effekten af partikeloverfladens krumning:

$$\frac{p_{sat}}{p_0} = a_w \cdot \exp\left(\frac{4\sigma M_w}{RT\rho d_p}\right)$$

Her er p_{sat} vands damptryk over partiklen, p_0 er damptrykket over en flad overflade af rent vand, a_w er vandaktiviteten i partiklen, σ er overfladespændingen, ρ er densiteten, d_p er partikeldiameteren, R er gaskonstanten og T er den absolutte temperatur. Ligningens maksimumpunkt definerer den partikelspecifikke kritiske overmætning. Når denne overskrides, fører det til skydråbedannelse.



Figur 1. Grafisk repræsentation af Köhlerligningen. Den vandrette akse angiver partikelstørrelsen, mens den lodrette akse angiver luftens relative fugtighed. Selvom aksernes rækkefølge kan virke kontraintuitiv er der tradition herfor, således at en givet relativ luftfugtighed fører til en bestemt partikelstørrelse. Oplever en tør partikel luftfugtighed, optager den vand og vokser som beskrevet ved kurven. Stiger den relative luftfugtighed yderligere til en værdi over kurvens maksimum, overskrides aktiveringspunktet og partiklen vokser uhæmmet og bliver til en skydråbe. At aktiveringen er højere end 100% relativ luftfugtighed skyldes meget små partiklers stærke overfladekurvatur, en sådan overmætning opnås igennem for eksempel afkøling af luften.

Yara Praxair er blevet til **Praxair**

Praxair er et af verdens førende industrigasselskaber.

Vores nye navn indebærer fortsat fokus på sikkerhed og på udvikling af nye produkter og teknologi.

Vi fastholder vores lokale tilstedeværelse gennem vores landsdækkende forhandlernet, der sikrer fleksibilitet og leveringssikkerhed.

Vi ser frem til at yde service i verdensklasse til vores kunder på alle områder indenfor tøris, industri-, levnedsmiddel-, medicinske- og specialgasser.

Nyt navn, nye kompetencer og ny teknologi, men fortsat lokal forankring!

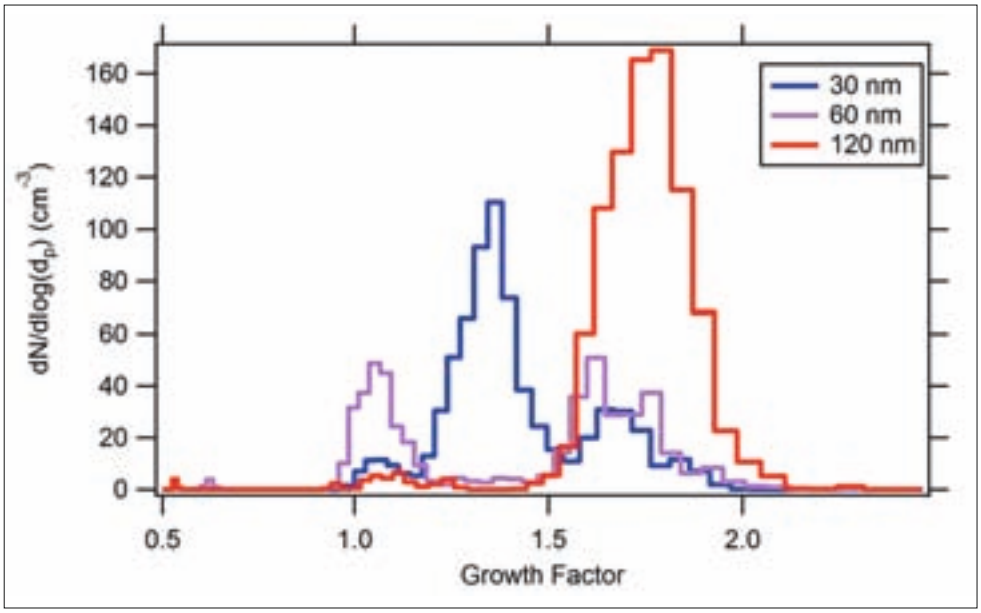
www.praxair.dk

PRAXAIR
Making our planet more productive

Målinger i Arktis

I Arktis findes nogle af jordens mest upåvirkede miljøer. Dog kendes der siden 1950'erne til et fænomen, betegnet som Arctic haze, hvor partikelkoncentrationen i forårsmånederne er tydeligt forhøjet og sigtbarheden er nedsat. Fænomenet er i høj grad forårsaget af menneskeskabt partikelforurening, som er transporteret hertil, og de naturligt meget lave partikelkoncentrationer gør det arktiske klima særligt følsomt over for forøgelser heraf [2]. Interaktionen mellem de tilførte partikler og det regionale klima er ikke fuldstændigt klarlagt endnu, men den deraf resulterende effekt lader til at være en opvarmning [3].

På Institut for Miljøvidenskab ved Aarhus Universitet ønsker vi at forstå, hvordan atmosfæriske partikler og Arctic haze påvirker det regionale klima i Arktis. Derfor har vi for nyligt gennemført en målekampagne på Villum Research Station (VRS) i Nordgrønland, hvor to instrumenter som måler partikel-hygroskopisk vækst og skydannelsesegenskaber blev anvendt. Disse instrumenter er en Humidified Tandem Differential Mobility Analyzer (HTDMA) og en Cloud Condensation Nuclei Counter (CCNC). Ved anvendelse af disse er det lykkes at få et unikt datasæt, som kaster lys over de hygroskopiske egenskaber af Arctic Haze-partikler. Derudover har vi på VRS globalt enestående programmer for kontinuerte målinger af partikelstørrelsesfordelingen samt en række kemiske og fysiske parametre.



Figur 2. Distributioner af vækstfaktorer (Growth Factor) ved 90% relativ luftfugtighed for Arctic haze-partikler med forskellig størrelse. Blå er 30 nm, lilla er 60 nm og rød er 120 nm. Bemærk de meget lave koncentrationer. Data målt 29/4/2016, 03:00-04:00.

Foreløbige resultater

Under transporten til Arktis fra sydligere regioner, udsættes partiklerne for atmosfærisk aldring, som bl.a. medfører oxidering og koagulering af mindre partikler til større. Fremskreden oxidering betyder oftest forhøjet hygroskopicitet, altså stort vandoptag og effektiv dannelse af skydråber. Vi er i skrivende stund i et meget tidligt stadie af databehandlingen, men kan allerede nu tydeligt se, at partiklerne har høj hygroskopicitet. Vi observerede, at ved en relativ luftfugtighed på 88% havde partiklerne en vækstfaktor på omtrent 1.5 og ved 90% omtrent på 1.6. Oftest udviste partikeldistributionen kun en enkelt vækstfaktor som resultat af intern blanding, men vi så også eksempler på det modsatte. Antallet af sammenlignelige studier af hygroskopisk vækst fra Arktis er stærkt begrænset [4], men faktorer på 1,19 og 1,44 er observeret [5]. I figur 2 ses, hvordan små partikler med en diameter omkring 30 nm primært har lav hygroskopicitet, partikler omkring 60 nm består både af partikler med lav og høj hygroskopicitet, hvorimod partiklerne omkring 120 nm overvejende har høj hygroskopicitet. Generelt observeredes der allerede ved en overmætning på 0.1%, den laveste mulige indstilling på CCNC'en, en høj andel af skydråber (ca. 50%). Ved 0.3% overmætning var næsten samtlige partikler omdannet til skydråber. Dette indikerer, at partiklerne er præget af et højt indhold af bl.a. sulfat og oxiderede organiske stoffer, hvilket også er set tidligere [6,7]. Fremtidig analyse af partikelkemidata fra parallelle målinger vil give større sikkerhed herom.

Gennem analyse af de indtil nu opsamlede data, samt forestående kampagner, forventer vi at kunne øge forståelsen af de fysiske- og kemiske egenskaber af partiklerne i Arctic haze. Det vil forhåbentlig føre til en bedre forståelse af deres evne til at vokse, danne skyer og dermed af deres indvirkning på det regionale klima.

Fremtidige perspektiver

Opvarmningen af Arktis forventes at fortsætte, og endda accelerere. Ved at forstå hvilke mekanismer, der driver opvarmningen, kan vi bedre forstå dens forløb og styrke argumenterne for en øget beskyttelse af det enestående og sårbare arktiske miljø. Vi kan derfor ved brug af de gode forskningsfaciliteter på VRS gøre en forskel for fremtidens udvikling i Arktis. Selvom vi stadig er i et tidligt stadie af databehandling, kan vi allerede konkludere, at de målte atmosfæriske partikler i Arktis havde høj hygroskopicitet og var effektive skydannere. Gennem yderligere målekampagner i fremtiden og ved datatolkning vil vi udvide vores forståelse af de hygroskopiske egenskaber af Arctic haze.

E-mail:
Robert Lange: robert.lange@envs.au.dk

Kilder

1. IPCC, Fifth Assessment Report, AR5, 2013.
2. K.S. Law & A. Stohl, Arctic Air Pollution: Origins and Impacts, Science, 315, 2007, 1537-1540.
3. T.J. Garrett & C.F. Zhao, Increased Arctic cloud Longwave Emissivity associated with pollution from mid-latitudes, Nature, 440, 787-789, 2006.
4. E. Swietlicki, H.-C. Hansson, K. Hämeri, B. Svenningson, A. Massling, G. McFiggans, P.H. McMurry, T. Petäjä, P. Tunved, M. Gysel, D. Tupping, E. Weingartner, U. Baltensperger, J. Rissler, A. Wiedensohler & M. Kulamala, Hygroscopic properties of submicrometer atmospheric aerosol particles measured with H-TDMA instruments in various environments – a review, Tellus, 60B, 2008, 432-469.
5. J. Zhou, E. Swietlicki & O.H. Berg, Hygroscopic properties of aerosol particles over the central Arctic ocean during summer, Journal of Ggeophysical Research, 106, D23, 2001, 32.111-32.123.
6. A.M.K. Hansen, K. Kristensen, Q.T. Nguyen, A. Zare, F. Cozzi, J.K. Nøjgaard, H. Skov, J. Brandt, J. H. Christensen, J. Ström, P. Tunved, R. Krejci, & M. Glasius, Organosulfates and organic acids in Arctic aerosols: speciation, annual variation and concentration level, Atmoseric Chemistry and Physics, 14, 2014, 7807-7823.
7. A. Massling, I. E. Nielsen, D. Kristensen, J.H. Christensen, L.L. Sørensen, B. Jensen, Q.T. Nguyen, J.K. Nøjgaard, M. Glasius & H. Skov, Atmospheric black carbon and sulfate concentrations in northeast Greenland, Atmospheric Chemistry and Physics, 15, 2015, 9681-9692

Skal vi være **PARTNERE?**

Bliv FOKUSpartner på Dansk Kemi's digitale medie

KEMIFOKUS

- **Udgiv ubegrænset antal nyheder og pressemeddelelser...**
- **Få dit budskab på hjemmesiden og i nyhedsbrevet til branchen... - inkl. firmanavn og logo!**

dansk kemi

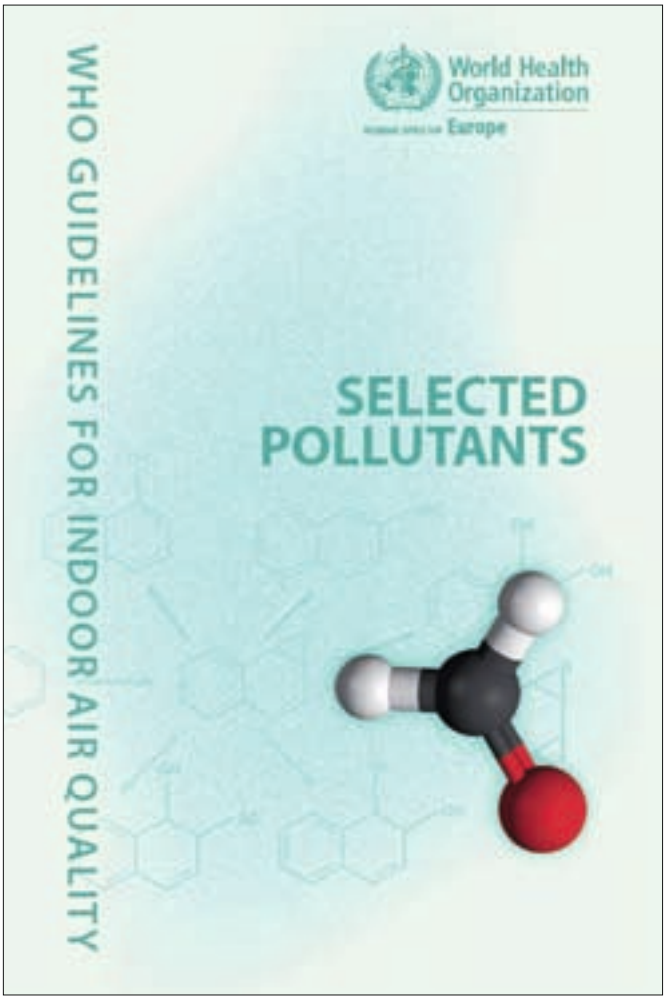
Se mere på www.kemifokus.dk

Revurderet cancerrisiko

ved formaldehydudsættelser i indeklimaet

Tre af NFA's forskere har revurderet WHO's cancerrisikovurdering af formaldehyd. Konklusionen er bl.a., at normale indeklimakoncentrationer af formaldehyd ikke er et problem i vestlige industrialiserede lande.

