

Et fagblad fra TechMedia

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

dansk kemi

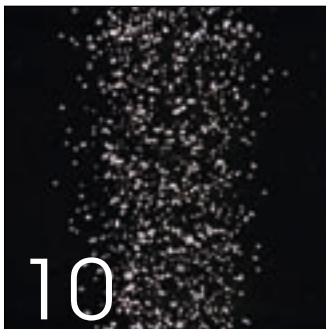
Nummer 4 - April 2016 / 97. årgang

Havsprøjt med klimaeffekter

Bæredygtig brug af fosfor

Kulstofnanorør giver anledning til bekymring

INDHOLD



1 Forside

Luftbobler i vand. Du kan læse om sea sprays klimaeffekter i artiklen "Fra luftbobler i havet til dannelsen af skyer i atmosfæren" på side 10. Foto: Jesper Rais, Aarhus Universitet.

8 Komplexitet giver intellektuel udfordring

Årets modtager af Thorkil Holm Prisen 2016, Dimitrios Stamou, motiveres af komplekse udfordringer. Derfor har han kastet sig over at undersøge lipidmembraner i nanoskala, hvilket har givet flere banebrydende resultater.

10 Fra luftbobler til dannelse af skyer

Havet er en stor kilde til partikler i atmosfæren, og partikler fra havsprøjt udgør et af de største bidrag til den samlede partikelmasse globalt. Havsprøjt har en række interessante klimaeffekter, som der arbejdes intensivt på at forstå bedre.

14 Kulstofnanorør påvirker lunger og blodbaner

Kulstofnanorør er et nyt nanoteknologisk materiale med attraktive tekniske egenskaber. Men brugen af kulstofnanorør giver også anledning til bekymring, fordi de lange, uopløselige fibre kan spredes i luften og indåndes.

18 Bæredygtig brug af fosfor

Udfældning af struvit og struvit-K fra spildevand, spildevandsslam og flyveaske kan på sigt gøre Danmark uafhængig af fosforimport.

20 Beskedent overtryk gav spektakulære følger

For at undertrykke generende opskumning blev en tank sat under et såkaldt "meget beskedent overtryk". Pludselig svigtede samlingen i bunden. Tanken nåede en højde på 30 m og faldt ned og knuste en varevogn.

23 Enzymatisk nedbrydning af polysaccharider

Forståelsen af, hvordan forskellige enzymer er nødvendige for at forsure diverse polysaccharider, er blevet kraftigt revideret i de seneste år.

26 Hvide asparges

Hvide og grønne asparges er den samme plante. Det er dyrkningsmetoden, der udgør forskellen, idet den hvide asparges fremdyrkes ved en arbejdskrævende hypning og stikning.

31 Foreningssider

Læs mere om det nyeste arrangement fra 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
Adjunkt, 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:

Anni Jensen, tlf. 43 24 26 96
aj@techmedia.dk

Hjemmeside:

www.dansk kemi.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:

Helle Hansen

Tryk:

PE offset A/S

Trykt på miljøvenligt
papir med vegetabilsk
miljøfarver.

Oplag: 5.245
Ekspl. heraf 4.803
i betalt abonnement.
Online læsere: 3.792

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 mate-
riale, 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

Professor Jens Nielsen modtager Novozymes Prisen 2016

Novozymes Prisen belønner en enestående forskningsindsats eller teknologisk indsats, der fremmer udviklingen af bioteknologisk videnskab. Prisen uddeles af Novo Nordisk Fonden, og Jens Nielsen modtager prisen for sit banebrydende arbejde inden for systembiologien og for en tværfaglig pionérindsats for at beskrive og ændre metabolismen i mikroorganismer med henblik på at få dem til at producere kemikalier så kosteffektivt, at metoden kan anvendes i industrien som alternativ til den oliebaseerede kemikalieindustri.

Jens Nielsen, der er professor ved Chalmers University of Technology i Göteborg og Chief Scientific Officer ved Novo Nordisk Foundation Center for Biosustainability i Hørsholm, har været en markant frontløber i den rivende udvikling, som systembiologien har gennemgået i de seneste 20 år. Fra biosyntese med ét gen indsat i en mikroorganisme, der producerer ét protein, til nutidens cellefabrikker, der producerer kemiske stoffer og enzymer efter indsættelse af op mod 40 gener i celler fra f.eks. gær og svampe. Den nye, bæredygtige teknologi står netop nu foran sit industrielle gennembrud.

- Industriel udnyttelse af cellefabrikker kan føre til, at vi får et samfund, der er fornybart og uafhængigt af fossile brændstoffer. Samtidig kan cellefabrikkerne levere en række nye produkter til gavn for samfundet, for eksempel nye antibiotika og nye materialer, siger Jens Nielsen.

Jens Nielsen modtager med prisen tre mio. kr. 2,5 mio. kr. er et rådighedsbeløb til hans forskning, mens 0,5 mio. kr. er til ham personligt.

- Det er en helt fantastisk hædersbevisning at få Novozymes Prisen. I mit arbejde har jeg altid være specielt optaget af at forstå og ændre metabolismen, så vi kan anvende den viden industrielt. Det er en enorm styrke nu at få helt frie midler til mere risikobetonede projekter, som kan åbne op for ny viden, der er nødvendig for at forbedre teknologien, siger Jens Nielsen.

Søren Molin, formand for priskomiteen, siger:

- Jens Nielsen tildeles Novozymes Prisen 2016 for sin mangeårige, enestående indsats for at udvikle systembiologien. Jens Nielsen har en unik viden inden for de vigtigste elementer i den nye systembiologi – matematik, reaktions- og fermenteringslære, dataintegration og moderne mikrobiel genetik. Den viden formår han at kombinere og anvende kreativt og med intuition, hvorfor han bidrager betydeligt til den basale forståelse af mikroorganismers fysiologi og reguleringen af denne.

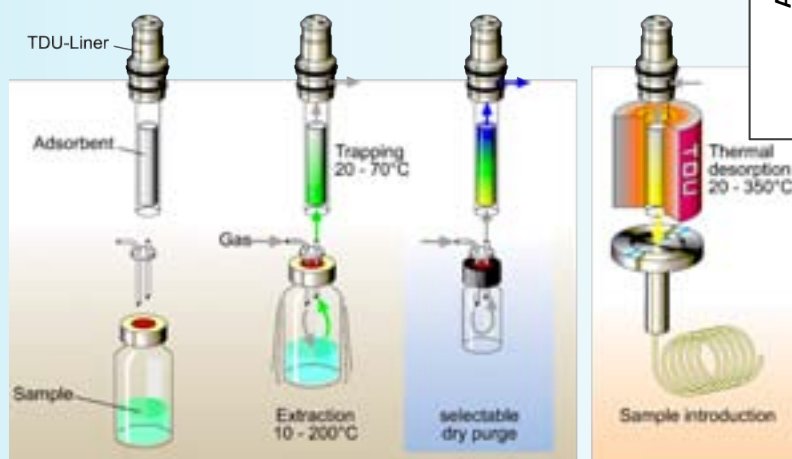
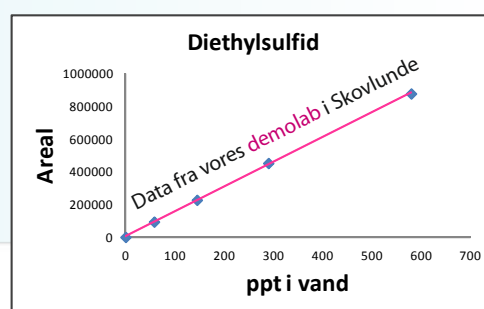


GERSTEL



Dynamisk HeadSpace

- Fuldt automatiseret prøvehåndtering
- ppt-niveau





Forskning på professionshøjskolerne

” At inddrage studerende i FoU-projekter er specielt givende.

Det betyder meget for de studerendes engagement, at deres resultater skal anvendes og indgå i en større sammenhæng

Hvordan får man forskning ind i undervisningen på en professionshøjskole? Der er ikke den samme tradition for forskning på professionshøjskolerne, som der er på universiteterne. Kravet er i dag, at professionshøjskolerne skal have forsknings-tilknytning. Det vil sige, at de skal samarbejde med universiteter, forskningsinstitutioner og virksomheder. Disse samarbejder er nu i fuld gang med at blive udbygget.

Inddragelse af forskning i undervisningen kan gøres på mange forskellige måder. Der er fokus på, at det skal være praksisrelevant forskning og udvikling, og derfor har hver uddannelse sit eget miljø. Det gælder om at finde den måde, der passer bedst på den givne uddannelse og på det givne trin i studiet. Helt oplagt er det at anvende videnskabelig litteratur i løbet af studiet, men at inddrage studerende i forsknings- og udviklingsprojekter (FoU-projekter) er specielt givende. De studerende får indblik i forskningsverdenen, og de får mulighed for at arbejde med projekter, som er aktuelle og relevante. Det betyder meget for de studerendes engagement, at deres resultater skal anvendes og indgå i en større sammenhæng som et F&U-projekt, og at det ikke er projekter, som bare udføres for øvelsens skyld.

På Laborantuddannelsen Metropol har vi erfaring med at inddrage studerende i forskellige faser af projekterne. Studerende kan inddrages som hele hold/årgange til indledende forsøg i et FoU-projekt, således at der kan træffes afgørelse om det videre forløb i projektet. Studerende inddrages også i små grupper, som gennemfører deres afsluttende projekt eller en talentopgave, hvor der kan arbejdes fokuseret med et snævert emneområde. Et tredje eksempel er, at studerende skriver et sammendrag af den videnskabelige litteratur på området.

De studerendes deltagelse i FoU-projekter er ikke kun givende for de studerende, men deres bidrag er også væsentligt for projekterne og forskningen på professionshøjskolerne. FoU-projekterne ledes af docenter og undervisere med forskningserfaring, og de praktiske forsøg og analyser, som danner grundlag for publikationer, udføres af teknikere og undervisere med inddragelse af de studerende.

Der er mange aktiviteter i gang på professionshøjskolerne, men der er stadig plads til nye samarbejder.

Merete Norsker Bergsøe, lektor, ph.d.,
Laborantuddannelsen Metropol

Professor, dr.phil. Jens Peder Dahl, 30/7-1934 til 18/2-2016

Jens Peder Dahl blev cand.polyt. i 1959 og lic.techn. i 1961 (med prof. C.J. Ballhausen som vejleder). Han var efterfølgende post.doc. på MIT (hos prof. J.C. Slater) og blev dr.phil. fra Københavns Universitet i 1972.

I årene 1964-1972 var Jens Peder Dahl amanuensis og lektor ved Københavns Universitet, inden han i 1972 blev udnævnt til professor i kemisk fysik ved DTU. Her arbejdede han frem til sin pensionering i 2001, men han forblev meget forskningsaktiv i en række år herefter.

Jens Peder Dahl var én af pionererne inden for kvantekemi. Omkring 1960 arbejdede han med beregning af elektronstrukturen af ferrocen, længe før fremkomsten af de moderne computere og programsystemer. Hans doktorafhandling fra 1972 giver en meget elegant beskrivelse af Hartree-Fock-teorien. Efterhånden gav hans grundlæggende interesse for mere generelle kvantemekaniske problemer anledning til, at han beskæftigede sig med emner som elektronens spin repræsenteret som en relativistisk rotor beskrevet vha. Dirac-ligningen og specielt faserumsrepræsentationer i kvantemekanikken, hvor man erstatter bølgefunktionen med en funktion af såvel

position som impuls. Interessen for det mere formalistiske var også koblet til hans interesse for matematisk fysik, herunder gruppeteorien.

Jens Peder Dahl havde en meget bred og dyb indsigt i mange områder af kemi og fysik - også uden for hans mere specifikke forskningsområder og levede på bedste vis op til idealet for universitetsforskeren som en scholar/lærd person. Som menneske var han beskeden og samtidig generøs overfor andre. Han var en væsentlig støtte og mentor for mange af sine tidligere studerende. Som underviser var han altid særdeles velforberedt og alt blev præsenteret med den omhyggelighed og elegance, som var så karakteristisk for Jens Peder.

Jens Peder Dahl modtog mange priser, bl.a. Humboldt forskningsprisen i 2000, og han var Fellow of the American Physical Society. Han var i 1969 medstifter af Kemisk Forenings Sektion for Teoretisk Kemi.

Vi tager således afsked med en højt respekteret videnskabsmand og kollega inden for den teoretiske kemi.

Sten Rettrup og Niels Engholm Henriksen

ARBEJDSMILJØ OG TOKSIKOLOGI

- Sikker arbejdsmiljø og kemikalielovgivning
- Fastsættelse af grænseværdier
- Sikkerhedsdatablade og arbejdspladsbrugsanvisninger
- Software og apps til kemikaliestyring

www.tox.dhi.dk

DHI
Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm
Tel: 4516 9200 – Fax: 4516 9292
dhi@dhigroup.com

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**

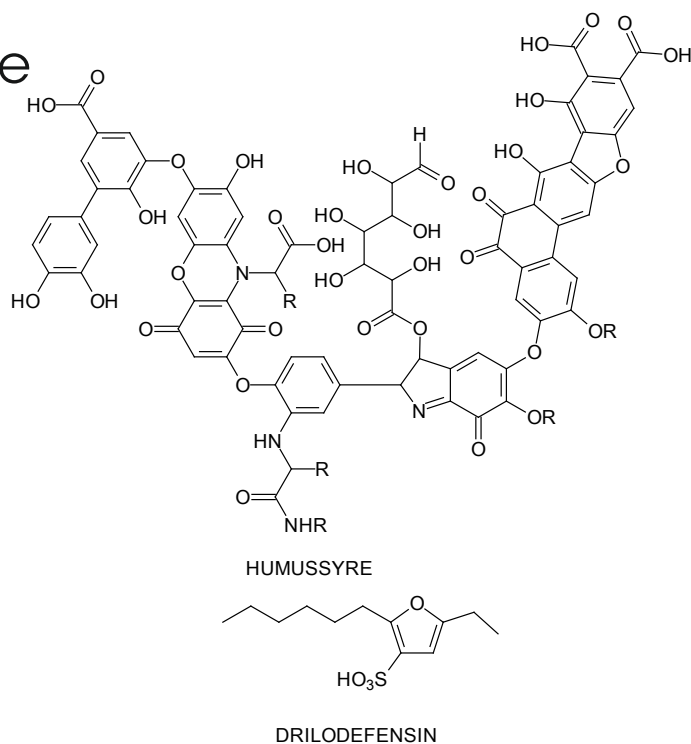




Nyt om Mavemedicin til regnorme

Blade indeholder ofte store mængder af polyphenoler, der skal beskytte dem mod at blive ædt af insekter. Når bladene falder til jorden, tjener de, eller deres nedbrydningsprodukter de såkaldte humusstoffer, som føde for bl.a. regnorme. Herved får disse også polyphenolerne, der er stærkt toksiske, idet de reagerer med proteiner og enzymer. Man har nu fundet nogle stoffer, *drilodefensiner*, som den viste, i regnormens tarm. Man mener, at de virker som overfladeaktive stoffer, der beskytter proteinerne mod at denaturere ved reaktion med polyphenolerne. De er ikke fundet ved andre typer af orme, der ikke lever af blade eller bladaffald.