Af Gunnar D. Nielsen, Søren T. Larsen, Peder Wolkoff, Det nationale forskningscenter for arbejdsmiljø



Formaldehyd forekommer i bygninger, skoler, kontorer og på arbejdspladser. Stoffet dannes også naturligt i kroppen. De kritiske virkninger af formaldehyd i luften er irritation af øjne og luftveje og ved højere koncentrationer næsekræft hos rotter og potentielt også hos mennesker.

Efter en omfattende toksikologisk vurdering satte WHO i 2010 en indeklimanorm på 0,1 mg/m^3 (0.08 ppm), gældende for alle 30 minutters perioder gennem hele livsforløbet. Værdien blev sat for at beskytte mod irritation, men WHO vurderede også, at værdien beskyttede mod cancer. Tre af NFA's forskere har for nyligt revurderet, om WHO's cancer risikovurdering stadigvæk holder, set på baggrund af de mange nye undersøgelser, som er publiceret efterfølgende.

Selv om opdateringen er målrettet WHO's indeklimanorm, indgår forskernes tidligere vurderinger også som et væsentligt led i den nyeste opdatering af grænseværdien for formaldehyd fra EU's Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), da vurderingerne af toksikologiske studier er de samme.

Skelnen mellem type af formaldehyd

En lang række nye toksikologiske undersøgelser i rotter og aber med indånding af isotopmærket formaldehyd ($^{13}CD_2O$) gjorde det muligt at skelne mellem den formaldehyd, vi selv danner (CH_2O) og den formaldehyd, der kommer fra indånding (eksponering). Undersøgelserne viste, at indåndet formaldehyd absorberedes fuldstændigt i næsen og blev omsat fuldstændigt i slimhinden, så indåndet formaldehyd ikke når over i blodbanen, og derfor heller ikke når frem til de indre organer. Formaldehyds mulige påvirkning af de indre organer skyldes derfor alene naturligt (endogent) dannet formaldehyd. Indåndet formaldehyd påvirker derfor alene luftvejenes og øjnenes slimhinder ("portal-of-entry effects"), hvor nul-effekt-niveauet for irritation er 0,5 ppm (0.6 mg/m^3).

Næsecancer ses hos rotter, begyndende omkring 6 ppm (7,4 mg/m^3) og hos mus omkring 14 ppm. Sammenhængen mellem cancerhyppigheden og formaldehyd-koncentrationen hos rotter var non-lineær, dvs. kræfthyppigheden steg voldsomt ved højere koncentrationer. Under 2 ppm (2,5 mg/m^3) var der ikke observeret næsecancer, hvorfor værdien accepteredes som et nul-effekt-niveau.

Modstridende resultater i epidemiologiske studier

Epidemiologiske studier har vist modstridende resultater med hensyn til formaldehyds evne til at fremkalde næsecancer hos mennesker. WHO's vurdering tog ikke stilling til validiteten af de epidemiologiske undersøgelser, men tog udgangspunkt i en kohorte etableret af National Cancer Institute (NCI) i USA omfattende omkring 25.000 personer, hvor 10 personer havde næsecancer, heraf to blandt ca. 4.000 ikke-formaldehyd udsatte personer. Revurderingen tog afsæt i den seneste follow-up-undersøgelse fra 2013. I denne undersøgelse var der ingen øget hyppighed af næsecancer under en koncentration på 1 ppm (1,23 mg/m^3) formaldehyd som gennemsnit over en arbejdsdag eller under 4 ppm (5 mg/m^3) spidskoncentrationer. De samme "nul-effekt værdier" blev set i den tidligere follow-up-undersøgelse fra 2004, som dannede udgangspunkt for WHO's normvurdering. Da der i andre store

studier ikke er set en øget hyppighed af næsecancer, kan det meget vel være, at WHO overvurderer farligheden.

Det er et stående stridspunkt mellem toksikologer og epidemiologer, om formaldehyd kan medføre leukæmi, herunder myeloid leukæmi. Relevante toksikologiske undersøgelser viser, at indåndet formaldehyd ikke når til blodmarven, hvor det kunne medføre leukæmi. Den seneste follow-up-undersøgelse fra 2009 af NCI-kohorten viste ingen overhyppighed ved gennemsnitlige formaldehydkoncentrationer under 1 ppm og spidskoncentrationer under 4 ppm. Imidlertid viste NCI-kohorten en øget hyppighed af Hodgkin's lymfom, en form for lymfeknudekræft. Det besynderlige er, at Hodgkin's lymfom ikke er observeret i andre store kohorter med formaldehydeksponering. Sygdommen er heller ikke sat i forbindelse med udsættelse for kemiske stoffer. Da WHO's normværdi var under gennemsnitskoncentrationen og spidskoncentrationen for øget sygdomshyppighed af Hodgkin's lymfom, vurderes normværdien at beskytte mod alle potentielle kræftformer.

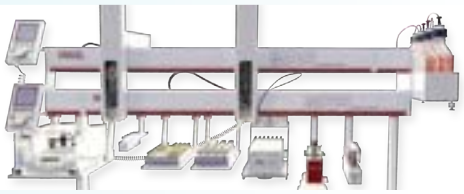
Anvend WHO's norm

WHO's norm gør det nemt at vurdere, om en given formaldehydkoncentration i indeklimaet kan medføre en sundhedsmæssig risiko. Det bør også bemærkes, at der er en stor sikkerhedsmargin mellem normværdien og potentielle skadelige virkninger. WHO's vurdering er dog ikke den eneste måde, der anvendes ved risikovurdering af formaldehydkoncentrationer i indeklimaet. USA EPA anvender traditionelt lineær ekstrapolation for kræftfremkaldende stoffer, herunder også for formaldehyd. Det medfører, at metoden beregner en kræftrisiko for alle koncentrationer af formaldehyd, også niveauer under WHO's normværdi. Metoden er imidlertid i direkte modstrid med, at sammenhængen mellem næsekræfthyppigheden og formaldehydeksponeringen i dyreforsøg er non-lineær. DNA-skaderne i næsen viser dertil non-lineær sammenhæng med eksponering og indånding af op til 1 ppm formaldehyd påvirker ikke formaldehydkoncentrationen i næsens epitelceller, da den endogent dannede (naturlige) formaldehyd langt overstiger det bidrag, der kommer fra indåndingsluften. Ved at anvende USA EPA's risikoberegning er mange indeklimaundersøgelser nået til den konklusion, at normale indeklimakoncentrationer udgør et stort sundhedsmæssigt problem. Derimod vurderes normale indeklimakoncentrationer af formaldehyd ikke at være et problem i vestlige industrialiserede land, hvis WHO's norm anvendes. Normen understøttes af de nyeste og bedste studier. En anvendelse af USA EPA's vurderingsmåde medfører derfor, at der spildes ressourcer på en potentiel forebyggelse uden sundhedsmæssig virkning.

E-mail:
Dr. Pharm. Gunnar D. Nielsen: gdn@arbejdsmiljoforskning.dk

Kilde
Nielsen G.D., Larsen S.T., Wolkoff P. Re-evaluation of the WHO (2010) formaldehyde indoor air quality guideline for cancer risk assessment. Arch Toxicol 2016; DOI 10.1007/s00204-016-1733.9
Link til SCOELs (juli 2016) revurdering.

GERSTEL



Thermal Desorption Unit

- Fuldt automatiseret prøvehåndtering
- Desorption direkte til GC-injektionsport
- Desorption fra
  - fast stof
  - tenax-rør
  - twister
  - væske
- Konc. fra ppb til %

MSCi

MSCi Bøgesvinget 8 DK-2740 Skovlunde +45 44 53 93 66 info@msconsult.dk www.msconsult.dk

Enzymtyggegummi

- en ny vej til forbedret jernoptag

Jernmangel er et udbredt globalt problem. Nu indikerer ny forskning, at et stykke tyggegummi med enzymet fytase kan være med til at forbedre optag af jern, hvis det tygges efter et fytinsyreholdigt måltid.

Af Anne Veller Friis Nielsen og Anne S. Meyer,
Institut for Kemiteknik, Danmarks Tekniske Universitet

Jernmangel berører ca. to milliarder mennesker verden over. Samtidig er jernmangel den eneste type næringsstofmangel, der har betydelig forekomst i de industrialiserede lande. Især kvinder i den fødedygtige alder og børn er i risikogruppen. Mange basisfødevarer, eksempelvis fuldkornsprodukter, indeholder betydelige mængder af jern, som dog oftest har meget lav biotilgængelighed svarende til ca. 2-3% optag i kroppen. Til sammenligning optages mellem 15 og 35 % af det jern, der indtages fra kød. Denne lave biotilgængelighed af jern fra fuldkornsprodukter skyldes primært, at mange fuldkornsprodukter har et højt indhold af fytinsyre, som binder jern (og andre mineraler, eksempelvist zink) og derved hindrer optaget af jern fra fuldkorn. Nu indikerer ny forskning, at et stykke tyggegummi

med enzymet fytase kan være med til at forbedre optag af jern, hvis det tygges efter et fytinsyreholdigt måltid eksempelvis ved indtag af fuldkornsprodukter. Fytasen, som frigives fra tyggegummiet ved tygning, ser ud til at kunne fordre at fytinsyre nedbrydes i mavetarmsystemet, hvorved biotilgængeligheden af jern øges, se figur 1, side 18.

Fytinsyre hæmmer optaget af jern

Fytinsyre (myo-inositolhexakisfosforsyre) fungerer som naturligt fosfatoplagringsmolekyle og findes i betydelige mængder i mange korntyper. Fytinsyre udgør f.eks. op til ca. 2,5% af tørstofvægten i hvedekerner og durra, sædvanligvis med den største forekomst i skaldelene. Fuldkornsprodukter indeholder dermed væsentligt mere fytinsyre end mere raffinerede kornprodukter, som omvendt også indeholder mindre mængder af naturligt forekommende mineraler. For f.eks. hvede og durra er jernindholdet i fuldkorn mellem 3 og 5 mg pr. 100 g og har dermed potentiale til at bidrage med en betydelig del af de 1-2 mg, som vi i gennemsnit skal optage pr. dag for at opretholde jernstatus. Fytinsyre forekommer naturligt i korn i kompleks med diverse metalioner via kelering med de negativt ladede fosfatgrupper. Denne kelering medvirker til, at fytinsyre ofte betragtes som et antinæringsstof, idet fytinsyrekelering af f.eks. jernioner i mavetarmsystemet mindsker optaget af jern betydeligt. Især for jern, hvor næringsstofmangel er udbredt, er dette et potentielt problem.

Fytaser (myo-inositolhexakisfosfat fosfohydrolase) (EC 3.1.3.8, EC 3.1.3.26 og EC 3.1.3.72) katalyserer første trin i defosforyleringen af fytinsyre, hvorefter sekventiel defosforylering følger, figur 2, side 18. Ved defosforylering af fytinsyre nedsættes den kelerende effekt forholdsvist i takt med afkløvningen af fosfatgrupperne, og det er vist, at biotilgængeligheden af jern påvirkes negativt af inositolfosfater med tre fosfatgrupper eller mere, figur 2 [1]. I relation til at øge biotilgængeligheden af jern med fytasekosttilskud er en af udfordringerne at få defosforyleringen til at ske allerede i mavesækken, idet jern primært optages under passagen gennem tolvfingertarmen, dvs. inden tyndtarmen. Både bakterier, gær og filamentøse svampe producerer fytase (forskellige typer) og ligeledes er der også fytase i korn, især i hvede. Fytase i hvede kan katalysere defosforyleringen under f.eks. hævning af dej i forbindelse med brødbagning, men da enzymet har pH-optimum under svagt sure betingelser er effekten bedst under surdejsbetingelser og/eller ved langtidshævning. Ved indtag af fuldt fosforyleret fytinsyre (dvs. fytinsyren ikke er blevet defosforyleret under f.eks. gæring), vil delvis defosforylering kunne ske i maven, hvis fytaser med de rette egenskaber er til stede. Her har kornets egne fytaser oftest dårlige betingelser grundet lav pH i mavesækken samt tilstedeværelsen af pepsin, som nedbryder fytasen. Forskellige mikrobielle fytaser har vist potentiale i forhold til at defosforylere fytinsyre (fra kornholdige måltider) i mavesækken og øge optaget af blandt andet jern og zink [2-4].

Især fytasen fra *Aspergillus niger* har vist potentiale, og verdenssundhedsorganisationen har evalueret indtag af denne fytase som værende sundhedsmæssigt forsvarlig [5].

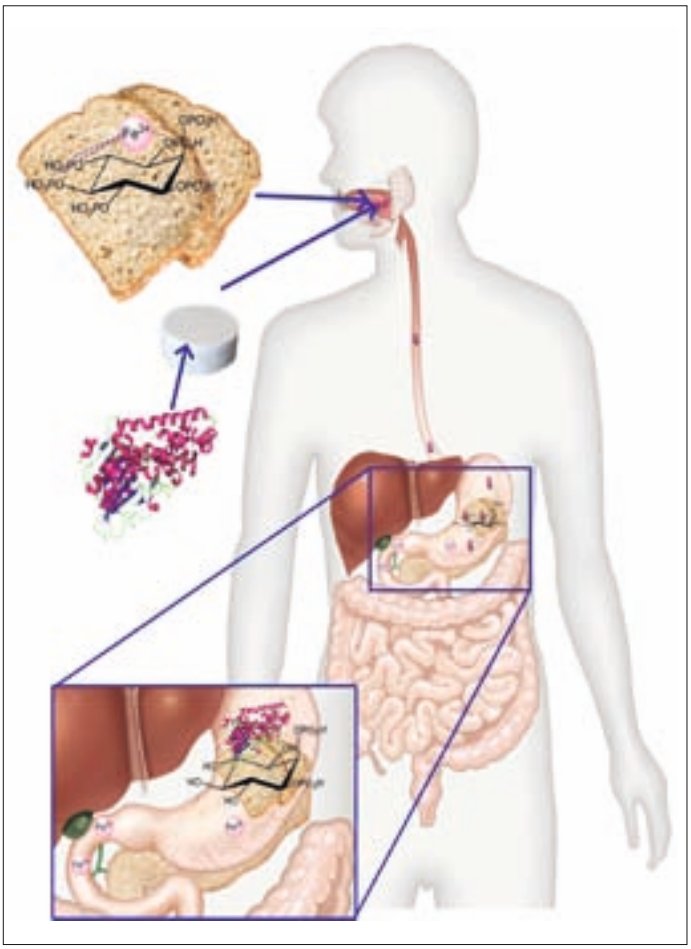
Tyggegummi som doseringsform

Vi har fornylig demonstreret potentialet af at inkorporere fytase i tyggegummi. To forskellige mikrobielle fytaser (fra *Escherichia coli* og *Aspergillus niger*) blev inkorporeret i tyggegummitabletter, hvorefter frigivelse under tygning blev simuleret i en tyggemaskine og den resterende enzymaktivitet kvantificeret i buffer (20 mM KH_2PO_4).

Forsøgene viste for begge de afprøvede mikrobielle fytaser, at det meste af enzymet (>50%) blev frigivet inden for det første minut af den simulerede tygning, og at enzymet stort set ikke tabte specifik aktivitet under processen med at producere tyggegummiet og frigivelse til "spyttet" ved tygning. Et præliminært stabilitetsstudie viste desuden, at minimum 95% af enzymaktiviteten var intakt efter opbevaring af tyggegummistykkerne ved stuetemperatur og 60% relativ fugtighed i 1½ måned. Dette giver en indikation af, at produktet vil have god holdbarhed hos forbrugerne; ikke mindst hvis det opbevares i lufttæt emballage, som det typisk er tilfældet med medicinsk tyggegummi.

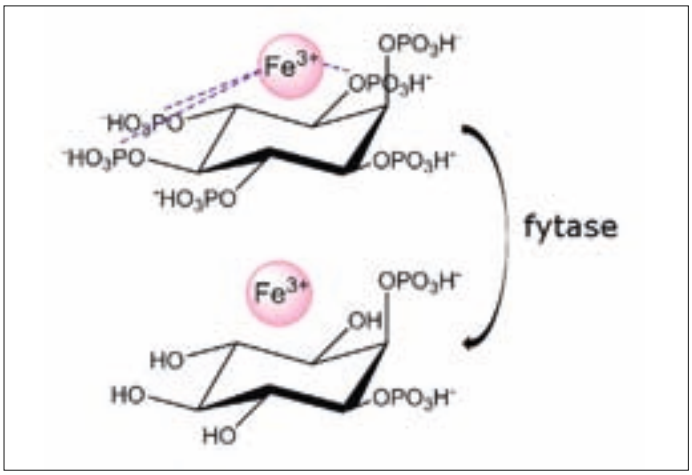
Fytasedosis

Fytasedosen, der blev testet i ovennævnte tyggegummiforsøg, var fastlagt på baggrund af tidligere *in vitro*-forsøg i simulerede mavebetingelser [4,6]. I disse forsøg testede vi nedbrydningen af fytinsyre, dels i sin oprensede form [4] og som bestanddel i risklid, hvedeklid og durra [6]. Risklid og hvedeklid udgør den særligt fytinsyreholdige del af hhv. fuldkornsris og -hvede.



Figur 1. Tyggegummi med enzymet fytase kan være med til at forbedre jernoptaget, hvis det tygges efter et fytinsyreholdigt måltid. Fytasen frigives til spyttet og katalyserer i mavesækken defosforylering af jernoptagsinhibitoren fytinsyre, hvorved jern frigives og gøres mere tilgængeligt for optag i tolvfingertarmen.

Hvede og ris er kaloriemæssigt de vigtigste fødevarer globalt set med produktionsvoluminer på hhv. 650 og 825 millioner tons årligt, mens durra er en vigtig afgrøde i specielt Afrika og Indien grundet dens høje resistens mod tørke. Fytinsyrenedbrydningen blev testet ved lav pH (2 og 5) og med tilsætning af pepsin for at simulere betingelserne i en mavesæk efter et måltid. Forsøgene viste, at fytinsyre og inositolfosfater med fosforyleringsgrad ned til og med tre (mellemprodukter fra defosforyleringen med fytase), som stadig kan hæmme optag af jern, stort set var nedbrudt inden for 15-30 min. under de simulerede mavebetingelser med en dosis svarende til 0,4 fytaseaktivitetsenheder pr. µmol fytinsyre i de respektive kornsubstrater. Opfølgende forsøg i samme simulerede mavesystem har demonstreret, at fytaserne via denne fytinsyre-defosforylering forårsager frigivelse af jern (og zink) fra fytinsyre i hvedeklid, risklid og delvist fra durra [6].



Figur 2. Fytaser katalyserer første trin i defosforyleringen af fytinsyre, hvorefter yderligere fytasekatalyseret sekventiel defosforylering følger.

Denne dosis blev til tyggegummiforsøgene omregnet til den mængde fytase, der skal til for at katalysere en tilsvarende nedbrydning af fytinsyreindholdet i to skiver brød af fuldkornshvede (antagelse: 35 g total vægt pr. skive og 10% hvedeklid på tørvægtsbasis) og svarede til hhv. 2,6 og 0,12 mg fytaseenzymprotein for *A. niger* og *E. coli*-fytasen (forskel i mængden skyldes store forskelle i specifik aktivitet).

Med disse små doser vurderer vi, at fytasetyggegummi – også prismæssigt – vil udgøre et godt supplement på vejen mod forbedret jernstatus.

E-mail:
Anne Veller Friis Nielsen: anneveller@gmail.com

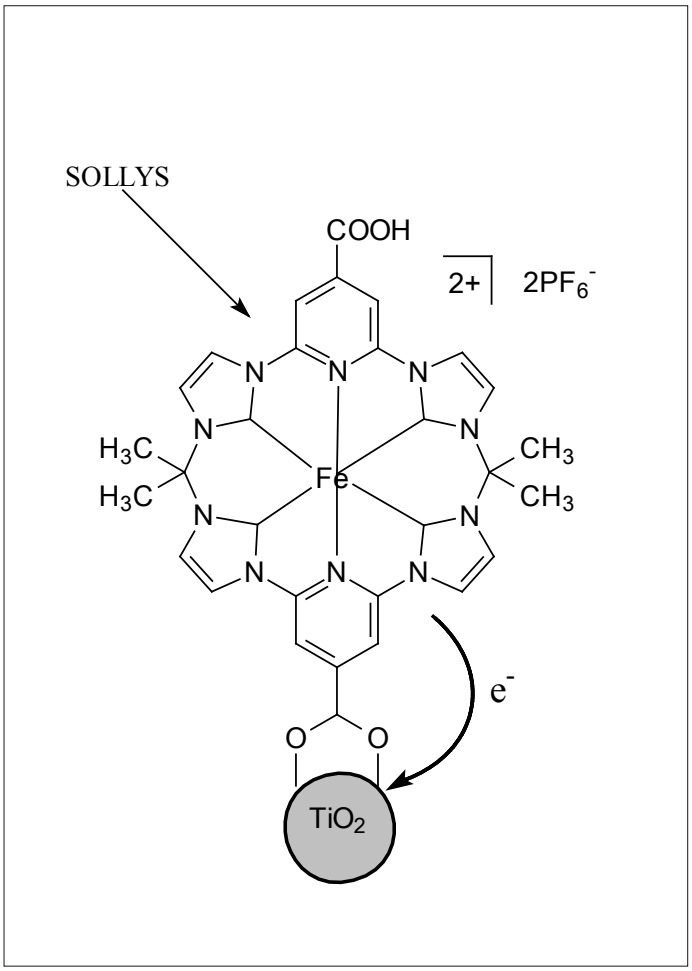
Referencer

1. Sandberg, A.-S.; Brune, M.; Carlsson, N.-G.; Hallberg, L.; Skoglund, E.; Rossander-Hulthén, L. Inositol phosphates with different numbers of phosphate groups influence iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr* **1999**, 70, 240-246.
2. Sandberg, A.-S.; Hulthén, L. R.; Türk, M. Dietary *Aspergillus niger* phytase increases iron absorption in humans. *J Nutr* **1996**, 126, 476-480.
3. Nielsen, A. V. F.; Tetens, I.; Meyer, A. S. Potential of phytase-mediated iron release from cereal-based foods: a quantitative view. *Nutrients* **2013**, 5, 3074-98.
4. Nielsen A. V. F.; Nyffenegger C.; Meyer A. S. Performance of microbial phytases for gastric inositol phosphate degradation. *J Agric Food Chem* **2015**, 63, 943-950.
5. World Health Organization *Safety evaluation of certain food additives*; WHO Food Additive Series 67. WHO Press: Geneva, Switzerland, **2012**.
6. Nielsen A.V.F; Meyer A. S. Phytase-mediated mineral release from cereals under gastric *conditions in vitro. J Sci Food Agric* **2016**, 96, 3755-3761.