Carl Th.



Unique metabolites protect earthworms against plant polyphenols,
Nature communications 6 2015, artikel nr. 7869, DOI: 10.1038/ncomms8869.

Nyt om ...
... Sikrere jetbrændstof

Foto: www.pixabay.com

Forstøvet brændstof er langt mere brandfarligt end det flydende. Man har derfor forsøgt at lave additiver, der forhindrer denne forstøvning. Det synes at være lykkedes med såkaldte telecheliske polymerer, det er polymerer med ens endegrupper, der er i stand til at polymerisere videre ved hjælp af endegrupper.

Carl Th.

$$\text{R} \text{---} \left(\text{---CH}_2\text{---CH=CHCH}_2\text{---} \right)_n \text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---R}$$

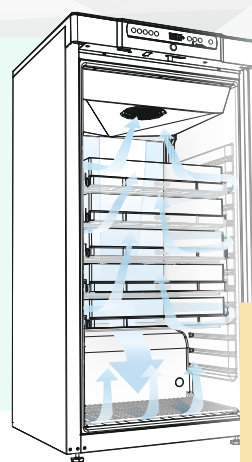
$$\text{R} = \text{---O---} \langle \text{---C}_6\text{H}_4\text{---} \rangle \text{---CH}_2\text{---N} \langle \text{---C}_4\text{H}_3\text{N}_3\text{---} \rangle \text{CH}_2\text{---N} \langle \text{---C}_4\text{H}_3\text{N}_3\text{---} \rangle \text{CH}_2\text{---} \text{or} \text{---O---} \langle \text{---C}_6\text{H}_4\text{---} \rangle \text{---COOH}$$

Temperatur-stabilitet og ensartethed ➤ ingen kolde vægge ➤ ingen spildplads



BioCompact II

BioCompact



Tvingen luftcirkulation
i en BioCompact II
med ABS skuffer.



Alle skabe er mærket med det gule **ATEX** skilt, som er det eneste europæiske direktiv (94/9/EF) for udstyr bestemt til anvendelse i eksplosionsfarlig atmosfære.

Køleffekten skal ikke bare være opbevaringsbeholdning. Køleffekten skal være tilstrækkelig til at holde køle- eller fryseskabet på den ønskede temperatur. Det er ikke bare køl. Det er vigtigt i en branche hvor store mængder kostbare emner opbevares, at vælge et køl- eller fryseskab, som er beregnet til professionelt brug. Ved hjælp af tvungen luftcirkulation, som fordeler kulden jævnt i skabet opnår Gram BioLine skabe optimal temperaturstabilitet og ensartethed.

- Kolde vægge elimineres ved at lamelfordamperen er placeret væk fra opbevaringsrummet. Luften passerer igennem den og tvinges ud til emnerne i opbevaringsrummet • Med Gram BioLine får du driftssikkerhed, kapacitet og lang levetid • De akustiske og visuelle alarmer giver dig ekstra sikkerhed for de opbevarede emner • Ved selv at tilpasse dit interør skaber du overblik og gør dit indhold let tilgængeligt

Se mere på www.gram-bioline.com



Gram Commercial A/S | Aage Grams Vej 1 | DK-6500 Voens | Tlf. 7320 1300 | info@gram-bioline.com | www.gram-bioline.com



Biostorage you can depend on

Kompleksitet giver intellektuel udfordring

Årets modtager af Thorkil Holm Prisen 2016, Dimitrios Stamou, motiveres af komplekse udfordringer. Derfor har han kastet sig over at undersøge lipidmembraner i nanoskala, hvilket har givet flere banebrydende resultater.

Af Katrine Meyn

Dimitrios Stamou blev uddannet som ingeniør på École Polytechnique Fédéral de Lausanne i 2000 og tog efterfølgende en ph.d. samme sted.

- På det tidspunkt tænkte jeg som en ingeniør – jeg ønskede at bygge noget, fortæller han.

Men der skete noget, da han i 2004 startede sin egen gruppe på Københavns Universitet.

- Jeg indså, at biologi byder på en utrolig kompleksitet og et utal af ubesvarede spørgsmål. Og det blev jeg grebet af.

- Se f.eks. proteinet Ras - det har forskere studeret i årtier - alligevel er det så kompliceret, at der er plads til, at flere hundrede forskere kan bidrage med meningsfuld forskning. Den kompleksitet giver stor intellektuel udfordring, og derfor skiftede jeg vej – fra at være ingeniør til at blive biokemiker/biofysiker, men uden at jeg gav slip på de værktøjer, mit ingeniørstudie har givet mig med. For kan man selv udvikle nye metoder, kan man angribe problemer, som er meget komplicerede.

Membranens form og krumning er vigtig

En eukaryot-celle indeholder mange forskellige organeller, det plasmatiske reticulum, golgi-apparatet, mitochondrier osv. Hver har deres specielle funktion, og hver organel har en konserveret form. Sammenligner man den simpleste celled mitochondrie med de mest komplicerede organismers mitochondrier, opdager man, at de ser meget ens ud. De har en meget karakteristisk form. Det må betyde, at formen er vigtig.

- Vi ved ikke meget om membranernes form, og for ti år siden havde vi ikke teknologien til at måle, hvad der sker, når man lidt efter lidt ændrer membranen og observerer, hvad der sker. Det begyndte vi at arbejde på, da jeg startede i København.

- Det lykkedes os at lave et assay, der tillod os kvantitativt at ændre membranens form. Det betød, at vi kunne studere, om proteiner, der binder til en membran, foretrækker større eller mindre form/krumning og præcis, hvilken tendens de følger, hvis man ændrer membranens størrelse.

Dimitrios Stamou er årets modtager af Thorkil Holm Prisen på 50.000 kr. Den gives til en yngre kemiforsker, der har markeret sig inden for den kemiske forskning, og som har potentiale til yderligere udvikling. I begrundelsen for tildelingen fremhæves det, at Dimitrios Stamou siden sin ansættelse på KU i 2004 har opbygget en enestående og original forskningsaktivitet, der har ført til betydelige gennembrud inden for kemisk manipulation og grundlæggende studier af biologiske systemer på enkeltmolekylar niveau.



” Traditionelt opdeler vi videnskab i matematik, fysik og kemi – det er en kunstig opdeling. I virkeligheden eksisterer den opdeling ikke. Og biologi er et rigtig godt eksempel på, at vi behøver både fysik og kemi for at forstå, hvad der sker.

For at forstå livet

Vi udviklede det første high throughput-assay, der var let at bruge og som gav en masse data.

Siden da har det halve af Stamous' gruppe arbejdet med at forstå betydningen af membranens krumning. Efter ti års arbejde er konklusionen, at membranens form er ligeså vigtig som dens kemiske sammensætning. Man har ellers tidligere antaget, at det er den kemiske sammensætning, der bestemmer membranens fysiske, kemiske og biologiske egenskaber. Men det er ikke den fulde sandhed. At ændre membranens form ændrer stort set alle membranens egenskaber.

Proteinet Ras

Stamous og hans gruppe har også arbejdet meget med proteinet Ras. Ras-proteinet findes ofte muteret i kræft, og det er meget vigtigt at få afdækket, hvordan det fungerer.

Membraner er ikke homogene, men har områder, der lokalt indeholder forskellige lipid- og proteinsammensætninger – domæner. For at få Ras til at binde præcis i disse vigtige domæner skal membranen kunne tilbyde det helt rigtige miks af lipid-sammensætning og krumning. Det viser, at fysiske forhold er meget vigtige for denne proces.

Når tumorceller vandrer fra en tumor videre ud i kroppen og danner metastaser, skifter de morfologi – dvs. membranen ændrer form. Indtil nu har man troet, at membranændringen var en sekundær effekt, men resultaterne tyder på, at det er en primær effekt.

Stamous' gruppe undersøger visse anticancermidler – og har fundet ud af, at de netop har effekter, der ændrer cellens form.

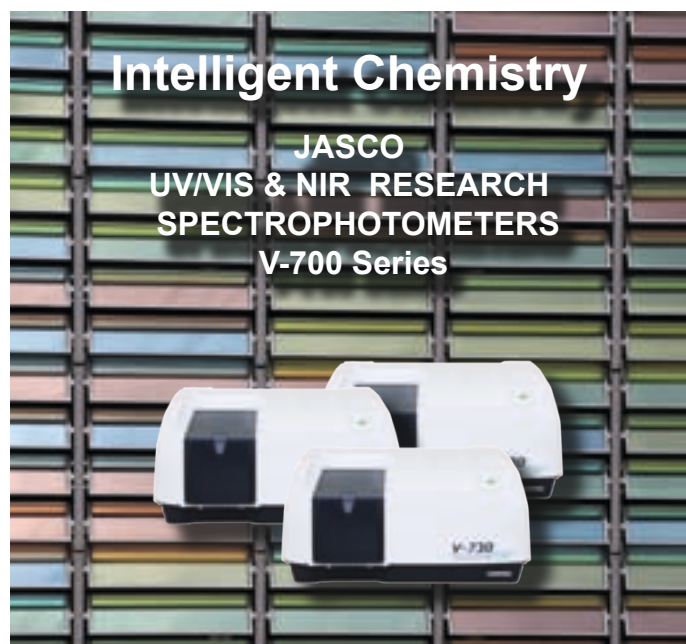
- Kan det være sådan, de virker? Vi ved det ikke, men det bliver spændende at finde ud af det, siger Dimitrios Stamou.
- Da vi undersøgte Ras på enkeltmolekyle-niveau, fandt vi ud af, at længden af et molekyles arbejdsperiode er meget vigtig.

I meget sjældne tilfælde var nogle af molekylerne hyperaktive. De fleste molekyler er ellers meget dovne. Denne sjældne superaktive evne kan være den, der definerer alt – men ser man kun på gennemsnittet, finder man den aldrig. Kun ved at undersøge molekylerne på enkeltmolekylene-niveau får man den slags opdagelser.

Fremover

- Alle de forskellige processer, vi arbejder med, prøver at afdække, hvordan ideen om homogen biologi nedbrydes, når man går ned til mindre skala. Når man arbejder med nano-skala, begynder heterogenitet at blive meget vigtig. Alting opfører sig anderledes på nanoskala-niveau. Jeg har nævnt to eksempler: membranens krumning og enkeltmolekylers til tider hyperaktive opførsel.

De små variationer i krumning har et formål – de er ikke et uheld. Ras-molekyler, der bliver hyperaktive nu og da, er ikke et uheld.



Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov
Telefon 8621 2866
Telefax 8621 2301
E-mail: sales@biolab.dk

Baggrund

Dimitrios Stamou er født i Grækenland og er uddannet ved Leeds University i England og École Polytechnique Fédérale de Lausanne i Schweiz. Han har publiceret sine forskningsresultater i førende videnskabelige tidsskrifter og har præsteret et højt antal publikationer, der citeres bredt.

Siden marts 2010 er han sammen med Ulrik Gether leder af Lundbeck-fonden Center for Biomembraner i Nanomedicin.

Hans videnskabelige arbejde omhandler bl.a. de biofysiske og biokemiske egenskaber af lipidmembraner i nano-skala. At finde sammenhængen mellem membranens form og krumning på proteins funktion og lokalisering.

Ved at fokusere på nanoteknologi har hans forskning givet betydelig indsigt i biomolekylære mekanismer, der ellers ville have været overset.

I en alder af 41 år er han i dag professor ved Kemisk Institut ved Københavns Universitet, hvor han leder bio-nanotechnology and nanomedicine group.

Fra luftbobler i havet til dannelsen af skyer i atmosfæren

Havet er en stor kilde til partikler i atmosfæren, og partikler fra havsprøjt udgør et af de største bidrag til den samlede partikelmasse globalt. Havsprøjt har en række interessante klimaeffekter, som der arbejdes intensivt på at forstå bedre.



Billede fra laboratoriet på Institut for Kemi, AU. Sea spray-tanken af rustfrit stål og måleinstrument til at måle partiklers størrelse ses i baggrunden. Foto: Jesper Rais, Aarhus Universitet.

Af Berit Brøndum Rasmussen, Sigurd Christiansen og Merete Bilde, Institut for Kemi, Aarhus Universitet

Størstedelen (~70%) af jordens overflade er dækket af hav, og processer, der foregår i grænsefladen mellem hav og atmosfære, har en afgørende betydning på global skala. En af disse vigtige processer er dannelsen af luftbårne nano- og mikropartikler via havsprøjt. Det estimeres, at et sted mellem få tusind og helt op til to hundrede tusind tons partikler slynges op i atmosfæren ved sådanne processer hvert minut [1].

Havet er en stor kilde til partikler i atmosfæren, og partikler

fra havsprøjt ("sea spray") udgør et af de største bidrag til den samlede partikelmasse globalt [2]. Sea spray dannes, når bølger brydes, og luft blandes ned i vandet. Herved skabes luftbobler, som stiger op og giver skumtoppe på overfladen af havet. Når boblerne springer ved overfladen, slynges små dråber ud i atmosfæren. Fra hver boble produceres typisk flere hundrede dråber [3]. Når boblerne springer, efterlader de desuden et hulrum i vandet, hvortil det omkringliggende vand strømmer, og hulrummet kolliderer. Det resulterer også i, at dråber slynges ud i atmosfæren. I atmosfæren kan vandet fordampe fra dråberne, og man refererer til de helt eller delvist udtørrede dråber som

”partikler”. Partikler, dannet fra boblerne, kan have en størrelse helt ned til få nanometer og op til flere mikrometer. Hulrummets kollaps bidrager yderligere med større partikler i intervallet 1 til 25 mikrometer [4]. Endnu større dråber bliver dannet, når stærke vinde river noget af havoverfladen med sig. De kan være op til få millimeter store, og af denne grund har de en kort levetid i atmosfæren, der begrænser sig til minutter [4]. Nogle af de mindre partikler kan til sammenligning have levetider på dage til uger [5].