Nyt om …

… Solceller med jernkomplekser

Når man direkte vil forvandle solenergi til elektricitet, må man konstruere en solcelle, der kan gøre dette. Man har haft succes med nogle solceller kaldet Grätzel-solceller eller Dye-Sensitized Solar Cells. Man har i disse med succes anvendt rutheniumkomplekser, problemet er imidlertid til stordrift, at ruthenium er et af de mere sjældne metaller på jorden. Ru(II) og Fe(II) ligner hinanden. Almindelige jernkomplekser taber imidlertid energien for hurtigt til, at de kan anvendes i praksis. Forskere



i Lund har imidlertid nu lavet det viste jernkompleks, der kan holde på energien 100 gange længere end andre komplekser. Endvidere har det en høj effektivitet til at omdanne lysenergien til elektroner, når det fæstes på en titandioxidelektrode.

Carl Th.

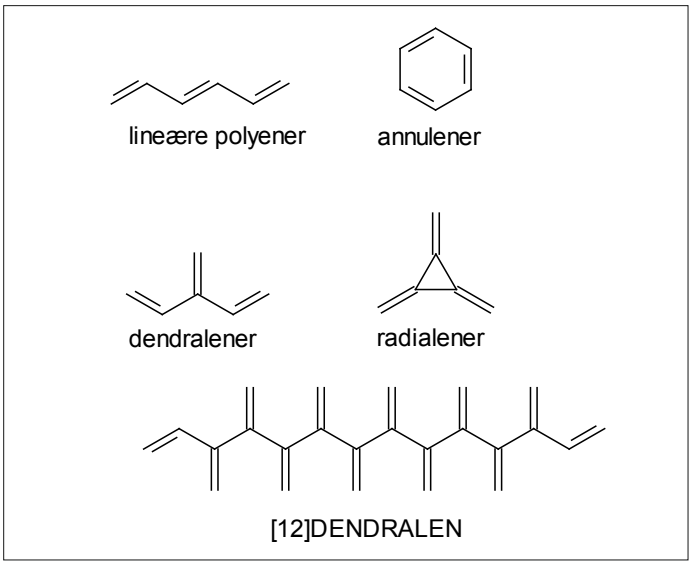
Iron sensitizer converts light to electrons with 92% yield, *Nature Chemistry* 7, 2015 side 883. DOI: 10.1038/nchem.2365.

Nyt om …

… Dendralener

Dendralenerne udgør en af de fire grupper af oligo-olefinske strukturer, der udelukkende består af sp^2-hybridiserede carbon-atomer, som vist. Til omkring år 2000 var kun [3] og [4]dendralen kendte. De manglende medlemmer op til [12] dendralen er nu blevet syntetiseret og beskrevet. De er reaktive, men isolerbare under normale laboratorieomstændigheder. [12] dendralen er en farveløs olie. Dendralenerne kan fremstilles ved det, man kan kalde en iterativ metode ud fra det foregående medlem.

Discovery and Computational Rationalization of Diminishing Alternation in [*n*] Dendralenes, *Journal of the American Chemical Society* 2016, **138**, side 1022. DOI: 10.1021/jacs.5b11889.



En ny historie om guld og svovl

- guld-svovlbindingen i thiolers adsorption på guldnanopartikler og plane guldoverflader

En netop publiceret større australsk-dansk undersøgelse giver ny indsigt i, hvordan thioldækkede Au-overflader er opbygget. Det har betydning for design, syntese og dannelsesmekanismer for Au-nanopartikler og Au-overflader med skræddersyede fysiske og kemiske egenskaber.

Af Qijin Chi[1], Michael J. Ford[2], Arnab Halder[1], Noel S. Hush[3,4], Jeffrey R. Reimers[2,5], Jens Ulstrup[1] og Jingdong Zhang[1] (alfabetisk rækkefølge)

[1]Kemisk Institut, Danmarks Tekniske Universitet
[2]School of Mathematical and Physical Sciences, The University of Technology Sydney
[3]School of Chemistry F11, The University of Sydney
[4]School of Molecular Bioscience, The University of Sydney
[5]International Centre for Quantum and Molecular Structures, College of Sciences, Shanghai University

Guld (Au) har i årtusinder været skattet som økonomisk investering til kultiske formål og i smykkekunst. 1-100 nm Au-nanopartikler (AuNP'er) besidder ydermere unikke fysiske egenskaber, og allerede i antikken blev det anvendt til glas- og overfladedekoration.

Lycurgusglasbægeret (4. århundrede efter Kr.) på British Museum vises ofte som eksempel på antikkens AuNP-teknologi, figur 1.

I nutiden indgår AuNP'er i mere sofistikerede sammenhænge som heterogen katalyse af kemiske og elektrokemiske processer og i medicinsk diagnose og terapi, men også stadig til dekorative formål. For at undgå at AuNP'erne klumper sig sammen og mister deres unikke fysiske egenskaber, må de omgives af et beskyttende molekylært monolag, lidt som når teen i en tepotte bringes til at bevare varme og smag ved brug af en tehætte ("tea cosy"). Organiske thioler kan bindes til Au-overfladen som en sådan beskyttende "lim", der holder partiklerne sammen og forhindrer sammensmeltning. Molekylernes modsatte ende kan være hydrofobe, hydrofile, elektrisk neutrale eller ladede grupper, der kan frastøde andre AuNP'er eller bindes til andre molekyler, f.eks. store biologiske molekyler som proteiner, f.eks. i medicinsk sammenhæng.

Figur 1. Lycurgusbægeret, Rom 4. århundrede efter Kr. British Museum. Tv.: lysabsorption, th.: lysspredning. Farvespillet er forårsaget af 50 nm AuNP'er (strengt taget Au/AgNP'er) i glasset. Rødt viser absorption, grønt refleksion.

Adsorberede thioler på AuNP'er og plane guldoverflader

Guld-nanopartikler og guldoverflader er ikke i sig selv nyt, men en netop publiceret større australsk-dansk undersøgelse [1] har givet ny indsigt i, hvordan thioldækkede Au-overflader er opbygget. Det har betydning for design, syntese og dannelsesmekanismer for AuNP'er og Au-overflader med skræddersyede fysiske og kemiske egenskaber.

Au-S-bindingen er her central. I mere end 30 år har konsensus været, at thioladsorption forløber ved en redoxproces:

$$R\text{-}SH + Au(0) \rightarrow R\text{-}S\text{-}Au(I) + \tfrac{1}{2}H_2 \quad (1)$$

hvor Au(0) oxideres til Au(I), og en binding mellem thiolat og overfladens Au-atomer i oxidationstilstanden +1 etableres. Au(I)-thiolatbinding er velkendt i molekylære Au-S-komplekser og et af de bedste eksempler på elektronisk "bløde" metalioners koordination

til "bløde" ligander. Au-atomer i AuNP- og plane Au-overflader har imidlertid helt andre egenskaber end i Au(I)-komplekser. Den nye undersøgelse har fastslået, at bindingen mellem Au-overfladeatomer og thioler ikke er Au(I)-thiolat, men binding mellem Au(0) og et thiylradikal, R-S·. Direkte kontakt mellem en AuNP eller Au-overflade og thiolat fører i stedet til ætsning eller opløsning af overfladen.

En ny historie om guldoverfladers Au-S-thiolbinding

De nye resultater giver den første brede forståelse af AuNPs og Au-overfladers Au-S-bindinger og af svovlforbindelsers beskyttelse af Au-overfladerne og videre af de komplekse mekanismer ved dannelse af 1-100 nm AuNP'er. Som nævnt er Au-S-bindingen ikke Au(I)-thiolat som hidtil troet, men bestemt af de kvantemekaniske kræfter, vi kender som van der Waals kræfter. Blandt alle almindelige grundstoffer er van der Waals-bindingen mellem guld og svovl en af de stærkest kendte.

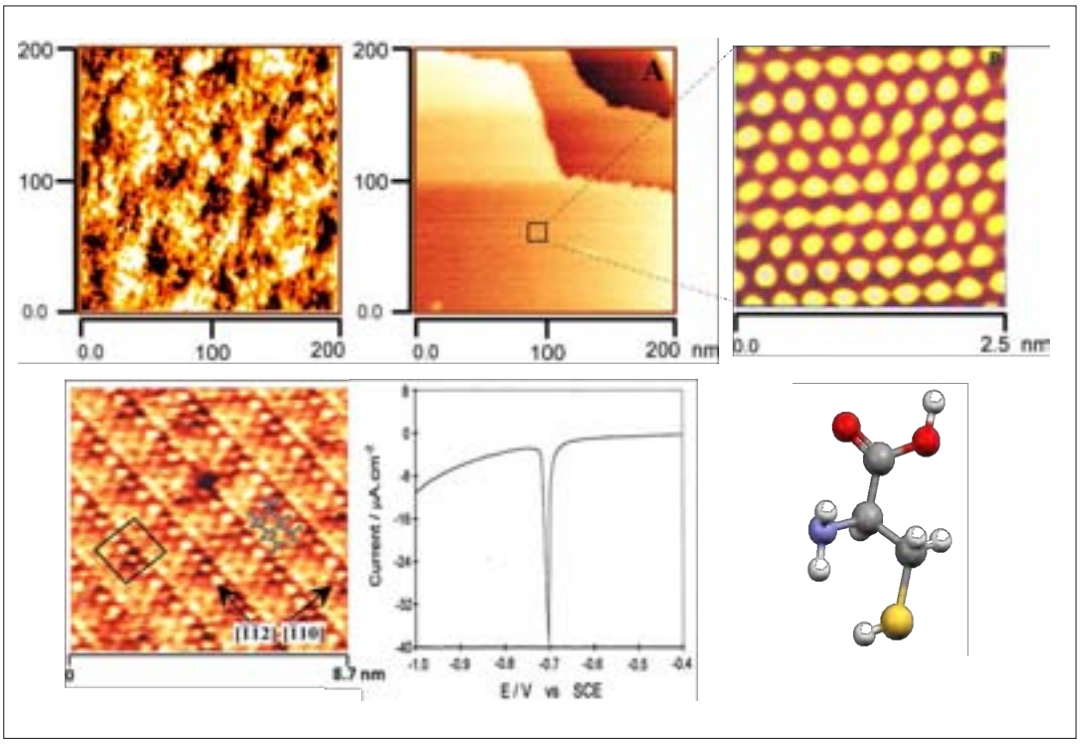
Afklaringen af den fundamentale Au-S-enheds natur er baseret på omfattende analyse af spektroskopiske, termodynamiske og elektrokemiske data, støttet af teoretiske (DFT)-beregninger på store systemer, hvor hele enhedsceller af adsorberede thioler og realistiske Au-overflademodeller såvel som solventmolekyler er medtaget. Forskellen mellem Au(I)-thiolat og Au(0)-thiyl er ikke blot semantisk. Au(I)-thiolat og Au(0)-thiyl har helt forskellige egenskaber afspejlet samstemmende i de store beregninger og de mange eksperimentelle data. Den elektroniske forskel mellem Au(I)-thiolat og Au(0)-thiyl er illustreret simplificeret i figur 4.

Scanning tunnelmikroskopet og thiolmolekyler på atomart plane guldoverflader

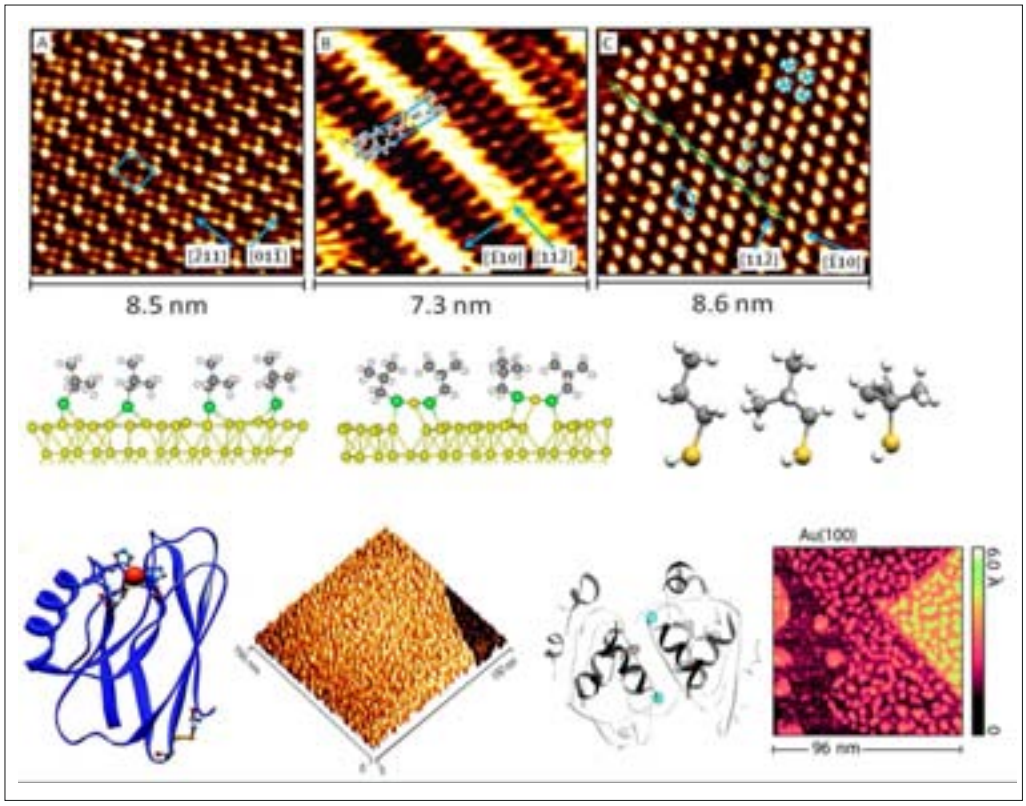
Afgørende i forståelse af Au-S-bindingen har været elektrokemi med atomart plane elektrodeoverflader kombineret med scanning tunnelmikroskopi direkte i de vandige medier (in situ STM). I STM føres en tynd nål ned til molekylær afstand fra en ledende overflade. Ved at påtrykke en spænding mellem nål og overflade vil en elektrisk strøm (strøm af elektroner) bringes til at løbe. Alt stof er elektrisk ledende i disse små skalaer, ved en kvantemekanisk effekt betegnet tunneleffekten, men strømmen afhænger nøje af det "stof", der befinder sig mellem nålen og overfladen, herunder adsorberede molekyler, der leder tunnelstrømmen forskelligt. Ved udnyttelse af dette princip kan overfladen og de adsorberede molekyler kortlægges, direkte i vandige kemiske og biologiske medier og helt nede på det enkelte molekyles eller endog atoms niveau, figur 2 og 3.

For at *(in situ)* STM fuldt ud skal komme til sin ret, må overfladerne være af højeste kvalitet. Figur 2, øverste række, viser forskellen mellem en normal polykrystallinsk Au-overflade poleret spejlblank, så ingen kan se med det blotte øje, at overfladen er andet end absolut plan, men i 200 nm skala ligner overfladen et bjerglandskab, hvor adsorberede molekyler aldrig ville opdages. Til sammenligning er vist en langt mere velordnet atomart plan Au(111)-overflade. I 2,5 nm skala kan vi endda "*se*" de enkelte guldatomer, her direkte i 0,1 M perchlorsyre. Sådanne overflader er afgørende for at kunne kortlægge adsorberede molekylers struktur og elektronledning nede på det enkelte molekyles niveau, hvor en helt ny verden åbner sig.

Figur 2, nederste række, viser et enkelt eksempel, aminosyren cystein (strukturen vist til højre) på en Au(111)-overflade. Et netværk af strukturer i molekylær skala ses tydeligt i *in situ* STM-billedet. Det sorte hul i midten er et manglende Cys-molekyle, der viser, at de større trekantede strukturer ikke kan være enkeltmolekyler af cystein. Figur 2, midten, viser et ▶



Figur 2. Øverst tv.: *In situ* STM af polykrystallinsk Au-overflade. 200 × 200 nm². Adsorberede molekyler vil meget vanskeligt kunne opdages i disse omgivelser. Midten: Tilsvarende billede af en atomart plan enkeltkrystal Au(111)-overflade. Th.: I 2,5 × 2,5 nm² skala kan de enkelte Au-atomer direkte ***ses***. 0,1 M perchlorsyre. Nederst tv.: *In situ* STM-billede af meget velordnet monolag af aminosyren cystein (billedet th.) på en atomart plan Au(111)-overflade i vandig buffer. Midten: Lineært sweep voltammogram med meget skarpt elektrokemisk signal fra processen i lign. (2).



Figur 3. Øverst tv.: *In situ* STM-billeder af de tre alkanthioler vist th. i midterrækken. Midten: Direkte adsorption (tv.) og adsorption via "atomar guldminedrift" (midten): Alkanthiolen graver guldatomer ud af guldoverfladen og bindes dernæst på forskellig måde til de udgravede guld-adatomer.
Nederst: Struktur og *in situ* STM af to proteiner bundet til Au(111)-overfladen via thiolgrupper, det blå kobberprotein azurin tv. og human insulindimer th. De lyse pletter er proteinmolekyler i fuld elektronledende funktion direkte i det vandige biologiske medium. Alle *in situ* STM-billeder i vandige buffere.

elektrokemisk såkaldt lineært sweep volt-ammogram. Signalet svarer til den elektrokemiske proces i modsat retning af processen i lign. (1), kaldet reduktiv desorption

$$e^- + R\text{-}S\text{-}Au(I) + H^+ \rightarrow R\text{-}SH + Au(0) \qquad (2)$$

hvor RSH frigøres igen. Jo skarpere dette signal er, jo mere strukturelt ordnet er det molekylære lag. Signalet på figur 2 er overmåde skarpt og afspejler Cys overfladelagerets meget veldefinerede struktur. Et tilsvarende signal på en polykrystallinsk Au-overflade er udtværet og meget bredere. Fra arealet under signalet kan den elektriske ladning, overført ved den elektrokemiske proces, bestemmes præcist og dermed antallet af overfladebundne molekyler, der deltager i den elektrokemiske proces. Heraf kan det videre konkluderes, at hver af de trekantede områder i *in situ* STM-billedet svarer til ***seks*** Cys-molekyler.

Figur 3 viser andre eksempler. De tre alkanthioler 1-propanthiol. 2-butanthiol og *tert*-butanthiol er alle bundet til Au(111)-overfladen via Au-S-binding, men til trods for molekylernes nære slægtskab er både Au-S-binding og molekylernes organisation på overfladen vidt forskellig. En sådan visualisering åbner for ny forståelse af faste overfladers struktur og dynamik med en grad af detalje, der aldrig ville opdages ved makroskopisk teknologi.

Højopløste data som i figur 2 og 3 danner basis for nye overvejelser vedrørende den kemiske Au-S-bindings natur i de molekylære monolag. Figur 3 illustrerer videre diversitet og kompleksitet i den mikroskopisk/molekylære kortlægning af både små molekyler som alkanthioler og store molekyler som proteiner.

Fortolkning af *in situ* STM som i figur 3 kræver støtte fra store elektronstrukturberegninger. Resultatet er yderligere detaljerigdom. Den *eneste* alkanthiol, der bindes direkte til en plan Au(111)-overflade er således den voluminøse *tert*-butanthiol (længst til højre). Ligekædede alkanthioler og den delvist forgrenede sekundære butanthiol bindes i stedet ved atomar "guldminedrift", figur 3, midten. De forskellige mønstre er betinget af et nøje samspil mellem molekylernes Au-S-binding til overfladen og deres indbyrdes fysiske påvirkning. *In situ* STM-billederne er "beyond state-of-the-art", men en sådan detaljerigdom kunne aldrig uddrages uden beregningsmæssig støtte.

Au-S-bindingen i molekylære guldkomplekser og på faste Au-overflader

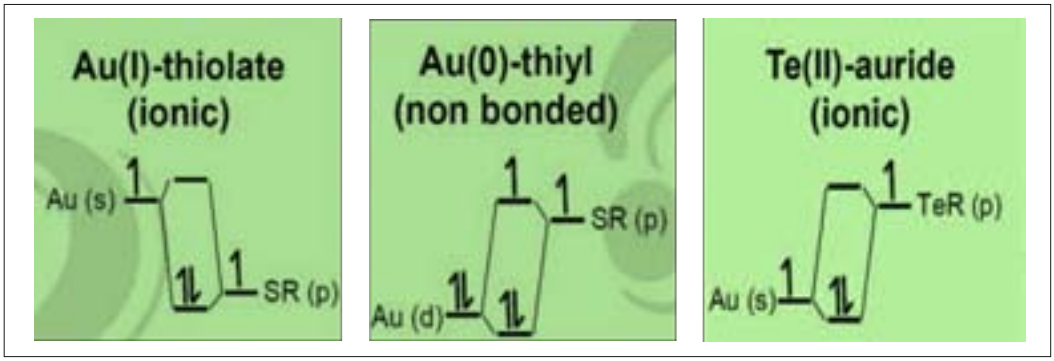
Figur 4 illustrerer ved simple molekylorbitaldiagrammer forskellen mellem en Au(I)-thiolat og en kovalent Au(0)-thiyl van der Waals binding. Au-atomets elektronstruktur i grundtilstanden er $5d^{10}6s^1$. Molekylære Au-kompleksers Au-S binding er mellem 6s orbitalens åbne skalstruktur og en af svovls 3p elektroner. Svovls elektronegativitet er større end gulds og den resulterende struktur svarer derfor til diagrammet tv. i figur 4, som vi forbinder med Au(I)-thiolatbinding. Tellur længere nede i gruppe 16 har mindre elektronegativitet end guld, og Au-Te-bindingen kunne naturligt betegnes "telluraurid" og ikke "guldtellurid", figur 4 th.

Den umiddelbart vigtigste forskel mellem Au-enkeltatomer og Au-overflader er, at stærke Au-Au vekselvirkninger - kaldet aurofile - forskyder Au's elektroniske s-bånd væk fra Au's Fermi niveau. Herved overtages Au's binding til svovl af 5d-elektronerne, figur 4, midten. Au reagerer nu med svovl via en fyldt d-elektronskal og uden elektronforskydning som i Au(I)-thiolat, det vi netop plejer at betegne som van der Waals kræfter. Au(I)-thiolat er i stedet nu blevet en anslået elektronisk tilstand. Denne form for kvantemekanisk vekselvirkning er særligt stærk i kombinationen guld og svovl og også det, der gør guld til ædelmetal, mens Au-***atomers*** langt større kemiske reaktivitet skyldes deres $6s^1$ elektron.

Bindingsskemaer som beskrevet er – netop skematiske. Forskellig grad af s-d-hybridisering vil modificere skemaet, men alle beregninger og sofistikerede eksperimentelle data viser, at Au(0)-thiylmotivet dominerer for Au-overflader og AuNP'er, herunder også for adatomer mineret ud af Au-overfladerne. Spektroskopi som NEXAFS (Near-Edge-Xray-Absorption-Fine-Structure) viser f.eks., at figur 4, midten, repræsenterer den elektroniske grundtilstand. NEXAFS var også afgørende for at fastslå adatommotivet med "atomar guldminedrift". Analyse af termisk Au-S-desorption viser, at van der Waals kræfter også her er kritiske.