Betydning for klimaet

Sea spray påvirker vores klima. Denne påvirkning skyldes, at sea spray reflekterer det indkommende sollys og derfor har en kølende effekt på klimaet. Herudover har sea spray en indirekte effekt på klimaet, da partiklerne kan virke som kim for dannelsen af skydråber. Klimaeffekterne af sea spray afhænger af partiklernes størrelse og kemiske sammensætning. For at være i stand til at vurdere disse effekter, er vi derfor nødt til fuldt ud at forstå dannelsesmekanismerne og hvilke faktorer, der kontrollerer den kemiske sammensætning og størrelse af sea spray. I klimamodeller kan man på nuværende tidspunkt ikke repræsentere sea spray korrekt, fordi man ikke har tilstrækkelig viden derom.

Havoverfladens mikrolag

Det øverste lag af havoverfladen kaldes mikrolaget. Det er kun få mikrometer tykt, er i konstant kontakt med luften ovenover og har fysiske, kemiske og biologiske egenskaber, der er forskellige fra det underliggende vand. Mikrolaget repræsenterer



Skum i strandkanten, Aarhusbugten.

Foto: Sigurd Christiansen, Aarhus Universitet.

en grænseflade mellem luft og vand, som er favorabel for de overfladeaktive forbindelser, der findes i havet, og de akkumulerer derfor her. Det er forbindelser som fedtsyrer, proteiner og mikrogeler. De er alle et resultat af havets biologiske aktivitet. Eksempelvis frigiver phytoplankton polysaccharider, fra hvilke de såkaldte mikrogeler kan dannes [6]. Når den biologiske aktivitet er høj, som for eksempel ved algeopblomstringer, vil det medføre en høj koncentration af disse forbindelser. Under



Tilbyder løsninger indenfor vandbehandling, til alle typer industrier

- Kemisk Industri
- Pharma
- Hospitaler
- Laboratorier
- Kraft og varme
- Fødevarer

KRÜGER AQUACARE

Vi leverer standardanlæg og designede løsninger til procesvandsbehandling

Bredt program af udstyr til: Blødgøring, dosering, afsaltning, afluftning, filtrering og desinficering af vand samt HYDREX kemikalieprogram.

www.aquacare.dk

Tlf. 43 45 16 76

 **VEOLIA**



Lufbobler i vand. Foto: Jesper Rais, Aarhus Universitet.

normale omstændigheder kan man ikke se mikrolaget med det blotte øje. Bliver koncentrationen af overfladeaktive forbindelser dog tilpas høj, kan mikrolaget blive synligt ved, at de helt små bølger, der normalt ses på overfladen, dæmpes.

Berigelse af sea spray med organiske forbindelser

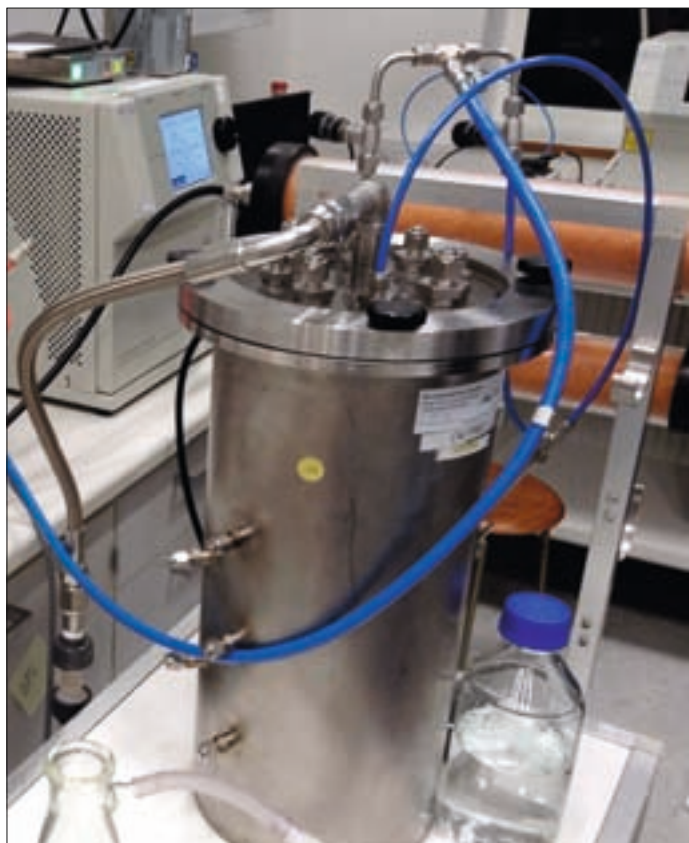
Når det blæser meget, og der er voldsomme bølger, er skum i strandkanten et velkendt syn. Dette skum og skumtoppene på havets overflade stabiliseres af de overfladeaktive forbindelser, da de sænker energien, der skal til for at danne en overflade. Det er formentlig også sådan, at overfladeaktive forbindelser akkumulerer på vand/luft grænsefladen af bobler, som er på vej op til havoverfladen. Når boblen når op til overfladen og springer, vil de overfladeaktive forbindelser blive transporteret til atmosfæren som sea spray. Det betyder, at sea spray ikke kun består af havsalt, men er beriget med organiske forbindelser, som for eksempel fedtsyrer. Sea spray indeholdende både salt og beriget med organisk materiale er observeret i felten [7], og laboratorieundersøgelser har vist, at partikler genereret fra havvand bliver mere berigede, hvis der eksempelvis tilsættes overfladeaktive forbindelser til naturligt havvand [3]. Det ses desuden, at mindre partikler er mere berigede med organisk materiale end større partikler [3]. Sea spray helt uden havsalt, og udelukkende bestående af biologisk materiale er også observeret [8]. Sådanne partikler kan have helt andre effekter på klimaet end partikler, som kun består af salt. Hvad der præcist kontrollerer størrelsen af partikler fra havet, og deres indhold af organiske forbindelser, er endnu meget uklart. Ligeledes er der stor usikkerhed omkring antallet af partikler, der dannes fra havet under forskellige betingelser, som for eksempel vindstyrke og biologisk aktivitet. Faktorer, såsom vandets overfladespænding, påvirker boblernes levetid på vandoverfladen, og menes at have betydning for antallet af partikler, der dannes [9]. Desuden viser laboratorieforsøg, at vandtemperaturen spiller en vigtig rolle [10].

Dannelse af sea spray i laboratoriet

Usikkerheden omkring størrelsen og den kemiske sammensætning af partikler fra havet er et stort problem i klimamodeller.



Feltmålinger og indsamling af havvand.
Foto: Quynh Nguyen, Aarhus Universitet.



Sea spray-tanken (nærmere beskrevet i [11]).
Foto: Quynh Nguyen, Aarhus Universitet.

Referencer

1. de Leeuw, G., et al., *Production Flux of Sea Spray Aerosol*. Reviews of Geophysics, 2011. **49**.
2. Andreae, M.O. and D. Rosenfeld, *Aerosol-cloud-precipitation interactions. Part 1. The nature and sources of cloud-active aerosols*. Earth-Science Reviews, 2008. **89**(1-2): p. 13-41.
3. Quinn, P.K., et al., *Chemistry and Related Properties of Freshly Emitted Sea Spray Aerosol*. Chemical Reviews, 2015. **115**(10): p. 4383-4399.
4. Garbe, C.S., et al., *Transfer Across the Air-Sea Interface*, in *Ocean-Atmosphere Interactions of Gases and Particles*, P.S. Liss and M.T. Johnson, Editors. 2014, Springer Earth System Sciences. p. 55-112.
5. de Leeuw, G., et al., *Ocean-Atmosphere Interactions of Particles*, in *Ocean-Atmosphere Interactions of Gases and Particles*, P.S. Liss and M.T. Johnson, Editors. 2014, Springer. p. 171-246.
6. Cunliffe, M. and J.C. Murrell, *The sea-surface microlayer is a gelatinous biofilm*. Isme Journal, 2009. **3**(9): p. 1001-1003.
7. O'Dowd, C.D., et al., *Biogenically driven organic contribution to marine aerosol*. Nature, 2004. **431**(7009): p. 676-680.
8. Leck, C. and E.K. Bigg, *Biogenic particles in the surface microlayer and overlaying atmosphere in the central Arctic Ocean during summer*. Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology, 2005. **57**(4): p. 305-316.
9. Modini, R.L., et al., *Effect of soluble surfactant on bubble persistence and bubble-produced aerosol particles*. Journal of Geophysical Research-Atmospheres, 2013. **118**(3): p. 1388-1400.
10. Salter, M.E., et al., *On the seawater temperature dependence of the sea spray aerosol generated by a continuous plunging jet*. Journal of Geophysical Research-Atmospheres, 2014. **119**(14): p. 9052-9072.
11. King, S.M., et al., *Investigating Primary Marine Aerosol Properties: CCN Activity of Sea Salt and Mixed Inorganic-Organic Particles*. Environmental Science & Technology, 2012. **46**(19): p. 10405-10412.

Derfor søger vi, via kontrollerede laboratorieforsøg, at forstå sea spray dannelsesmekanismer. Til dette bruger vi en sea spray tank. Det er en rustfri ståltank [11], som kan indeholde cirka 10 liter vand. Dannelsen af luftbobler kan simuleres med enten en vandstråle, der rammer vandet i tanken, eller ved at sende luft gennem en porøs disk, der ligger på bunden af tanken. Når luftboblerne stiger op til overfladen og springer, får vi dannet partikler. Vi undersøger partiklernes størrelse og antal samt fysiske og kemiske egenskaber med en serie moderne apparatur. Partiklernes størrelse og antal måles med en Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS). Herudover kan vi også se på partiklernes evne til at danne skydråber med en kondensationskernetæller. Berigelse af partiklerne med organisk materiale kan vi undersøge på forskellig vis som for eksempel med vores nye aerosol massespektrometer. Vi laver eksperimenter både med kunstigt havvand, hvor vi med nøjagtighed kan kontrollere sammensætningen, og med naturligt havvand for at få et billede af den komplekse virkelighed.

Et af vores igangværende projekter går ud på at forstå dannelsen og betydningen af skum på havets overflade. Det vil vi gerne forstå, fordi dannelsen af partikler er direkte forbundet hertil. Vi er desuden ved at bygge en ny sea spray-tank med temperaturkontrol (-15-50°C). Denne nye tank vil have et vindue, hvorigennem vi kan fotografere og optage opadstigende bobler. Vi vil blandt andet studere, hvordan temperaturen af havvand, som indeholder organiske forbindelser, påvirker dannelsen af sea spray partikler. Målet er at kunne forstå de involverede mekanismer og at kunne levere parametriseringer, som kan bruges til at forbedre klimamodeller.

E-mail:

Berit Brøndum Rasmussen: berit.b.rasmussen.90@gmail.com

Sigurd Christiansen: sigurd@chem.au.dk

Merete Bilde: bilde@chem.au.dk

WANTED

For service



Varian GC's were last seen on
laboratories in Denmark

If you have seen this instrument,
please contact

E-mail: serviceyourvariangc@samsi.no

Call: +47 35975600

REWARD

A great service deal, application support,
parts and more



Kulstofnanorør påvirker lunger og blodbaner

Kulstofnanorør er et nyt nanoteknologisk materiale med attraktive tekniske egenskaber. Men brugen af kulstofnanorør giver også anledning til bekymring, fordi de lange, uopløselige fibre kan spredes i luften og indåndes. Et nyt ph.d.-studie viser, at forskellige typer af kulstofnanorør udløser samme respons, som kan øge risikoen for udvikling af hjertekarsygdomme.

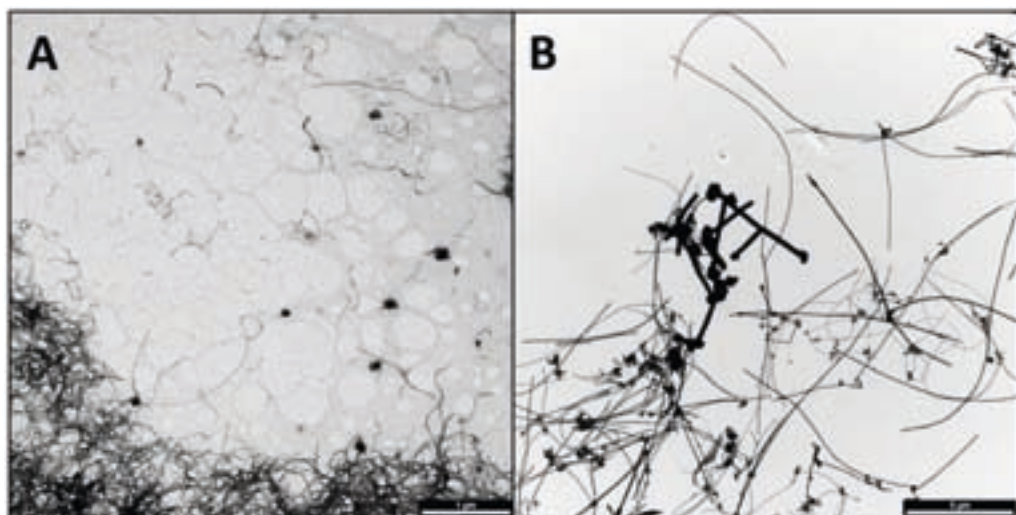
Af Sarah Søs Poulsen¹, Anne T. Saber¹, Nicklas R. Jacobsen¹, Håkan Wallin^{1,2} og Ulla Vogel^{1,3}

¹ Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

² Institut for Folkesundhedsvidenskab, Københavns Universitet

³ Nanotech, Danmarks Tekniske Universitet

Kulstofnanorør er dannet af en til flere grafenark, der er rullet op til bittesmå rør. De anses for at være nanomaterialer, fordi deres diameter er i nanostørrelse. Samtidig kan de være op til flere millimeter lange, hvilket betyder, at de har et meget højt aspektforhold (forholdet mellem længde og diameter) og kan have en fiberlignende struktur ligesom asbest. Kulstofnanorørs fysisk-kemiske egenskaber (længde, tykkelse, elektrisk ledningsevne, overfladefunktionalisering og indhold af urenheder fra metaller) kan varieres i det uendelige. Det er denne alsidighed både i struktur og kemi, der gør kulstofnanorør brugbare inden for en lang række industrier. Kulstofnanorør bruges allerede i sportsudstyr, elektriske komponenter, byggematerialer og medicinsk udstyr. Det har øget produktion af kulstofnanorør voldsomt og dermed også øget risikoen for, at mennesker bliver eksponeret for kulstofnanorør f.eks. i arbejdsmiljøet.