Et lignende van der Waals-scenario udvises af ligander som 1,10-phenanthrolin, der bindes så stærkt til Au(111), at Au-atomer også her mineres ud af Au-overfladen. Endelig kan den elektrokemiske desorption af Au-bundne thioler, lign. (2), uden videre forklares ved Au(0)-thiylbinding.

Den nye forståelse af Au-S-bindingen rummer endelig nøgler til de komplekse kemiske mekanismer, hvor AuNP'er dannes ved reduktion af Au(III)-komplekser med stærke reduktionsmidler som [BH_4] i den navnkundige Brust-Schiffrin-proces [2] - eller med mildere reduktionsmidler som glukose eller organiske (Good's) puffere [3]. Au(I)-thiolatkomplekser i molekylær eller Au-nanoklynge skala med blot nogle få Au-atomer kan dog udmærket være ***mellemprodukter*** i den komplekse mekanisme. I det nye arbejde er et thiolat-mellemprodukt i Brust-Schiffrin-syntesen faktisk påvist direkte ved Raman spektroskopi. Det nye studie understreger derfor det overmåde komplekse dynamiske samspil mellem thiolerne og Au-atomers eller AuNP/AuNanoklyngers nøje størrelsesafhængige thioladsorption.



Figur 4. Molekylorbitaldiagrammer for Au-S-binding. Tv.: Et Au-atom og svovl i et Au(I)-thiolat kompleks. Bindingen er domineret af Au-atomets $6s^1$-elektron. Midten: Bindingen ved adsorption af et thiylradikal til et Au-atom i en plan Au-overflade eller på en AuNP. Bindingen er domineret af 5d elektronparret og af van der Waals-karakter. Th.: Tilsvarende binding mellem Au og Te, resulterende i en telluraurid-binding.

Konklusion

Den nyerhvervede indsigt i, hvordan thioldækkede AuNP- eller Au-overflader er opbygget, har betydning for design, syntese og forståelse af dannelsesmekanismer for AuNP'er og Au-overflader med skræddersyede fysiske og kemiske egenskaber. Vigtige manglende led i de komplekse mekanismer ved AuNP syntese og thiolmonolagsdannelse og måderne, hvorpå svovlforbindelserne beskytter Au-overfladerne er desuden afklaret. Vi forstår f.eks. nu meget bedre Brust-Schiffrin AuNP-syntesen. På længere sigt har forståelse af Au-S-bindingens basale natur betydning for vores forståelse af, hvordan AuNP'er og Au-overflader kan operere i medicinsk diagnostik og terapi, hvor rationel binding til specielle celletyper via antistof eller AuNP kontrol af insulinudskillelse, figur 3, er mulige eksempler. Andre områder er heterogen katalyse, kemiske sensorer eller guldbaseret nanoelektronik.

E-mail:
Jens Ulstrup: ju@kemi.dtu.dk

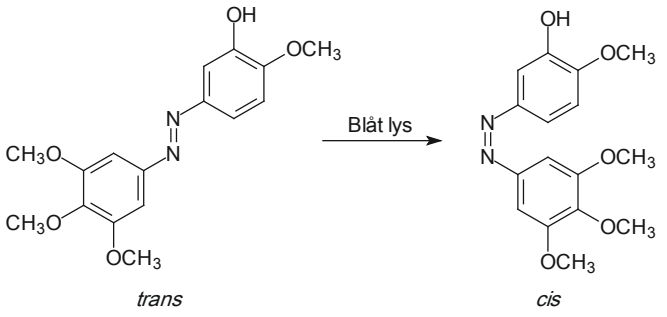
Den basale reference til diskussionen ovenfor er:
1. J.R. Reimers, M.J. Ford, A. Halder, J. Ulstrup, and N.S. Hush, *"Gold surfaces and nanoparticles are protected by Au(0)-thiyl species and are destroyed when Au(I)-thiolates form"*, Proc. Nat. Acad. Sci. USA 113 (2016) E1424-E1433, hvor en litteraturoversigt over store dele af Au-S-området også er givet.

To andre nøglereferencer er:
2. M. Brust, J. Fink, D. Bethell, D.J. Schiffrin and C., Kiely C, *"Synthesis and reactions of functionalized gold nanoparticles"*, J. Chem. Soc., Chem. Commun. (1994)1655-1656.
3. C. Engelbrekt, Christian, P.S. Jensen, K.H. Sørensen, J. Ulstrup and J. Zhang, *"Complexity of Gold N Nanoparticle Formation Disclosed by Dynamics Study"*, J. Phys. Chem C 117 (2013) 11818-11828.

Nyt om …

… Lysterapi mod cancer

Problemet med de fleste midler mod cancer er, at de også angriber sunde celler, hvilket kan resultere i alvorlige bivirkninger. Man har nu fulgt en strategi, hvor man forsøger at ramme cancercellen selektivt med en forbindelse, som først omdannes fra en inaktiv form til en aktiv form, når den udsættes for lys. Forskere ved universitetet i München har udviklet nogle



forbindelser, photostatiner, der har denne egenskab. I det viste eksempel er *trans*-forbindelsen inaktiv, men isomeriserer til den aktive *cis*-forbindelse, når den bestråles med blåt lys. Den er baseret på et naturprodukt, combrestatin A-4, der har en C=C-binding i stedet for en N=N-binding, og som kræver UV-lys for at isomerisere.

Carl Th.

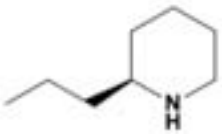
Photoswitchable Inhibitors of Microtubule Dynamics Optically Control Mitosis and Cell Death Cell 162(2), 2015, side 403. DOI: 10.1016/j.cell.2015.06.049.

Skærmplanter i køkkenet

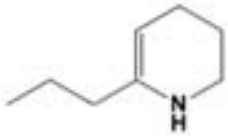
Af Jens Folke

I fortsættelse af min begejstring for Det Nordiske Køkken har jeg denne gang studeret skærmplanterne lidt mere. I Den Nye Nordiske Flora er nævnt ca. 80 vildtgroende arter, hvoraf en del er indført af munke, f.eks. skvalderkål og kæmpe-bjørneklo og fra grønthandleren og køkkenhaven kender vi en del: Persille og persillerod, korianderblade og -frø, gulerod, pastinak, spansk kørvel, fennikelknold og -frø, anis, kommen, kvan og løvstikke.

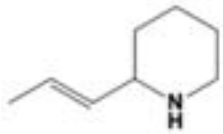
Der er nogle få skærmplanter, der kunne bruges på dødsgangen i USA, specielt skarntyde, der er kendt fra historien om Sokrates endeligt [1], og som findes hist og her – senest har jeg fundet den på Nekselø her i forsommeren. Den kendes på de røde prikker på stænglerne. Det antydes, at Sokrates kunne være blevet ombragt ved at blande skarntydesaft med opium. Giftstofferne er ca. otte forskellige piperidin-derivater, som lammer det perifere nervesystem og lukker åndedrættet ned, eksempler på figur 1. Skarntyde er den eneste plante i skærmblomstfamilien, der indeholder piperidin-alkaloider.



Figur 1a. Coniin ((*S*)-Propylpiperidin) (fra skarntyde).

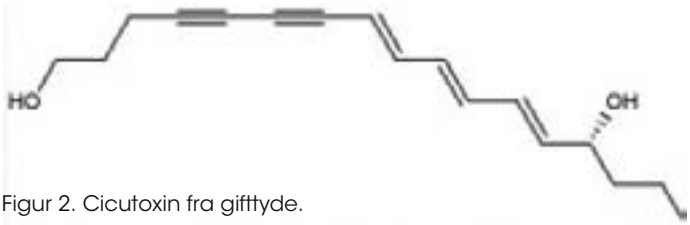


Figur 1b. γ-conicein (2,3,4,5-tetrahydro-6-propylpyridin) (fra skarntyde).



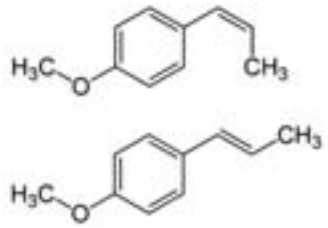
Figur 1c. β-conicein (2-(1-Propenyl) piperidin) (fra skarntyde).

Der findes andre giftige skærmplanter, f.eks. gifttyde og hundepersille, som kan forveksles med glatbladet persille. Giftvirkningen skyldes hos de fleste andre giftige skærmplanter nogle polyacetylen metabolitter, i tilfældet gifttyde det meget giftige cicutoxin, figur 2.



Figur 2. Cicutoxin fra gifttyde.

Mange af skærmplanterne har karakter af krydderurter, f.eks. fennikelfrø, spansk kørvel, kvan og løvstikke. Disse kan f.eks. indeholde anislignende duftstoffer, figur 3, eller kumarin (kvan, løvstikke m.fl.), som omtalt i sidste nummer af Dansk Kemi. Andre anvendes som egentlige grøntsager, f.eks. rodfrugterne gulerod, pastinak og persillerod. Ofte indeholder planterne mange forskellige flygtige organiske forbindelser, f.eks. løvstikke: Æteriske olier, isovalerinsyre (kendt fra kattepis), angelinsyre, kumarin, umbelliferon, bergapten, gummi- og harpiks.
Spansk kørvel:
Æteriske olier, germacren-D, beta-caryophylllen, limonen, chavicolmetylether, alfa-pinen, alfa-farnesen og myrcen [2].



Figur 3. Cis- og trans-anethol (fra anis, fennikel m.fl.).

Her er en god fiskeopskrift med fennikel:

Sous vide tilberedt fisk med fennikel:

600 g filet af hvid fisk, f.eks. lange
200 g fennikel
2 porrer
3 tomater
1 fed hakket hvidløg
1 spsk. rapsolie
2 spsk. spanske kørvelblade (evt. timian i stedet)
1 stk. øko-citron, revet skal og saft
1 dl fiskebouillon (af benene fra fisken)
Bagekartofler
Rapsolie
Salt

Fremgangsmåde

1. Skær kartoflerne i både og vend dem med olie og salt, inden de bages gyldne i ovnen på 180 grader i ca. 30 minutter.
2. Læg den vakuumpakkede fisk i sous viden i 15 min. ved 52°C (Har du ikke sous vide: Læg fisken på fadet og giv det 10 min. i ovnen).
3. Skær fennikel og porre i tykke skiver og tomaterne i grove stykker.
4. Varm olien i en pande og svits hvidløg, porre og fennikel i et par minutter.
5. Tilsæt tomater, timian, citronsaft og -skal og varm det et øjeblik.
6. Hæld det i et ildfast fad og tilsæt bouillonen.
7. Sæt fadet i ovnen på 180 grader i ca. 10 minutter.
8. Tag fadet ud, læg fisken ovenpå og server sammen med kartoflerne.

E-mail:
Jens Folke: jens.folke@lean6sigma.eu

Referencer
1. http://www.biokemi.org/biozoom/issues/503/articles/2121.
2. http://www.pdf-archive.com/2012/06/27/kompendium-over-udvalgte-bornholmske-spiselige-urter-og-b-r-endelig-version/kompendium-over-udvalgte-bornholmske-spiselige-urter-og-b-r-endelig-version.pdf.

Udvikling af solcelledrevne vaccinekølere

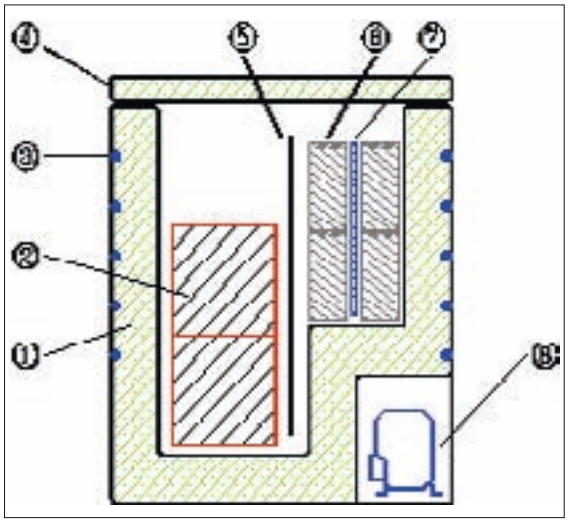
Solcelledrevne vaccinekølere uden batteri er en af de hurtigst voksende teknologier inden for kølekæden for vacciner. Teknologisk Institut har medvirket til et globalt teknologisk gennembrud inden for opbevaring af vaccine i områder uden regelmæssig strømforsyning.

Af Per Henrik Pedersen,
civilingeniør, projektleder,
Teknologisk Institut

Da Teknologisk Institut i 1999 ansøgte om økonomisk støtte fra EFP (Energiministeriets ForskningsProgram – forløberen for det nuværende EUDP), var der ingen, som havde forudset, at resultatet ville blive et globalt teknologisk gennembrud inden for opbevaring af vaccine i områder uden regelmæssig strømforsyning.

Ideen var at udvikle vaccinekølere, hvor solcellepaneler direkte forsyner kølekompressorer. Hidtidige solcelledrevne vaccinekølere var udstyret med blybatterier til at starte kompressoren og til at drive den om natten. Det var problematisk i praksis, idet levetiden for batteriet var meget kort på grund af dybe afladninger, og batterierne skulle ofte skiftes. Batterierne var desuden et potentielt objekt for tyveri, og herudover var der et miljøproblem med udtjente batterier. Batterierne skulle i projektet erstattes med et islager til at køle vaccinen om natten og i perioder uden tilstrækkelig solenergi.

Vestfrosts SolarChill vaccinekøler blev det første apparat, som blev testet og godkendt til at komme på WHOs liste.



På figuren ses de basale principper for den første prototype vaccinekøler.

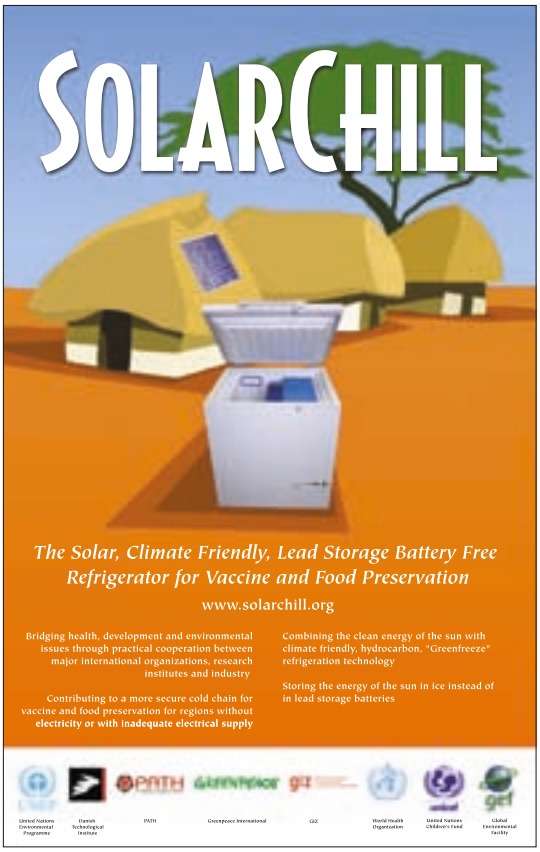
Problemerne med batterierne medførte, at man i mange år – som standard – har benyttet absorptionskøleskabe drevet af flaskegas eller petroleum. Disse er dog meget ineffektive, og der skal jævnligt skaffes brændstof. Temperaturreguleringen er heller ikke så god, og store mængder vaccine blev ødelagt og skulle kasseres.

I løbet af projektet blev det klarlagt, at energiindholdet i islageret relativt set er større end i et blybatteri (baseret på både vægt og volumen). Denne iagttagelse gav yderligere inspiration til udviklingsarbejdet.

Internationalt samarbejde

Efter de første prototyper var bygget og testet, fik Teknologisk Institut kontakt med nøglepersoner fra store internationale organisationer, og der blev arrangeret et koordinationsmøde i Frankfurt i 2001, hvor det internationale "Solar-Chill Partnership" blev dannet. Partnerne er WHO (World Health Organization), Unicef, UNEP, GIZ, PATH, Greenpeace International og Teknologisk Institut, hvor sidstnævnte er den tekniske partner, som kan designe og teste udstyr.

På baggrund af samarbejdet i EFP-projektet indgik yderligere Danfoss Compressors (nu SECOP) og Vestfrost Solutions som industrielle partnere. Danfoss Compressors udviklede i forbindelse med projektet en ny DC-kompressor til naturlige kølemidler og til at blive drevet direkte af jævnstrøm fra solceller. Ledninger fra solcellepaneler kan kobles direkte til kompressorens stik, og elektronikken i kompressoren sørger for, at strømmen omformes, således at kompressorens motor- og kølesystem fungerer. Alle former for solcellepaneler kan benyttes, blot skal de levere jævnstrøm med en spænding mellem 10 og 45V. Hvis panelerne kan levere tilpas strømstyrke, vil kompressoren fungere og fremstille is, som benyttes til at køle vaccinen. Hvis det bliver for koldt, vil en termostat sørge for at slukke kompressoren. Kølemidlet er en kulbrinte: isobutan, ▶



Plakat, der promoverer projektet. Det internationale "SolarChill Partnership" blev dannet i Frankfurt i 2001. Partnerne er WHO (World Health Organization), Unicef, UNEP, GIZ, PATH, Greenpeace International og Teknologisk Institut, hvor sidstnævnte er den tekniske partner, som kan designe og teste udstyr.

som også kaldes R600a inden for køle-fagkredse.

Vestfrost Solutions fremstillede 10 vaccinekølere, som blev distribueret igennem Unicefs lager i København til fieldtest i blandt andet Indonesien og Senegal. Den amerikanske hjælpeorganisation PATH overvågede testen, og resultaterne var så gode, at alle parter besluttede at arbejde videre med konceptet.

Vaccinekølere fra hele verden

Der er nu 24 "direct drive" vaccinekølere på WHOs liste, og disse fremstilles af otte producenter fra fire verdensdele. Alle produkter på WHOs liste benytter SECOPs kompressor. Vestfrost Solutions i Esbjerg har fire modeller på listen.

Ifølge Unicef er der tale en af de hurtigst voksende teknologier inden for vaccine-kølekæden.

Teknologisk Institut tester vaccinekølere efter WHO's specifikationer, og der udføres fire til fem test om året. Der er foretaget test for flere leverandører, også fra andre kontinenter.

Disse test indgår i forretningsgrundlaget for kølelaboratoriet hos Teknologisk Institut i Taastrup sammen med test af husholdningsköleskabe, professionelle köleskabe og vaccinekølere til almindelig strømforsyning.

Teknologisk Institut har flere gange forsøgt at udbrede SolarChill-konceptet til andre områder, herunder til husholdningsbrug og mindre forretningsdrivende, som kunne tjene lidt penge på at opbevare og sælge kolde fødevarer, f.eks. kolde sodavand. Instituttet har bygget og testet prototyper af kølere til flere formål, og en af disse har siden 2004 kørt på solceller (på 180 Wpeak) i "Solhuset". Det viser, at konceptet og kompressoren er pålidelige. På vore breddegrader er der dog ikke tilstrækkelig solenergi i to måneder midt om vinteren.

Der er ligeledes bygget og testet en prototype af en mælkekøler til et landbrug med nogle få køer. Der er potentielt et kæmpe marked for disse produkter, da ca. 1,5 milliarder mennesker lever uden regelmæssig strømforsyning.

Der er tale om et uudforsket marked, og hidtil har producenter kun gennemført spagfærdige forsøg på at markedsføre SolarChill-produkter til disse formål. Prisen for solcellepaneler er dog stærkt faldende, og med udsigt til mere effektive kompressorer vil der sandsynligvis komme et marked uden for vaccineområdet. I første omgang vil det være kunder, som kan tjene penge på de tjenester, som produkterne kan yde.

Permanent niveauovervågning af grundvand, spildevand mv.

STS har udviklet en ny serie niveautransmittere, kaldet ATM.ECO/N, som er specielt designede til langtidsovervågning af vandniveauer som f.eks. grundvand eller i spildevandsbassiner.

Tryktransmitterne, som er beregnet til neddykning, anvender 4-20 mA output, fås med rustfri stål- eller titankappe og kan forsynes med Kevlar-belagt kabel. Optioner er ballastvægte samt datalogger, hvilket i høj grad udvider installationsmulighederne. Den modulære opbygning giver mulighed for hurtig levering for alle trykområder og standardversioner.

Anvendelsesområderne inkluderer brønde, søer og vandreservoirer, borehuller, overfladevand, overrislingskanaler og åer, spildevand og renseanlæg samt tankanlæg.

Yderligere information:
Aquasense
Søren Torsbjerg Møller
Tlf. 42 42 50 30
stm@aquasense.dk

Udledningsgrænser under kontrol

Den nye kolorimetriske chromatanalysator, Liquiline CA80CR, fra Endress+Hauser, understøtter virksomheder i Danmark med at kontrollere deres udledning af chrom og dermed overholde deres udledningsaftaler.

En del virksomheder i Danmark genererer forurenet spildevand, der skal behandles, før det kan frigives til kloaksystemet. Disse virksomheder opererer ofte deres egne rensningsanlæg for at reducere de forurenende stoffer til grænser, der opfylder de fastsatte udledningsaftaler med kommunen. For at opnå disse værdier for chrom og dermed chromat, kræves der en absolut pålidelig og præcis chromat (Cr (VI))-overvågning og fuld dokumentation af de målte værdier.

Liquiline System CA80CR giver optimal støtte til disse virksomheder. Analysatoren anvender den standardiserede kolorimetriske diphenyl carbazid-metode, der sikrer overholdelse af regler for udledning. Analysatoren er også udstyret med detaljerede logbøger, der giver kontinuerlig dokumentation af chromat-værdierne.

Chrom vil sædvanligvis forekomme som chromat, der ikke direkte kan udfældes med base. Normalt reducerer man derfor chromat til chromioner med et passende reduktionsmiddel. Analysatoren tilbyder en effektiv online måling af processen, og tillader dermed præcis overvågning af integriteten af ionbyttere og membranfiltreringssystemer. Analysatoren understøtter også optimeret dosering af reduktionsmidler såsom natriumhydrogensulfit og hjælper anlægsoperatørerne til hurtigt at afhjælpe procesforstyrrelser. Dermed vil chromatanalysatoren være med til at øge sikkerheden i chromat reduktionsprocessen, som er en forholdsvis kompliceret proces.

Analysatoren kan med fordel anvendes i både indløb og udløb på de danske renseanlæg og samtidig sikre, at vandværkerne har den nødvendige detaljerede dokumentation overfor myndighederne.

Analysatoren er designet med meget præcise dispensere til reagensdoseringsaktiviteten for at garantere reduceret forbrug. Reagenserne kan holde op til 3½ måned med et målingsinterval på 10 minutter. Automatiske funktioner for rengøring og kalibrering sikrer, at analysatoren og dens prøveforberedelse fungerer pålideligt og uden manuel indgriben over en længere periode. Vedligeholdelsesopgaver kan udføres nemt og med minimale værktøjer.

Analysatoren kan nemt opgraderes til en komplet målestation, f.eks. ved at forbinde en Memosens turbiditet sensor. Takket være Memosens teknologien er tilkobling af en ny sensor bare ”Plug & Play”.

Liquiline platformen kan udvides efter behov og kan anvende alle vores populære Memosens sensorer, så Liquiline dækker alle væskeanalysebehov.

Yderligere information:
Endress+Hauser A/S
Oline Westerdahl
oline.westerdahl@dk.endress.com

Nyt modulært system muliggør mange analyser

Kvalitetskontrol i mange industrier er afhængig af rutineanalyser for en håndfuld nøgleparametre. Ofte er bestemmelsen af disse parametre fordelt over flere teknologier og metoder. Hertil kommer besværlig indsamling af resultater og håndtering af data fra forskellige kilder. Med lanceringen af den nye, modulære OMNIS platform til omfattende vådkemisk analyse er denne situation ændret.