Figur 1. Transmission electron microscopy billeder af rå CNT_{Small} (A) og CNT_{Large} (B). Målestoksangivelsen for både (A) og (B) er 1 μm. Fra [10], gengivet med accept fra Elsevier.

Et forsøg i mus

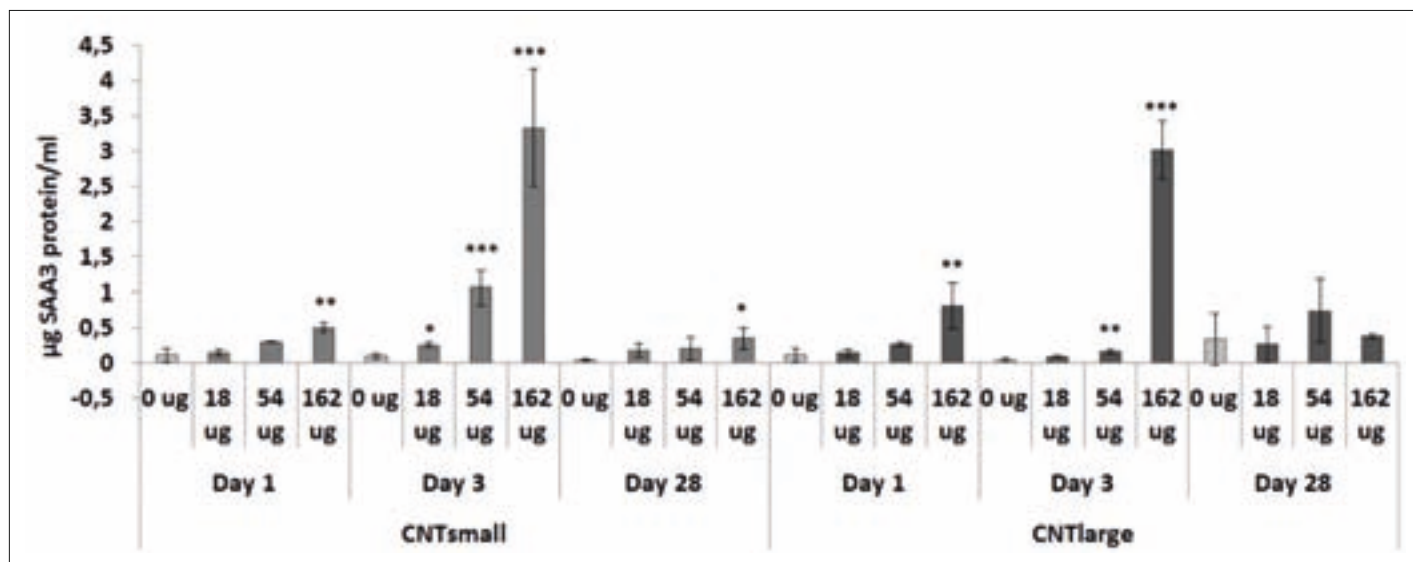
For at undersøge effekten af kulstofnanorørs fysisk-kemiske egenskaber på deres toksicitet i lungerne og blodbanen, blev hunnus eksponeret med en enkelt dosis af en af to typer kulstofnanorør, som blev deponeret i lungerne på musene. Vi valgte to meget forskellige typer kulstofnanorør og kaldte dem CNT_{Small} og CNT_{Large}, pga. deres forskellige fysisk-kemiske egenskaber, figur 1.

CNT_{Small} er korte, bøjede kulstofnanorør med små diameter, stort overfladeareal og et forholdsvist stort indhold af urenheder fra metaller, figur 1A. CNT_{Large} er derimod lange, lige og tykke (større diameter) og har et forholdsvist lille overfladeareal og et lavt indhold af urenheder fra metaller. I modsætning til CNT_{Small} har CNT_{Large} en mere fiberlignende struktur, figur 1B. I vores forsøg blev mus eksponeret for tre forskellige doser af CNT_{Small} eller CNT_{Large}, og ændringerne i musenes lunger og blod blev undersøgt 1, 3 eller 28 dage efter eksponeringen.

Meget ens respons i lungerne

I lungerne undersøgte vi farligheden af kulstofnanorørene ved at analysere antallet af inflammatoriske celler i lungeskyl-

levæske og ved at kortlægge, hvilke gener der blev op- eller nedreguleret i lungenvæv fra de eksponerede mus. På grund af den fiberlignende struktur hos CNT_{Large} forventede vi, at denne type kulstofnanorør ville være mere farlig for musene end CNT_{Small}. Men faktisk udløste eksponeringen for de to kulstofnanorør stort set de samme ændringer i gendtrykket i musene, hvoraf inflammation og akutfaserespons var de mest regulerede processer. Samtidig var akutfaseresponsgenet Serum amyloid A3 (*Saa3*) det mest differentielt regulerede af alle gener, både efter eksponering for CNT_{Small} og CNT_{Large}. Vores observationer på genniveau blev understøttet af målinger, der viste en akkumulering af inflammato-



Figur 2. Ændringer SAA3 proteinniveauer i blodet. SAA3-målingerne blev foretaget 1, 3 eller 28 dage efter lungeeksponering i mus for 0, 18, 54 eller 162 µg CNT_{Small} og CNT_{Large}.

* Statistisk signifikant anderledes fra kontrolgruppen, $p < 0,05$.

** Statistisk signifikant anderledes fra kontrolgruppen, $p < 0,01$.

*** Statistisk signifikant anderledes fra kontrolgruppen, $p < 0,001$.

Standardafvigelse er afbildet som fejllinjer. Fra [11], gengivet med accept fra Elsevier.

riske celler i lungevæsken ved alle doser og tidspunkter efter eksponering for både CNT_{Small} eller CNT_{Large}.

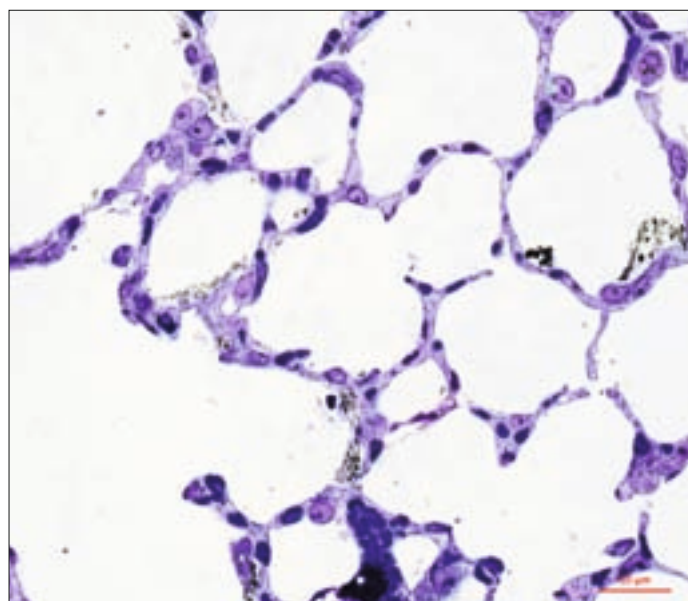
Systemiske ændringer

De inflammations- og akutfaseproteiner, der dannes i lungerne, kan komme i cirkulation i blodbanen, så hele kroppen påvirkes. Vi ønskede derfor at undersøge, om det observerede, stærke akutfaserespons i lungerne ændrede niveauet af akutfaseresponsproteinet SAA3 i blodet. SAA3 blev valgt, da det som tidligere nævnt var det mest regulerede gen i lungerne efter eksponering for CNT_{Small} og CNT_{Large}. Eksponeringen for både CNT_{Small} og CNT_{Large} forårsagede øget SAA3-niveau i blodet hos musene, figur 2. Den største stigning blev observeret tre dage efter eksponering, og niveauerne af SAA3-protein var stadig forøgede på dag 28. Samtidig var der en lineær korrelation mellem niveauet af lunge-*Saa3* mRNA og niveauet af SAA3-protein i blodplasmaet. Det indikerer, at SAA3-proteinerne i blodet stammer fra lungen. Men hvilken betydning kan højere niveauer af akutfaseresponsproteinet SAA have for organismen?

Akutfaseresponsen

Et akutfaserespons opstår ved akutte og kroniske inflammatoriske tilstande som f.eks. bakterielle infektioner, beskadigelse af væv og vævsdød [1]. Under disse forhold stiger niveauet af akutfaseproteiner i blodet, herunder SAA, som kan være op til 1.000 gange højere end normalt. Det medfører en række biologiske ændringer, bl.a. øget tiltrækning af inflammatoriske celler [2,3] og ændring i lipoproteinerne i blodet [4,5]. SAA kan bl.a. binde sig til high-density lipoprotein (HDL), hvilket mindsker proteinets evne til at fjerne kolesterol fra blodvæggen og organerne. Herved ophobes kolesterol i kroppens primære "ædeceller", kaldet makrofager.

Forsøg har vist, at makrofager kan blive omdannet og bidrage til åreforkalkning, hvis de bliver stimuleret af rent SAA-protein eller af SAA bundet til HDL [6]. Ligeledes har forsøg i mus vist, at mus med høj produktion af SAA1 havde mere åreforkalkning end mus med en normal produktion af SAA1 [7].



Lysmikroskopbillede af lungen fra en mus efter eksponering for CNT_{Large}.

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

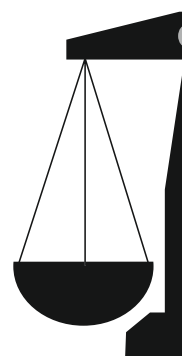
Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

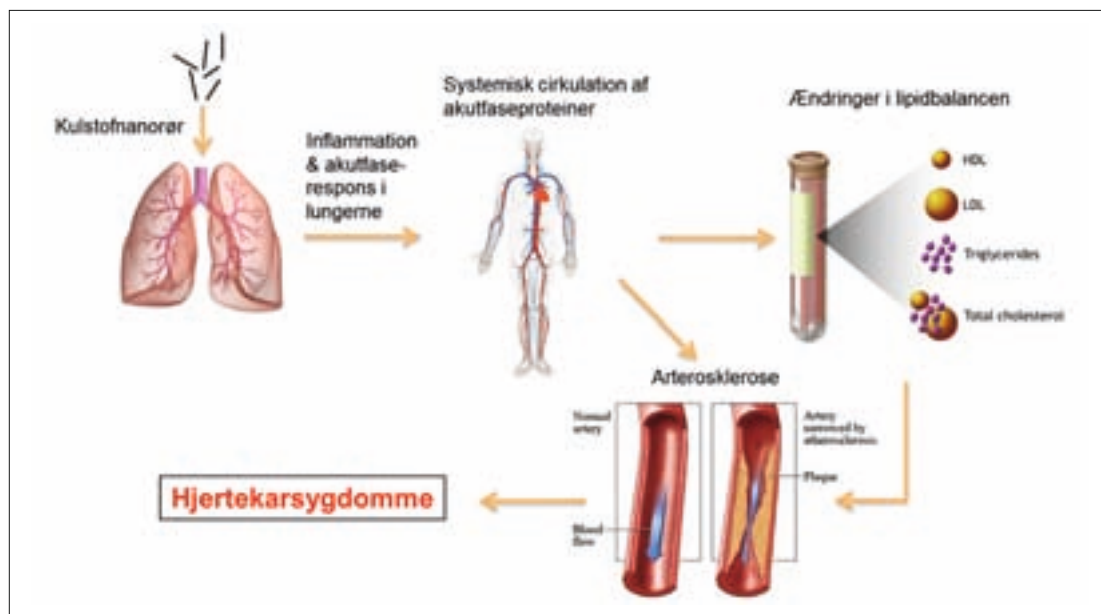
Salg af pipetter og laboratorie varer.



Pipettecenteret

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





Figur 3. Fra lungeekspone-
ring for kulstofnanorør til
mulig øget risiko for hjerte-
karsygdomme. Ekspone-
ring i lungerne for kulstof-
nanorør inducerer et stærkt
akutfaserespons. Dette
fører til systemisk cirkula-
tion af akutfaseproteiner,
hvilket fører til ændringer
i lipidbalancen, navnlig
forøgede niveauer af
kolesterol og LDL. Forøgede
niveauer af akutfasepro-
teiner, kolesterol og LDL i
blodet er alle risikofaktorer
for arteriosklerose og heraf
hjertekarsygdomme.

Øget risiko for hjertekarsygdom

Vores resultater viste en længerevarende stigning i SAA3-niveauerne i blodplasmaet efter eksponering for de to meget forskellige kulstofnanorør. Øgede SAA-niveauer i blodet er blevet associeret med forøget risiko for hjertekarsygdomme i epidemiologiske studier [8,9]. Ligeledes er forøgede blodniveauer af kolesterol og low-density lipoprotein (LDL), også kaldet "dårligt kolesterol", blevet identificeret som risikofaktorer for hjertekarsygdomme. Vi undersøgte derfor mængden af kolesterol og LDL i blodet på musene og observerede en stigning af begge efter eksponering for CNT_{Small} og CNT_{Large}. Forøgelsen af SAA3-protein, kolesterol og LDL i blodet på musene var uafhængig af kulstofnanorørens fysisk-kemiske egenskaber, da eksponering for både CNT_{Small} og CNT_{Large} forårsagede de samme forandringer.

De kombinerede resultater fra vores lunge- og systemiske undersøgelser indikerer derfor, at udsættelse for kulstofnanorør via lungerne øger risikoen for åreforkalkning på grund af et kraftigt akutfaserespons og deraf øget risiko for hjertekarsygdomme, figur 3.

Dette vigtige aspekt ved kulstofnanorørs toksicitet burde indgå i den helbredsmæssige vurdering af kulstofnanorør på lige fod med andre biomarkører som inflammation, fibrose og kræft.

Denne artikel er tidligere bragt i bladet "Miljø og Sundhed" i december 2015 i en længere version.

E-mail:

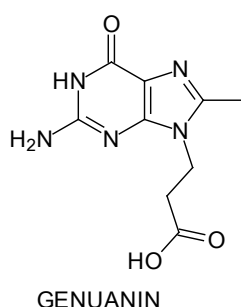
Sarah Søs Poulsen: spo@nrcwe.dk

Ph.d.-afhandlingen "A toxicogenomic approach for toxicity assessment of pulmonary MWCNT exposure" er tilgængelig på Roskilde Universitets bibliotek, RUB.