Metrohms nye modulære platform integrerer omfattende vådkemisk analyse med fokus på titreringsmetoder som en begyndelse. Implementeringen af alle andre teknikker i Metrohms produktprogram (ionkromatografi, spektroskopi og mere) skal efter planen følge trop. Fordelene ved den nye platform er:

- Uanset hvilke parametre, der skal bestemmes med hvilken som helst metode, indsamler den nye, kraftfulde software resultaterne for hver enkelt prøve og viser dem i en enkelt rapport.
- Det modulære design samt det licenserede koncept til den nye platform giver brugerne mulighed for at opgradere OMNIS skridt for skridt, så det passer til netop deres behov. I stedet for at investere i nye analysatorer og software hver gang kapaciteten bliver for lille, opgraderer brugerne blot sin OMNIS-licens til at omfatte nye moduler og ønsker.

Det modulære koncept, OMNIS, inkluderer også automatisering. Systemet kan udvides trin for trin fra et stand-alone system med manuel håndtering til et kraftfuldt robotsystem, der muliggør analyser af op til 175 prøver på fire arbejdsstationer samtidigt og uden behov for opsyn.

Yderligere information:
Metrohm
Tlf. 70 20 05 61

Leverandørregister

Analyse

F

Fermentering og cellekultur-udstyr

Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Nordens største sensor og analyzer udvalg til lab, pilot og proces

FTIR-udstyr

Bruker Optics Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 30 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com

G

Gasdetektorer

Dräger Safety Danmark A/S
Lyskær 9
2730 Herlev
Tlf. 44 50 00 00 - Fax 44 50 00 01
draeger-safety.dk@draeger.com
www.draeger.dk

Gasser

AGA A/S
Vermlandsgade 55
2300 København S
Tlf. 32 83 66 00 - Fax 32 83 66 01
www.aga.dk
Specialgasser

L

Laboratoriearmaturer

Broen LAB A/S
Drejervænget 2
5610 Assens
Tlf. 63 76 63 76
lab@broen-lab.com
www.broen-lab.com

Laboratorieudstyr

Frederiksen Scientific A/S
Viaduktvej 35
6870 Ølgod
Tlf. 75 24 49 66 - Fax 75 24 62 82
info@frederiksen.eu
www.frederiksen.eu

M

Massespektrometre, proces

Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Svanholm.com er distributør af Thermo Scientific proces MS

Massespektrometre

Bruker Daltonics Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +45 20 21 54 44 -
Fax +45 47 31 74 44
www.bruker.com

Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
MS til fermenterings-offgas samt styring af farmaceutisk vakuumtørring

N

NIR-analyse/-udstyr

Bruker Optics Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 30 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com

Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Online proces NIR til R&D og GMP i pulvertørring og pulver-opblanding

NMR-analyseudstyr

Bruker BioSpin Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 10 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com

O

Opvaskemaskiner

KEN A/S
Bøgebjergvej 60, Brobyværk
5672 Broby
Tlf. 62 63 10 91
www.ken.dk

Miele A/S PROFESSIONAL
Erhvervsvej 2
2600 Glostrup
Tlf. 43 27 11 00 - Fax 43 27 15 09
professional@miele.dk
www.miele.dk

R

RAMAN-udstyr

Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Håndholdte (ID) + transportable Raman spektrometre med høj nøjagtighed

Produktion

E

Etikettering

LSS Etikettering A/S
Normansvej 8
8920 Randers NV
Tlf. 70 20 25 00 - Fax 70 20 10 44
info@lss-dk.com
www.lss-dk.com

F

Faremærkning

Pekema A/S
Dam Holme 14-16
3660 Stenløse
Tlf. 44 92 62 00
pekema@pekema.dk
www.pekema.dk
www.barsafe.dk
Software til CLP mærkning, printere og etiketter.
Vi er specialister i produktmærkning

Å

Åndedrætsværn

Dräger Safety Danmark A/S
Lyskær 9
2730 Herlev
Tlf. 44 50 00 00 - Fax 44 50 00 01
draeger-safety.dk@draeger.com
www.draeger.dk

Service & miljø

P

Patenter

Chas. Hude A/S
H.C. Andersens Boulevard 33
1780 København V
Tlf. 33 19 34 00 - Fax 33 19 35 00
chashude@chashude.com
www.chashude.dk

LBKPATENT ApS
Ole Maaløes Vej 3
2200 København N
Tlf. 30 50 38 78
lbk@lbkpatent.dk
www.lbkpatent.dk

Software

A

Arbejdspladsbrugs-anvisninger og etiketter

CHYMEIA ApS
Universitetsparken 2
4000 Roskilde
Tlf. 72 40 16 22
info@chymeia.dk
www.chymeia.dk
APB/SDS software med beregning af CLP klassificeringer

Find også dansk kemi her:

www.kemifokus.dk

www.facebook.com/UNG.KEMI

Er dit firma ikke allerede med i dansk kemi's leverandørregister, så vær med fra næste nummer!

Priser på optagelse:

Pr. produkt:	Kr.	238,-
Farvelogo:	Kr.	225,-
Ekstra linjer:	Kr.	61,-

Alle priser er pr. stk. pr. udgave ekskl. moms.

Vælg selv det eller de produkter, du ønsker at stå under. Vi opretter gerne et nyt produkt, hvis ikke der er et egnet i forvejen.

Optagelsen løber for et kalenderår ad gangen, men faktureres halvårligt.

Kontakt:
Heidi Thode,
Tlf. 43 24 26 62, direkte
E-mail: ht@techmedia.dk

Eksempel på optagelse i leverandørregistret:

Fagbladsforlag (produktoverskrift) - kr. 238

(firmalogo) - kr. 225

TechMedia A/S
Naverland 35
2600 Glostrup
Tlf. 43 24 26 28 - Fax 43 24 26 26
info@techmedia.dk
www.techmedia.dk

Nordens største fagbladsforlag (ekstra linie) - kr. 61

Samlet pris for ovenstående optagelse er kr. 524

Alle priser er pr. stk. pr. udgave ekskl. moms

KEMISK FORENING
Universitetsparken 5
DK-2100 København Ø
www.chemsoc.dk
The Danish Chemical Society
Founded 1879

Dansk Selskab for Historisk Kemi

afholder i år sin sommerudflugt for medlemmer af selskabet med ledsager

søndag den 11. september 2016 kl. 11:00

Vi mødes foran Niels Bohr Institutet, Blegdamsvej 17, København.

Helge Kragh vil vise rundt på NBI med særligt henblik på kemirelevant historie.

Der bliver arrangeret en fælles frokost (for egen regning) ca. kl. 13 på et spisested inden for gåafstand af Niels Bohr Institutet.

Man bedes tilmelde sig rundvisningen ved at sende en e-mail til selskabets sekretær, Ture Damhus, på adressen: turedamhus@outlook.dk **senest tirsdag den 6. september**.

Ønsker man at deltage i frokosten, bedes dette også anført af hensyn til bordreservationen.

Interesserede kan orientere sig på forhånd om Niels Bohr Arkivet her: http://www.nbarchive.dk/.

Dansk Elektrokemisk Forening

afholder årsmøde **2016** på Nyborg Strand, Østerøvej 2, 5800 Nyborg

torsdag den 13. oktober kl. 14.00
til fredag den 14. oktober kl. 16.00

Årsmødet indledes med generalforsamling for medlemmer af Dansk Elektrokemisk Forening kl. 14.00-14.45 torsdag den 13. oktober. Derefter er der konference med temaet "Electrochemical Science and Technology":

The main ambition of the conference is to provide a forum for interdisciplinary interaction between students, researchers and industry professionals working in the broad area of electrochemical science and technology. Another ambition of the conference is to identify and connect the many different places in Denmark and Scandinavia using electrochemistry in academic as well as industrial settings.

This year's meeting has four invited speakers concentrating on chemically modified electrodes, surface characterization, electrocatalysis, and impedance spectroscopy:

- Professor *Constantinos Vayenas*, University of Patras, GR
- Professor *Kim Daasbjerg*, iNANO, Aarhus University, DK
- Professor *S. Ray Taylor*, University of Texas, Houston, USA
- Dr. *Rameez Ud Din*, Technical University of Denmark, DK

The conference language is English. See programme at www.electrochemistry.dk.

The conference fee is 2100 DKK for members (1200 DKK for students and pensioners) and 2500 DKK for non-members. Meals and an overnight stay at the conference venue are included. Registration and payment details can be found at www.electrochemistry.dk.

Mødekalender (8) 2016

11.9. 2016	Kemisk Forening, Dansk Selskab for Historisk Kemi, sommerudflugt, rundvisning på Niels Bohr Institutet ved professor emeritus Helge Kragh, Blegdamsvej 17, kl.11.00, efterfølgende frokost for interesserede. Se dk.2016 (8).
13.10. 2016	Dansk Elektrokemisk Forening, generalforsamling og årsmøde 2016 (Electrochemical Science and Technology) Nyborg Strand, Nyborg, torsdag 13.10 kl. 14 – fredag 14.10. kl. 16. Se dk.2016 (8).
3.11 2016	Dansk Ingeniørforening, Dansk Selskab for Kemometri, dansk kemometri-konference, Hotel Comwell, Kongebrogården, Middelfart, torsdag 3.11 – fredag 4.11. Se dk.2016 (8).

dsk.2016

Dansk kemometri-konference arrangeret af Dansk Selskab for Kemometri (DSK) under IDA Kemi. Kemometri på alle niveauer og fokus på netværksdannelse.

Så er det snart to år siden sidst: DSK afholder vores nationale kemometri-konference, dsk.2016, til november.

Som deltager i dsk.2016 får du mulighed for at høre interessante foredrag på alle niveauer fra applikationer til avanceret kemometri. Og naturligvis skal vi have dsk.dating, hvor du får mulighed for at lære andre danske kemometrikere at kende - eller bliver opdateret på de kontakter, du allerede har.

dsk.2016 afholdes torsdag den 3. og fredag den 4. november 2016. I år er vi flyttet til Middelfart, nærmere betegnet Hotel Comwell Kongebrogaarden ved foden af Den gamle Lillebæltsbro. Tag med os på en vandretur til toppen af broen - det er inkluderet i programmet.

Vi glæder os til at se dig i Middelfart!

Tilmelding til dsk.2016 foretages via ida.dk (arrangement nr. 319396)

Deltagerafgift: Specialestuderende: 2500 kr. Øvrige 4000 kr. (indtil 31/8) + 700 kr. (efter 31/8)
Afgiften dækker hele konferencen, inkl. konferencemiddag og én overnatning. Studerende overnatter i delt dobbeltværelse.
Ved tilmelding bedes du venligst vælge mellem "Bridgewalking" eller "Danmarks Keramikmuseum - CLAY". Vi håber, at så mange som muligt vil med på bridgewalking, men lider du af højdeskræk eller er gravid (efter 23. uge) skal du vælge CLAY.
Husk varmt tøj til bridgewalking.

Kontakt venligst hotellet, hvis du har særlige behov, såsom vegetarmenu eller fødevareallergier.

FOSS

DSK
Dansk Selskab for Kemometri

Q-interline

Ingeniørforeningen, IDA, Kalvebod Brygge 31-33, 1780 København V
Tlf.: 33 18 46 46, Birgitte Magnér-Egeberg
website: ida.dk, e-mail: bme@ida.dk

Afsender: TechMedia A/S, Naverland 35, DK-2600 Glostrup

Not **just** the **BEST DSC** that **we** designed...

The **BEST DSC EVER** designed!

www.tainstruments.com

For additional information please contact:
TA Instruments - A Division of Waters
Baldersbuen 46, DK-2640 Hedehusene

Tel: +45 46 57 41 00 | **e-mail:** denmark@tainstruments.com