Referencer

1. C. Gabay, I. Kushner, *N. Engl. J. Med.* **340**, 448 (1999).
2. T.S. Liang, J.M. Wang, P.M. Murphy, J.L. Gao, *Biochem Biophys Res Commun* **270**, 331 (2000).
3. R. Badolato *et al.*, *J. Exp. Med.* **180**, 203 (1994).
4. V.G. Cabana, J.R. Lukens, K.S. Rice, T.J. Hawkins, G.S. Getz, *J. Lipid Res* **37**, 2662 (1996).
5. V.G. Cabana, C.A. Reardon, B. Wei, J.R. Lukens, G.S. Getz, *J. Lipid Res* **40**, 1090 (1999).
6. H.Y. Lee *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **433**, 18 (2013).
7. Z. Dong *et al.*, *Mol. Med.* **17**, 1357 (2011).
8. P.M. Ridker, C.H. Hennekens, J.E. Buring, N. Rifai, *N. Engl. J. Med.* **342**, 836 (2000).
9. P. Elliott *et al.*, *JAMA* **302**, 37 (2009).
10. S.S. Poulsen *et al.*, *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **284**, 16 (2015).
11. S.S. Poulsen *et al.*, *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **283**, 210 (2015).

Nyt om Keglesnegle skyder med skarpt



Keglesnegle eller conussnegle, som er almindelige i tropen, betjener sig af en ekstremt dødelig gift i deres jagt på bytte. Giften er også dødelig for mennesker.

Arten *Conus geographus* kaldes også i folkemunde cigaretsneglen, fordi dens gift efter sigende kan dræbe et menneske i samme tidsrum, som det tager at ryge en cigaret.

Man har hidtil troet, at giften var et polypeptid; men det er nu vist, at giften foruden dette polypeptid også indeholder et lille molekyle; et guanidinderivat, som er blevet kaldt genuanin, og som også er dødeligt for mus i nanomolære mængder.



Carl Th.

Small Molecules in the Cone Snail Arsenal *Organic Letters* 2015, 17, side 4933; Keglesnegle – nok se men ikke røre *Dansk Kemi* 2010, **91** (9) side 6.

DTU-forsker modtager Statoil Pris 2016

Kristian Møhlhave fik fredag den 11. marts tildelt Statoil Prisen for sin forskning i elektron-mikroskopi. I sin forskning kombinerer Kristian Møhlhave elektron-mikroskopi med specielt udviklede mikrostrukturerede analysesystemer med det formål at kunne studere dynamiske biologiske, fysiske og kemiske processer. Med hans forskning får biologer, fysikere og kemikere meget større muligheder for at studere vigtige nano-skala processer i real-tid.

Eksempler på Kristians anvendelser af sin forskning er studier af tidlige fænomener i væsker, biologiske celler, katalytiske processer, nanoelektronik og studier af materialer til forbedret batteriteknologi og energilagring.

Kristian Møhlhave er uddannet cand.scient. i fysik og kemi fra Aarhus Universitet i 2000 og ph.d. i fysik/nanoteknologi fra DTU i 2004. I dag er han ansat som Associate Professor/Lektor ved Institut for Micro- og Nanoteknologi ved DTU, hvor han varetager koordineringen af instituttets aktiviteter inden for energi- og miljøområdet.

Statoil Prisen blev uddelt første gang i 1950, og er siden blevet uddelt en gang om året, og det er dermed Danmarks ældste teknikpris.

Talanta Medalje til Elo Harald Hansen

Talanta Medaljen blev startet i 1961 af Pergamon Press for at ære usædvanlige bidrag til den analytiske kemi. Den sidste medalje blev givet i 1995. Efter tyve års dvale har Elsevier Science, der nu udgiver Talanta, genoptaget uddelingen af Talanta Medaljen.

2015 Talanta Medaljen tildeles professor Elo Harald Hansen, DTU, for hans "outstanding contributions" i udviklingen af flow injection analysis. Medaljen blev uddelt på Pittcon-konferencen 2016 den 8. marts.

Ny direktør i Alfa Laval

Per Lund Hansen blev 1. april udnævnt til Managing Director for Alfa Laval Copenhagen A/S i Søborg. Det er et firma, han kender godt: Han kom til Alfa Laval i 2004 som Accounting Manager og har de forløbne 12 år haft forskellige ledende poster i Alfa Laval Tank Equipment i Ishøj og Alfa Laval Copenhagen i Søborg samt haft ansvaret for den finansielle integration af en norsk koncern, som Alfa Laval købte i 2014.

Per Lund Hansen har en revisionsmæssig baggrund fra Deloitte, og har derudover arbejdet hos Copenhagen Metro Construction, MAN B&W Diesel og Alcatel, inden han kom til Alfa Laval.

Totalt har koncernen, med hovedkvarter i Lund i Skåne, salg i 100 lande. Den 133 år gamle koncern – som startede med centrifugalseparatorer til mejerier og hvis stifter Gustaf de Laval opfandt den funktionelle damp-turbine – har ca. 17.500 medarbejdere verden over og en årlig omsætning på omkring 32 milliarder kroner. Virksomhedens aktiviteter er baseret på tre hovedteknologier: Varmeoverførsel, separation og væskehåndtering.

Dansk teknologi i Det Hvide Hus

Vand var på toppen af dagsordenen, da FN's internationale vanddag den 22. marts blev afholdt i Det Hvide Hus. Allerede nu oplever man i flere amerikanske stater, at vandressourcerne er under pres og er yderst sparsomme. Derfor er et af USA's mål at reducere sit vandforbrug med 33%. For at give inspiration til løsninger på vandudfordringerne, var en række trendsæt-

tere inden for vand blevet inviteret for at give bud på, hvordan problemerne kan løses. Blandt udstillerne var et konsortium af 12 danske vandvirksomheder og organisationer. På den danske stand blev løsninger fra kortlægning af grundvandet, over en effektiv vandforsyning til energieffektiv spildevandsrensning vist frem via en specielt udviklet demo-model.

- Vi er glade for, at amerikanerne tager vand- og klimaudfordringerne alvorligt, og at de er parate til at lede efter bæredygtige løsninger på de problemstillinger, der er. Vores teknologi kan gøre en forskel i forhold til mange af de vandudfordringer, USA og verden generelt står overfor. Både når det drejer sig om drikkevand, spildevand og intelligent håndtering af vandressourcer generelt, siger Kim Nøhr Skibsted, Group VP hos Grundfos. Foruden Grundfos var Danfoss, Kamstrup, Rambøll, DHI, Leif Koch, Skytem, AVK, Danske Vandværker, Danva, MCH og State of Green med i konsortiet, der repræsenterede Danmark i Washington.

Rekordår for startups på DTU

Antallet af nye startups på DTU slog igen i 2015 rekorden fra året før. I alt blev der etableret 54 nye virksomheder eller tre flere end i 2014. De studerende stod bag 31 virksomheder, mens medarbejdere stod for 23 nye virksomheder. I 2014 var der 21 studenterstartups og 30 medarbejder-startups.

Ekstra bevilling til Danmark fra Det Europæiske Forskningsråd

I december 2015 delte Det Europæiske Forskningsråd (ERC) fem af deres prestigefyldte bevillinger ud til forskere fra danske universiteter. ERC deler nu 59 ekstra bevillinger ud, heraf bl.a. to til forskere i Danmark.

Luis Ignacio Toledo Lazaro, Postdoc fra Novo Nordisk Foundation Center for Protein Research, modtager ca. 11 millioner kroner fra Det Europæiske Forskningsråd til projektet "Dissecting the constraints that define the eukaryotic DNA replication program". Målet med projektet er at udforske nye dimensioner af DNA-replikation. At undersøge, hvordan biologiske begrænsninger i humane celler er med til at bestemme DNA-replikation, og hvordan disse kan udnyttes til at udvikle nye behandlingsstrategier for kræft.

Sine Reker Hadrup forsker i immunforsvarets genkendelse af kræftceller modtager ca. 11 millioner kroner fra Det Europæiske Forskningsråd til projektet "nextDART". Sine Reker Hadrup arbejder med udvikling af nye teknologier, der kan beskrive, hvordan immunforsvarets T-celler interagerer med kræftceller. Hun vil undersøge, hvordan immunforsvaret genkender forskellige genetiske forandringer i kræftceller. Den viden kan bruges til at vælge de rette genetiske forandringer som mål for immunterapeutiske strategier og give os bedre og mere målrettede behandlinger mod kræft.



CARBOLITE
Leading Heat Technology
part of VERDER scientific

Furnaces & Ovens
to 3000 °C for
Laboratory and
Industrial Applications

SKANLAB

Kvinderupvej 30 · 3550 Slangerup · Tlf: 4738 1014 · www.retsched

Bæredygtig brug af fosfor

Udfældning af struvit og struvit-K fra spildevand, spildevandsslam og flyveaske kan på sigt gøre Danmark uafhængig af fosforimport.

Af Anders Lodberg, Mujeeb Ur Rehman, Umar Fayyaz og Kaj Thomsen, Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Kemiteknik

Fosfor er essentiel for alt liv på jorden. Uden at tilføre fosfor til landbrugsjorden vil det ikke være muligt at opretholde en tilstrækkelig fødevareproduktion til at brødføde jordens befolkning.

Derfor er det også yderst problematisk, at verdens kendte fosforminer er ved at være udtømt, og de tilbageværende miners fosfor er forurenet med blandt andet cadmium. Forbruget af fosfor er faktisk så stort, at fosforproduktionen er blevet forudsagt til at toppe i 2033. Denne forudsigelse er dog baseret på data fra før 2008, som var året, hvor prisen på fosfor midlertidigt steg med 800%. En forudsigelse baseret på de nyeste data, skubber toppen til 2069, figur 1. Det flytter problemet en generation ud i fremtiden, men løser det ikke [1].

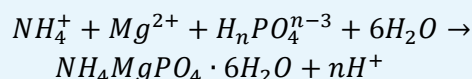
I takt med at fosforproduktion indskrænkes til stadig færre miner, stiger problemet med forurening af fosforen med tungmetaller, især cadmium. Cadmiumkoncentrationen i fosfor fra Marokko er på op til 500 mg kg⁻¹ P₂O₅. Dette er yderst problematisk, eftersom der på nuværende tidspunkt ikke er nogen øvre grænse for den tilladte cadmiumkoncentration i kunstgødning. Cadmiumkoncentrationen må ikke overstige 20 mg kg⁻¹ P₂O₅, hvis cadmiumophobning i landbrugsjorden skal undgås. Ydermere vil en ophobning af cadmium i jorden overføres til de planter, som produceres, og derved skabe en cadmiumophobning i de dyr og mennesker, som indtager planterne. Herved er der en forøget risiko for nyreskader senere i livet [2,3].

For at imødegå den kommende fosformangel og finde et

alternativ til Danmarks årlige import af 14.000 tons fosfor er flere alternative fosforkilder blevet undersøgt.

Struvit fra spildevand

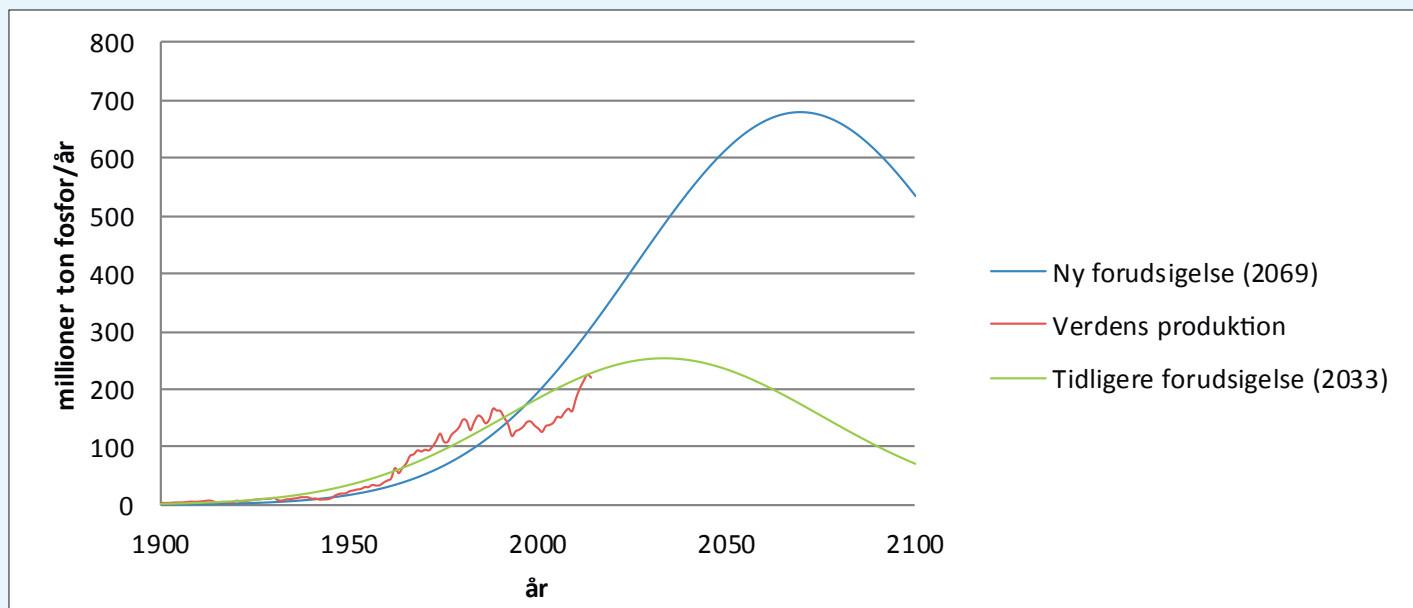
Et af de mest lovende alternativer er udvinding af fosfor fra spildevand i form af struvit (nyresten). Struvit, eller ammonium-magnesiumfosfathexahydrat, er et mineral, som kan udfældes fra ammoniakholdigt og fosfatrigt spildevand ved at tilføre magnesium, f.eks. i form af magnesiumoxid eller magnesiumklorid.



Disse støkiometriske forhold kan utilsigtet opstå på rensningsanlæg, hvilket har givet problemer med struvitdannelse i rør og pumper. Kontrolleret udfældning af struvit er derfor et oplagt valg: det reducerer mængden af kvælstof og fosfat i spildevandet og kan sælges som gødning.

Struvit kan beskrives som en "slow release"-gødning og er klassificeret som gødning i Danmark og nogle EU-lande. Struvit er dog ikke klassificeret som gødning på et overordnet europæisk plan. Eksport af struvit besværliggøres af, at det er klassificeret som et affaldsprodukt i EU [4].

Struvitproduktion foregår allerede i Danmark på to anlæg i henholdsvis Åby og Herning. Tilsammen har anlæggene en årlig struvitproduktion på omkring 350 tons. Danmark halter dog langt bagefter andre lande i udvikling af fuldskala struvitanlæg. Især i forhold til lande som Holland, Tyskland og USA. Både hvad angår antallet af anlæg, udfældningsmetoder og størrelsen



Figur 1. Forbruget af fosfor forventes at toppe i 2069.



Figur 2. Flyveaske fra biomasseforbrænding er en interessant kilde til fosfor.



Figur 3. Det er muligt at udvinde næsten alt fosfor fra biobaseret flyveaske ved at udfælde struvit-K.

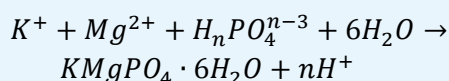
på anlæggene er disse lande langt foran os. Alene i Holland er der udviklet fire forskellige teknologier til udfældning af struvit, og der er allerede opført en lang række anlæg, hvor de største har en struvitproduktionskapacitet på 1.000 tons om året [1,5,6].

Der er et potentiale for at opføre 20-50 struvitanlæg i Danmark, hvilket vil reducere afhængigheden af fosforimport med op til 3.000 tons om året. Det er dog ikke nok til fuldstændig at stoppe importen, hvorfor andre alternative fosforkilder også bør undersøges, hvis hele Danmarks fosforbrug skal dækkes [5,7].

Struvit-K fra biobaseret flyveaske og fra spildevandsslam

En anden interessant fosforkilde er flyveaske fra biomasseforbrænding, figur 2. I takt med at danske kraftværker udskifter fossile brændsler med biomasse som halm og træflis, forøges mængden af biobaseret flyveaske. På grund af tungmetalindholdet i denne aske må den ikke føres tilbage til markerne eller deponeres i EU.

Forsøg på Danmarks Tekniske Universitet (DTU Kemiteknik) har påvist, at det er muligt at udvinde næsten alt fosfor fra biobaseret flyveaske ved at udfælde Struvit-K, figur 3. Selv om denne struvit-K blev udfældet fra et aske-ekstrakt, som indeholdt cadmium (1 mg l^{-1}), kunne cadmium ikke påvises i det dannede struvit-K. Struvit-K, eller kalium-magnesiumfosfathexahydrat, minder om struvit, idet ammoniumionen fra struvit er udskiftet med en kaliumion i struvit-K. Ellers har de to stoffer samme krystalstruktur. Modsat struvit er struvit-K ikke afprøvet eller godkendt som gødning i Danmark. På grund af sin lave opløselighed må det forventes, at struvit-K, ligesom struvit, kan beskrives som en "slow release"-gødning, men yderligere forsøg er påkrævet for at underbygge denne påstand [1,8].



Struvit-K produktion er ikke så udviklet som struvit. Der findes dog et storskalaanlæg i Putten i Holland, som producerer omkring 45 tons struvit-K om året fra denitrificeret kalvegylle [9].

Ved at opløse flyveasken i let surt vand opløses fosforforbindelserne i flyveasken. Udfældningen af struvit-K kan derefter gennemføres ved at tilsætte magnesiumoxid eller magnesiumchlorid til den fosforholdige opløsning. Magnesiumoxid spiller her en dobbeltrolle, idet det både regulerer pH til et passende niveau, hvor udfældningen kan forekomme, samt tilføjer den nødvendige magnesium for at opfylde de støkiometriske krav.

Såfremt der er et passende forhold mellem kalium-, magnesium- og fosfatkoncentrationerne, er det muligt at udkrystallisere størstedelen af det opløste fosfor som ren struvit-K uden udfældning af cadmium eller andre tungmetaller fra asken. Yderligere forsøg er dog påkrævet for at optimere processen og bestemme det økonomiske potentiale [1].

Biobaseret flyveaske kan herved konverteres fra at være et affaldsprodukt til et værdifuldt gødningsprodukt, og mængden af flyveaske, der skal deponeres, reduceres.

Struvit-K-udfældningsmetoden forventes ligeledes at kunne anvendes i forbindelse med termisk hydrolyse af husholdnings-slam. Størstedelen af slammets kulstof og nitrogen reduceres under forgasningen, mens fosfor udfældes som jernfosfat. Fosfor kan med fordel i stedet udfældes som struvit-K efter afbrænding af spildevandsslam. Struvit-K forventes at være frit for tungmetaller og kunne anvendes direkte som gødning, det sidste er ikke tilfældet for jernfosfat grundet den ekstremt lave opløselighed [1,10].

E-mail:

Kaj Thomsen: kth@kt.dtu.dk

Referencer

1. A. Lodberg, "Modeling and experiments for recycling of phosphorus," Technical University of Denmark, 2016.
2. D. Cordell and S. White, "Peak phosphorus: Clarifying the key issues of a vigorous debate about long-term phosphorus security," *Sustainability*, vol. 3, no. 10, pp. 2027–2049, 2011.
3. S. S. Mar and M. Okazaki, "Investigation of Cd contents in several phosphate rocks used for the production of fertilizer," *Microchem. J.*, vol. 104, pp. 17–21, 2012.
4. E. Desmidt, K. Ghyselbrecht, Y. Zhang, L. Pinoy, B. Van der Bruggen, W. Verstraete, K. Rabaey, and B. Meesschaert, "Global Phosphorus Scarcity and Full-Scale P-Recovery Techniques: A Review," *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, vol. 45, no. 4, pp. 336–384, 2015.
5. J. M. Andersen, "Danmarks største struvitanlæg indvies i Herning," *Spildevandsteknisk Tidsskr.*, no. 2, p. 2, 2015.
6. SH+E Group, "Europe's largest phosphate recovery installation under construction at wwtp Amsterdam, the Netherlands," <http://www.dutchwatersector.com/>, 2013. [Online]. Available: <http://www.dutchwatersector.com/news-events/news/7635-europe-s-largest-phosphate-recovery-installation-under-construction-at-wwtp-amsterdam-the-netherlands.html>. [Accessed: 26-Feb-2016].
7. P. Krøyer Kristensen, "Fremtidens gødning," *Momentum+*, 2014.
8. M. U. Rehman and U. Fayyaz, "Genindvinding af fosfor fra biomasseaske," Danmarks Tekniske Universitet, Kongens Lyngby, 2016.
9. R. D. Schuiling and A. Andrade, "Recovery of Struvite from Calf Manure," *Environ. Technol.*, vol. 20, no. 7, pp. 765–768, 1999.
10. Miljøministeriet, Innovationspartner- skab for anvendelse af fosfor fra spildevand og spildevandsslam fra spildevandsforsyninger, no. 1460, 2013.

Beskedent overtryk gav spektakulære følger

For at undertrykke generende opskumning blev en tank sat under et såkaldt "meget beskedent overtryk". Pludselig svigtede samlingen i bunden. Tanken nåede en højde på 30 m og faldt ned og knuste en varevogn. Uheldet viser, at et stort volumen af gas under lavt tryk indeholder en ikke uvæsentlig mængde energi.

Af Frank Huess Hedlund

Under brygning af øl forøges gærcellemassen mellem tre og seks gange. Gæren bundfæles, før øllet lagres, og den overskydende mængde bortskaffes som gærfløde. Det er et restprodukt med et relativt højt tørstofindhold, og konsistensen er både klæbrig og viskøs.

Gær har et højt indhold af protein, vigtige aminosyrer og vitaminer og er derfor velegnet som foderstof til en-mavede dyr, særligt til svin, hvor gærfløde kan erstatte en del af den traditionelle sojaskrå. Baseret på proteinsammensætning og tørstofindhold er det vurderet, at 14 liter gærfløde kan erstatte 1 kg sojaskrå.

Gærfløde indeholder godt nok 2-3 procent alkohol, men det skulle efter sigende kun have gavnlige afledte effekter, idet svinene bliver sløve og derfor bedre er i stand til at modstå stresspåvirkningerne i de moderne og effektive svinestalde [1].

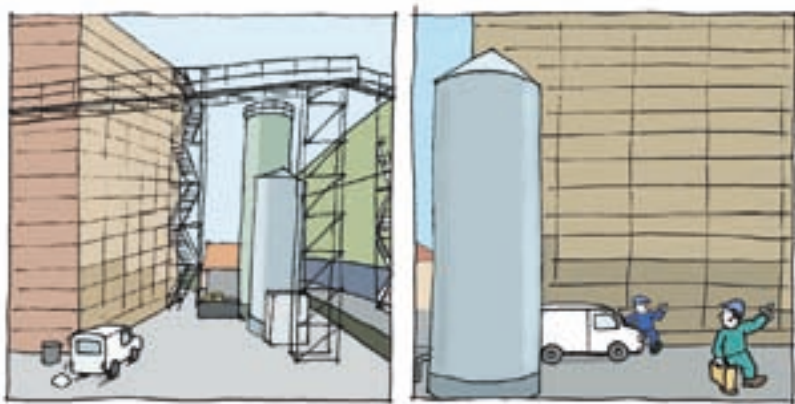
I nogle temmelig bemærkelsesværdige danske forsøg i 1980'erne [2] med fodring af svin med gærfløde var alkoholindtaget ikke helt ubetydeligt, i runde tal hvad der svarer til en flaske vin om dagen, hvilket i sig selv nok vil have en døsig virkning på mange læsere af Dansk Kemi. Hvis der korrigeres for kropsvægt, svarer det til imponerende cirka 2½ flaske vin om dagen for en person på 80 kg. Her er det sikkert en fordel med fire ben, og det er ikke helt uforståeligt, at svinene hyppigere lagde sig til at sove efter måltidet, set i forhold til svinene i kontrolgruppen uden gærfløde.

Gærfløde anvendes ikke længere direkte i svinefoderet, i hvert fald ikke i stor udstrækning – i stedet inddampes den til et pulver som eventuelt videreforarbejdes til proteinpiller. Gærfløden var svær at styre. Der var praktiske problemer med store variationer i tørstofindholdet fra parti til parti, og der kunne være et tørstoftab på hele 30% efter bare 14 dages opbevaring, selvom gærfløden var både pasteuriseret og konserveret med propionsyre.

Og her er vi ved et af problemerne med gærfløde: den er både et biologisk aktivt stof og et glimrende vækstmedium for uønskede mikrober. Selvom producenter af gærfløde søger at afsætte restproduktet så hurtigt som muligt, kan der være bøvl med plagsomme opskumninger i tankene.

"Meget beskedent overtryk"

Løsningen på denne gene ligger lige for: hvorfor ikke undertrykke opskumning ved at sætte gærflødetanken under et "meget beskedent overtryk", for eksempel 10 kPa (0.1 bar), når bryggeriet allerede har vidt forgrenet rørsystem med steril



Figur 1. To teknikere på nabobygningens tag skulle netop til at servicere et anlæg, da de hørte et hult dunk. De vendte sig om og så en stor tank skyde lodret op, så bunden løftede sig højere end taget på den modstående bygning. Tanken landede derefter oven på deres bil, som de netop havde forladt. Illustration: Jens Vox.

trykluft. Dette overtryk er jo så lavt, sagde en produktionschef på et bryggeri, at det er "næsten ingenting". Sandt nok er det et meget lille overtryk. Med lungernes kraft alene kan mænd snildt præstere dette overtryk, kvinder lige knap nok.

Hvis tanken tømmes hyppigt, netop for at undgå uønsket vækst og opskumning, så tanken sjældent når over 50% fyldning, så kan overtryksventilen med fordel stilles til 20 kPa, hvorved forbruget af steril trykluft bliver meget lille, måske endda nul i lange perioder. Og 20 kPa er stadig et meget lille overtryk. I drikkevareindustrien håndteres enorme mængder kulsyreholdige drikke, under tryk der er mindst ti gange højere. Trykket i en flaske champagne, som godt nok er i den høje ende, kan være 500-600 kPa.

Lovkrav

Lovkravsmæssigt er der ikke de store problemer med et beskedent overtryk i området 10-20 kPa. Det europæiske direktiv for trykbærende udstyr (PED) træder først i kraft ved overtryk større end 50 kPa. For at undgå at blive omfattet af dette direktiv, og ikke mindst dets dokumentationsbyrde, er det almindelig praksis i industrien at installere en sprængplade som ultimativ overtryksbeskyttelse. Derved sikres, at trykket aldrig overstiger 50 kPa.

En sprængplade er en membran, der er indspændt mellem to specialflanger, som åbner (sprænger) ved et veldefineret overtryk. Modsat en sikkerhedsventil er den ikke selvluukkende,

Overtryk	Exergy kan løfte tankens tyngdepunkt med
10 kPa	0.5 m
20 kPa	2.4 m
30 kPa	5.4 m
40 kPa	9.5 m
50 kPa	15 m
60 kPa	21 m
70 kPa	27 m

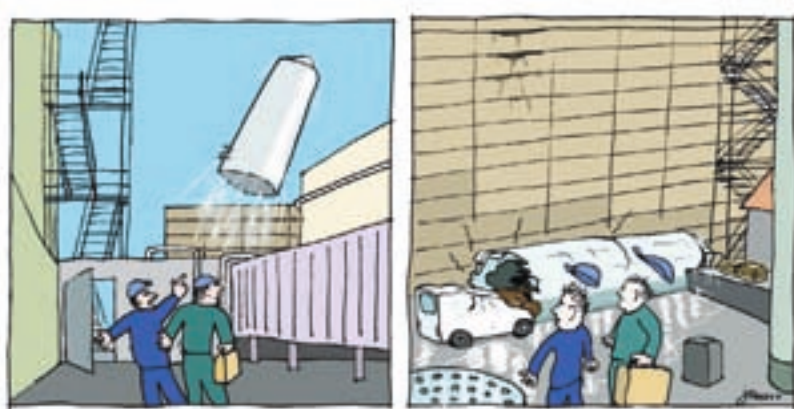
Tabel 1. Beregnet løftehøjde af en tom 90 m³ tank på 4 tons for forskellige beskedne overtryk af luft.

Fakta

Der er foregået en del ulykker i Danmark. Men der er ikke tradition for efterforskning og systematisk vidensdeling. Med ganske få undtagelser er dyrt høstede erfaringer i fare for at blive glemt.

Santayana har sagt, at de, der ikke kender historien, er dømt til at gentage den.

Artiklen er den femte i en serie, som vil råde bod på denne sorte plet ved at beskrive tidligere hændelser udvalgt for deres læringspotentiale.



og en sprængplade kan kun anvendes én gang. På grund af sin simple konstruktion og få komponenter anses sprængplader ofte for at have en højere pålidelighed end sikkerhedsventiler.

Der er flere sprængplader på markedet med brudtryk lige under 50 kPa, netop tiltænkt trykbeholderdirektivet, således at trykket aldrig overstiger direktivets tærskeltryk.

Gærflødesystemet

På et dansk bryggeri flyttes overskudsgær fra mange forskellige gæringstanke først til en mindre mellembeholder, der står indendørs, og dernæst til en stor ståltank placeret udenfor. Den lille beholder er tryksat til 100 kPa med trykluft. Når beholderen skal tømmes, starter en operatør en sekvens, hvor en ventil i bundstrengen åbner, så tryklufften tvinger gæren ud i den store tank. Ventilen lukker igen, når signal fra en niveauføler indikerer, at beholderen er tom.

En trykreduktionsventil sikrer, at den store tank altid er tryksat til minimum 10 kPa. Når niveauet i tanken stiger, virker væsken som stempel, der komprimerer gassen over væsken. En fjederbelastet ventil åbner ved 20 kPa. Afhængig af fyldningsgrad svinger driftstrykket derfor mellem 10 og 20 kPa.

Tanken er endvidere bestykket med en sprængplade med et certificeret åbningstryk på 43-49 kPa ved 22°C, hvilket sikrer, at tanken ikke er omfattet af trykbeholderbekendtgørelsen.

Uheldet

På uheldsdagen var den store tank kort forinden blevet tømt og den første portion overskudsgær fra den lille beholder skulle overføres til gærflødetanken. To teknikere fra et eksternt firma ankom for at servicere noget udstyr på taget af en nabobygning. De parkerede deres bil over for gærflødetanken.

Kort efter, at de var kommet op på taget, hørte de et hult

dunk eller puf. De vendte sig og så den store gærflødetank skyde lodret op i luften og falde ned igen. De skyndte sig ned for at se, hvad der var sket, og ser, at tanken ligger oven på den bil, de netop havde forladt.

Den overvejende sandsynlige årsag til uheldet er, at niveauføleren i bunden af den lille beholder er svigtet, således at ventilen ikke har fået signal til at lukke. Derved har tryklufften kunnet strømme ind i den store tank.

Niveauføleren var af svingningselementtypen. Den virker ved, at en stav eller en gaffel vibrerer med sin egenfrekvens. Egenfrekvensen afhænger af, om gaffen sidder frit eller er dækket af et medie. Niveauføleren kan tænkes at have svigtet, hvis en klump af særlig klæbrig gærfløde har pakket sig omkring sensoren.

Målløs

De to teknikere var naturligvis målløse over at se, at deres bil pludselig lå under en fire tons tung tank. Og det samme var folk på bryggeriet. Hvordan i alverden kunne det dog ske? Tankens sprængplade var intakt, og undersøgelser viste, at den fjederbelastede ventil åbnede, som den skulle. Tanken havde jo kun været under "et ganske lille overtryk".

Og her er vi ved et meget vigtigt læringspunkt af denne hændelse: overtryk som vi normalt ikke bekymrer os synderligt om, kan faktisk frigive store energimængder, hvis volumenet er tilstrækkelig stort. Volumen af tryksat gas var netop stort i denne situation, blandt andet fordi tanken lige var blevet tømt.

Exergi

Hvor meget energi indeholder en tryksat gas? (Læsere, som er skrappe til termodynamik, kan med fordel springe dette afsnit over).

Idealgasloven $PV=nRT$ er velkendt. Højresiden indeholder gaskonstanten R med enheden $J/mol/°K$. Ved multiplikation med antal mol (n) og temperaturen (T) har højresiden enheden energi (Joule). Derfor må produktet af tryk (P) og volumen (V) på venstresiden også udtrykke en energimængde. Men hele denne mængde (indre) energi kan ikke umiddelbart omsættes til mekanisk energi (arbejde), fordi en tryksat ekspanderende gas også skal bruge energi på at skubbe den omgivende atmosfære væk.

Dette udtrykkes i begrebet *exergi*, som er den maksimale mængde mekanisk energi (arbejde), der kan fås fra en ekspanderende gas, der kommer i ligevægt med omgivelsernes konstante tryk. Da et trykbeholdersvigt er en hurtig hændelse, er processen med god tilnærmelse adiabatisk, uden udveks-

ling af varme med omgivelserne. Det maksimale arbejde, den ekspanderende gas kan udføre, er da givet ved den isentropiske exergi, E .

Heldigvis tillader pladshensyn ikke de store udgydelser, men det kan "let" vises [3] at:

$$E = \frac{\gamma}{\gamma - 1} p_1 V_1 \left[1 - \left(\frac{p_a}{p_1} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right] - V_1 (p_1 - p_a)$$

hvor γ er forholdet mellem de specifikke varmekapaciteter C_p/C_v , som for luft er 1.4, og indeks 1 og a (ambient) er begyndelses- og sluttetilstanden. Alle enheder i SI.

Energiindhold i trykluft

Det lykkedes at komme i kontakt med den ene af de to teknikere på taget, som er de eneste øjenvidner til hændelsen. Han huskede stadig episoden meget tydeligt og var sikker på, at tanken skød så højt op i luften, at bunden klart løftede sig højere end nabobygningens tag. Nabobygningen er cirka 19 m høj. Da selve tanken er otte m høj, og der har hængt nogle plader fra isoleringskappen på undersiden af tanken, har tankens top nok nået en højde på cirka 30 m.¹

Exergibetragtninger [4] giver, at det indre overtryk i tanken derfor har været af størrelsesordenen 60 kPa.

Det vil muligvis overraske en del læsere af Dansk Kemi, at et så beskedent overtryk kan få en stor tank til at svigte så spektakulært, det overraskede i hvert fald undertegnede forfatter.

Det kan her være en passende anledning til at understrege vigtigheden af ikke at trykprøve udstyr med et kompressibelt medie, da konsekvenserne ved et eventuelt svigt er voldsomme. Trykprøvninger udføres sikrest med inkompressible medier, eksempelvis vand.

Trykbeholderbekendtgørelsen

Trykbeholderbekendtgørelsen, som implementerer det europæiske trykbeholderdirektiv (PED), omfatter som tidligere nævnt udstyr med et tryk på over 50 kPa. For at undgå at blive omfattet af denne bekendtgørelse, er det normal praksis at overtryksbeskytte udstyret med en sprængplade, der åbner lige under 50 kPa.

Men som det ses af tabel 1, vil selv væsentlig lavere overtryk end bekendtgørelsens arbitrære tærskelværdi på 50 kPa stadig kunne løfte tanken til en anseelig højde. Hvis driftstrykket i tanken er væsentlig lavere en 50 kPa, vil det være en sikkerhedsmæssig fordel at specificere sprængpladens åbningstryk lavere, i dette tilfælde eksempelvis 25 kPa, i stedet for at vælge en standard "trykbeholderdirektivsprængplade". Derved reduceres farepotentialer, hvis tanken skulle svigte.

Konklusion

Denne hændelse indeholder flere vigtige læringspunkter:

1. Det kan være nødvendigt at sætte tanke under overtryk af forskellige årsager, eksempelvis miljøkrav, for at installere filtre eller andet udstyr til at begrænse emission af VOC (Volatile Organic Compounds), lugt eller andet. Men mange eksisterende tanke er ikke designet til overtryk, og der kan på grund af tankens alder mangle information om dens evne til at modstå et overtryk. Her bør udvises lidt forsigtighed, også selvom overtrykket er beskedent.
2. Der bør være en større bevidsthed på ledelsesniveau om, at store volumener af gas under et "ganske beskedent overtryk" indeholder en ikke uvæsentlig mængde energi (egentlig: *exergi*).
3. Vælg en sprængplade med det lavest mulige åbningstryk, ikke bare en "standardsprængplade" for ikke at blive omfattet af trykbeholderbekendtgørelsen.



Figur 2. Den fire tons tunge tank landede oven på en lille varebil. Det flyder med rockwool, isoleringskapper og gærfløde. Foto venligst stillet til rådighed af IW Michaelsen.

4. Systemet beskrevet i denne artikel var fuldt ud lovligt, og der findes helt sikkert tilsvarende systemer på andre virksomheder. Der var to komponenter til at sikre mod overtryk. En driftskomponent i form af en fjederbelastet ventil og en sikkerhedskomponent i form af en sprængplade. Den fjederbelastede ventil viste sig ikke at have kapacitet til et gasgenembrud fra mellembeholderen, hvilket selvfølgelig var en svaghed i designet. Sprængpladen havde rigelig kapacitet, men åbnede ikke, selvom trykket oversteg dens brudtryk. Årsagen var, at den var vendt forkert. Det er et så vigtigt læringspunkt, at det behandles særskilt i en artikel i næste nummer.

Epilog

Bryggeriet har velvilligt bidraget med oplysninger, men ønsker at være anonymt. Dette bør respekteres. Jeg vil gerne takke bryggeriet, indlægget havde ikke været muligt, hvis ikke informationerne var lagt åbent frem. Der sker en del uheld med væsentligt læringspotentialer i Danmark, men de kommunikeres sjældent til en større kreds. I mange tilfælde kommunikeres de slet ikke. Her er bryggeriet i særklasse.

Indlægget er skrevet som frivilligt arbejde og har ikke modtaget nogen støtte. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre.

E-mail:

Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.dk

Frank Hedlund er risikoekspert i Cowi og ekstern lektor på DTU i risk management.

Kilder

1. Huige N.J. Brewery By-Products and Effluents. In: Priest and Stewart (eds) Handbook of brewing. --2nd ed. Taylor & Francis, 2006.
2. Mortensen HP et al. (1981). Alternative fodermidler til svin - 6. gærfløde og fedt sammenlignet med byg og sojaskrå. Meddelelse nr. 393. Statens Husdyrbrugsforsøg.
3. Kurttala H., Isentropic Exergy and Pressure of the Shock Wave Caused by the Explosion of a Pressure Vessel, (PhD thesis), Lappeenranta University of Technology, Finland, 2003.
4. Hedlund FH, Selig RS, Kragh EK. Large Steel Tank Fails and Rockets to Height of 30 meters - Rupture Disc Installed Incorrectly, Safety and Health at Work (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2015.11.004> (Open Access).

Note

1. <http://www.journalistenheder.dk/> kommer med den nyttige oplysning, at 30 m svarer til 0,86 Rundetårne stablet oven på hinanden.

Enzymatisk nedbrydning af polysaccharider

Forståelsen af, hvordan forskellige enzymer er nødvendige for at forsure diverse polysaccharider, er blevet kraftigt revideret i de seneste år. Det skyldes opdagelsen af en omfattende gruppe af kobber metallo-enzymmer som via oxidativ katalyse nedbryder glycosidbindinger.

Af Leila Lo Leggio, Kemisk Institut, Københavns Universitet; Morten Tovborg, Novozymes A/S og Katja S. Johansen, Industriel Bioteknik, Chalmers Tekniske Universitet

Biosfæren er domineret af landplanter, hvoraf 30-60% af tørvægten består af cellulose. Dermed udgør cellulose langt det største biologiske reservoir af CO_2 . Udviklingen af cellulose var et resultat af det selektionspres fra f.eks. tyngdekraft, vind og udtørring som primitive vandplanter måtte overvinde for at få fodfæste på land. Pga. den meget langsomme ukatalyserede nedbrydning af cellulose, som er estimeret til millioner af år, er enzymatisk nedbrydning af cellulose af vital betydning i naturens kredsløb.

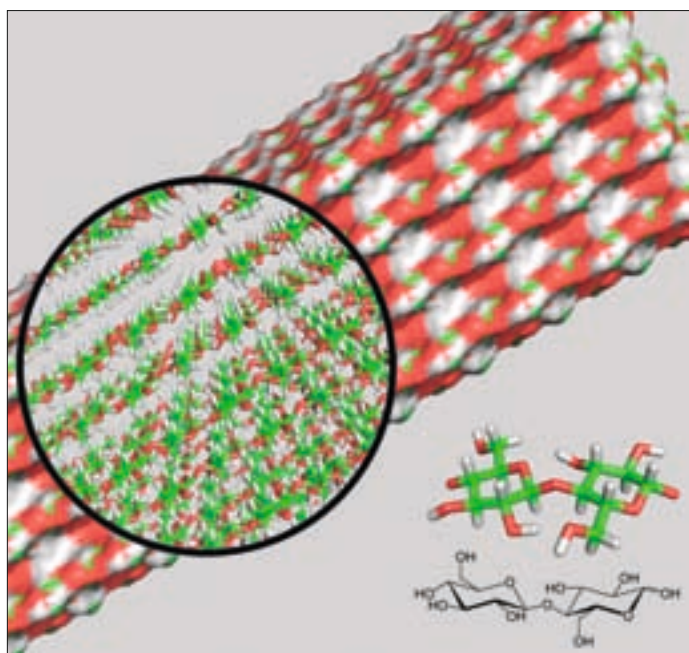
Glycosidbindinger er generelt kemisk stabile, men det er velbeskrevet, hvordan tre typer af glycosylhydrolaser (endo-aktive, exo-aktive og de som spalter disaccharider) er ansvarlige for størstedelen af nedbrydningen af polysaccharider i naturen.

Opløselige polysaccharider spaltes effektivt af disse glycosylhydrolaser, som bryder glycosidbindinger via klassiske syre-base-mekanismer ved forbrug af vand. Den særlige udfordring, når det gælder cellulose, ligger i, at de enkelte cellulosekæder, som er uopløselige fra en kædelængde på mere end seks glukoseenheder, findes naturligt i form af krystallinske mikrofibriller, figur 1. Det begrænser adgangen for glycosylhydrolaserne til substratet og medfører en kraftig nedsat enzymeffektivitet. I laboratoriet er det muligt at kompensere for dette ved f.eks. at fosforsyrebehandle cellulose (resultatet kaldes phosphoric acid swollen cellulose, PASC), hvilket gør det muligt at lave en opslemning af substratet, som i denne form omsættes langt hurtigere af enzymerne. Den bedre tilgængelighed til PASC betyder, at enzymerne synergistiske effekt udnyttes, hvorimod de forskellige typer enzymer er i konkurrence med hinanden om adgang til glucosidbindingerne, når substratet er krystallinsk.

Den manglende brik

Allerede for 60 år siden blev det påpeget af Reese & Mandels, at der manglede en brik i billedet over enzymatisk nedbrydning af cellulose mikrofibriller. De forudså, at en dengang ukendt enzymaktivitet er ansvarlig for at gøre det muligt for de kendte glycosylhydrolaser at få adgang til substratet i form af enkelte cellulosekæder. Videnskabelige artikler fra 2010-11 [1-3], som beskriver enzymatisk kobber-assisteret oxidativ spaltning af glycosidbindinger i cellulose og chitin, synes at beskrive den manglende brik. Enzymerne, som har denne rolle, blev tidligere fejlklassificeret som enten bindingsdomæner uden katalytisk aktivitet eller som medlemmer af glycosylhydrolasefamilien GH61 med knapt målbar aktivitet. Det er nu vist, at de er oxidative kobberenzymmer, og de benævnes lytic polysaccharide monooxygenases (LPMO).

Figur 2 (se næste side) viser et eksempel på, hvordan tilsætning af LPMO til en cocktail af hydrolytiske enzymer fører til langt hurtigere forsykning og til et udbytte, som er forbedret fra ca. 16 til 22 g glukose/L. Der er dog også en bagside af medaljen og i nogle situationer har det vist sig, at LPMO-aktivitet kan føre til inaktivering af enzymer og dermed en suboptimal forsykningsproces. Det skyldes, at enzymet under nogle omstændigheder vil frigøre hydrogenperoxid eller andre reaktive oxygenspecier til reaktionsblandingen. Heldigvis kan den negative effekt opvejes ved at tilsætte enzymet catalase, som nedbryder hydrogenperoxid til vand. Som det fremgår af eksemplet, figur 2, leder det til en yderligere forbedring af glukoseudbyttet, som er på knap 27 g glukose/L under disse betingelser [4].

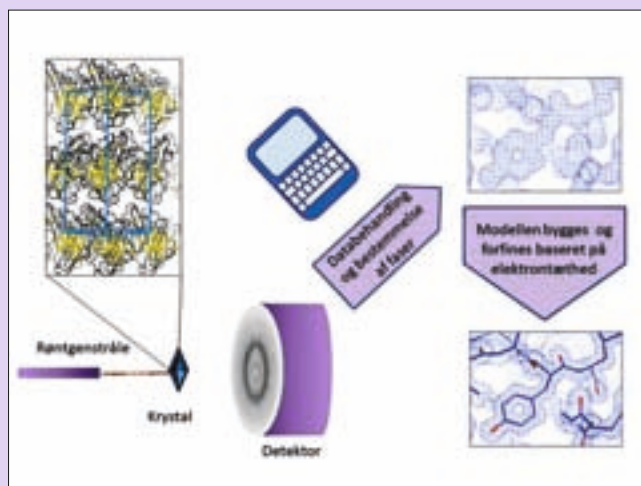


Figur 1. En tegning af krystallinsk cellulose og (nederst til højre) cellobiose, som er den repeterede enhed i cellulose. (Koordinater fra Cellulose builder Thiago Gomes & Munir Skaf 2012).

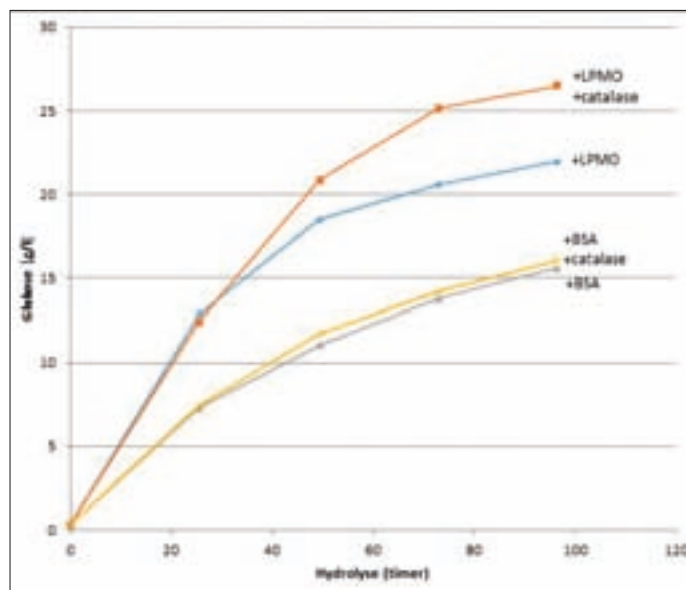
Røntgenkrystallografi

Den tredimensionelle struktur af enzymer er helt afgørende for deres funktion. Den hyppigst anvendte teknik til strukturbestemmelse af enzymer er røntgenkrystallografi. Til dette anvendes monokromatiske røntgenstråler, dvs. røntgenstråler ved en enkelt bølglængde, og enzymkrystallen er typisk nedkølet til 100-120 K for at minimere stråleskade. Langt de fleste enzymstrukturer bliver bestemt ved at anvende store faciliteter, synkrotroner som f.eks. MAX IV, der lige er blevet bygget i Lund, Sverige.

Først skal enzymerne dog fældes ud som krystaller. Disse krystaller kan monteres på et goniometer og placeres i røntgenstråling. Når man har mange molekyler arrangeret i et krystalgitter, kan man derefter aflæse et diffraktionsmønster. Den enhed, som repeteres ved translation i en krystal, hedder enhedscellen og vises i figuren, som en blå kasse inde i krystallen.



For at opnå 3D-information skal krystallen bestråles fra forskellige vinkler. Krystallen bliver derfor typisk roteret omkring en akse, mens man optager forskellige diffraktionsbilleder på en detektor. På disse diffraktionsbilleder kan man se "prikker" af forskellige intensiteter, som kaldes reflektioner. Positionen af reflektionerne på billedet afhænger af enhedscellens form og dimensioner, såvel som detektorpositionen i forhold til krystallen og andre parametre i dataopsamling, mens intensiteten afhænger af selve strukturen i enhedscellen. Når man optager et diffraktionsbillede, måles amplituden af de diffrakterede stråler, men man mister essentiel information - de såkaldte faser - som er nødvendige for at beregne elektrontætheden. For at kunne genskabe krystallens elektrontæthed og derfra videre til en atomar model for enzymstrukturen, skal der foretages en del dataanalyse, herunder bestemmelse af faserne. Ofte bruges metoden *Molecular replacement* til at bestemme nye strukturer for proteiner med >30% primær sekvenslighed med et enzym, hvor strukturen allerede er bestemt.



Figur 2. Effekten af at tilsætte LPMO og catalase ved enzymatisk forsukring af cellulose. Eksperimentet blev udført med 10% tør-vægt af damp-forbehandlet hvedestrå som substrat. Enzymcocktailen bestod af: 80% Celluclast, 10% β -glucosidase og 10% LPMO eller 10% inert protein (BSA) som negativ kontrol. (Data fra [4]).



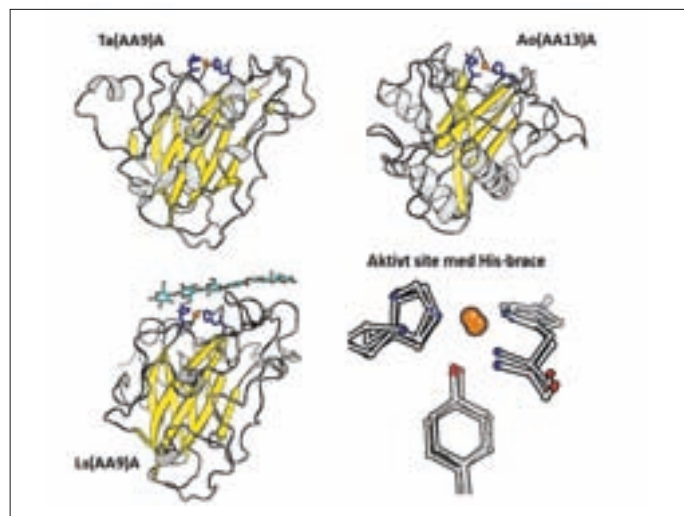
Figur 4. Strå på vej ind i bioraffinaderiet i Crescentino i Italien, hvor det bliver omdannet til ethanol og elektricitet. Foto fra Beta Renewables.

Fakta om LPMO'er

Gener for LPMO findes bredt i den mikrobielle verden. De ses hos virus, bakterier og i særdeleshed i svampe. LPMO'erne er indtil videre grupperet i fire enzymfamilier i databasen for kulhydrataktive enzymer (CAZY), hvor de fleste fungale LPMO'er er medlemmer af AA9 (Auxillary Activity family 9). De fleste bakterielle, hvoraf mange har aktivitet overfor chitin, er i AA10. I denne familie findes også LPMO'er fra virus og et enkelt eksemplar fra archaea. Desuden er AA11 en LPMO-familie, hvor det enkelte velbeskrevne eksemplar har aktivitet overfor chitin og indtil videre er kun stivelsesaktive LPMO'er beskrevet blandt medlemmerne af AA13.

LPMO'er er relativt små globulære polypeptider med en molekylvægt på 15-35 kDa, og i lighed med hydrolaserne findes det katalytiske domæne ofte forbundet til kulhydratbindende domæner, som kan give en indikation om enzymets substratspecificitet. Den tredimensionelle struktur af de katalytiske domæner, som primært er opklaret ved anvendelse af røntgenkrystallografi, se faktaboks, består hovedsageligt af en β -sandwich arkitektur, hvor aminosyrerester i β -streng konformation, i gult i figur 3, danner to β -plader, som tilsammen danner kernen af proteinet. Katalysen finder sted ved et mononukleært kobbercenter, som fastholdes af en histidin-brace i en yderlig position på den ene flade af enzymet. Dette er et særligt kendetegn for LPMO'er, figur 3. Denne konfiguration er fundamentalt forskel-

lig fra de tunneller og kløfter, som findes i den tertiære struktur af glycosylhydrolaserne, og den muliggør direkte aktivitet på overfladen af ordnede (krystallinske) substrater.



Figur 3. LPMO-strukturer. Strukturerne er visualiserede med programmet Pymol ved anvendelse af Protein DataBank koordinater 3ZUD, 4OPB og 4ACI, som svarer til strukturer af LPMO'er fra *Thermoascus aurantiacus* (AA9), *Aspergillus oryzae* (AA13) og *Lentinus similis* (AA9) i kompleks med cellohexaose. I gult vises β -strengene, som danner kernen af enzymstrukturen. På trods af store forskelle i resten af de sekundære strukturer i de tre enzymer, er metalcentret med His-brace næsten identisk.

Indtil for nyligt har der kun været ganske lidt detaljeret information om vekselvirkning mellem LPMO'er og deres substrat tilgængeligt. I begyndelsen af året blev det første billede på atomart niveau af vekselvirkninger mellem en LPMO og cellose fragmenter (cellooligosaccharider) opnået, i form af krystalstrukturer i højopløsning af en LPMO fra *Lentinus similis*, Ls(AA9)A, figur 3. For at opnå dette resultat blev krystaller af denne LPMO, som kan nedbryde opløselige substrater, overført til en opløsning af oligosaccharider. Derefter blev krystalstrukturen bestemt, se faktaboks. Baseret på strukturinformation sammenholdt med EPR-spektroskopi, kunne en reaktionsmekanisme for enzymet foreslås [5].

LPMO'er er i dag en integreret del af de kommercielle enzymprodukter, som anvendes til konvertering af plantebiomasse til ethanol, figur 4. Der udvikles løbende nye og forbedrede LPMO'er, der er skræddersyede til betingelserne under de industrielle lignocellulose dekomponeringsprocesser.

E-mail:

Katja S. Johansen: skatja@chalmers.se

Referencer

1. Harris, P.V., et al., *Stimulation of lignocellulosic biomass hydrolysis by proteins of glycoside hydrolase family 61: structure and function of a large, enigmatic family*. Biochemistry, 2010. **49**(15): p. 3305-3316.
2. Vaaje-Kolstad, G., et al., *An Oxidative Enzyme Boosting the Enzymatic Conversion of Recalcitrant Polysaccharides*. Science, 2010. **330**(6001): p. 219-222.
3. Quinlan, R.J., et al., *Insights into the oxidative degradation of cellulose by a copper metalloenzyme that exploits biomass components*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2011. **108**(37): p. 15079-15084.
4. Scott, B.R., et al., *Catalase improves saccharification of lignocellulose by reducing lytic polysaccharide monooxygenase-associated enzyme inactivation*. Biotechnology letters, 2015: p. 1-10.
5. Frandsen, K.E.H., et al., *The molecular basis of polysaccharide cleavage by lytic polysaccharide monooxygenases*. Nature Chemical Biology, 2016. **12**:p. 298-303.

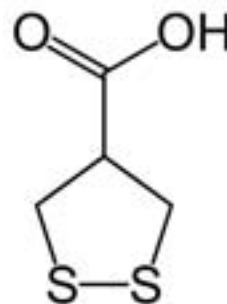
Hvide asparges

Af Jens Folke

Hvide og grønne asparges er den samme plante. Det er dyrkningsmetoden, der udgør forskellen, idet den hvide asparges frem dyrkes ved en arbejdskrævende hypning og stikning. Indtil 1970 havde vi en ret stor produktion af hvide asparges i Danmark, men lønomkostningerne har gjort, at der kun er få producenter tilbage, herunder den navnkundige Søren Wiuff på Lammefjorden, som er min leverandør. Det kræver udenlandsk arbejdskraft at få det til at virke i Danmark. Derfor er de fleste sæsonasparges, der konsumeres i Danmark, fra Tyskland.

Sæsonen for gode, hvide, danske asparges starter (medmindre man medregner hvide asparges fra Peru o. lign.) i april med import fra det sydligere Europa, ikke mindst Tyskland og breder sig nordpå henover maj og juni. Det er en gammel kendt grøntsag, som måske var kendt allerede i det gamle Egypten [1]. Med brugen af svovlholdige komponenter i gødning i 1700-tallet blev asparges mere sødlige og aromatiske, og det tilskrives bl.a. et øget indhold af aspargessyre, figur 1. Men der kom en anden bivirkning, man kort efter blev opmærksom på, nemlig lugten, eller duften, af svovlholdige nedbrydningsprodukter i asparges-indtagernes urin såsom

- methanthiol
- dimethylsulfid
- dimethyldisulfid
- bis(methylthio)methan
- dimethylsulfoxid
- dimethylsulfon.



Figur 1. Aspargessyre (*Asparagusic acid*).



Kassen med friske asparges.



Asparagesskræller.



Asparges-rester klar til at koge tyk bouillon.

De to sidste tilskrives en sødlig lugt, mens de fire første er mere "potente". Det er dog kun ca. 20% af befolkningen, der genetisk er i stand til at erkende lugten af dette kompleks af nedbrydningsprodukter [2]. Jeg tilhører de 80%, som gladeligt urinerer uden at erkende den mindste forandring i duften efter at have indtaget asparges.

Derfor købte jeg da også 10 kg asparges hos Søren Wiuff, som jeg nyder friske, og som jeg også har tilberedt og konserveret på fem forskellige måder:

1. Friske kogte asparges
2. Blanchering og frysning af hele asparges
3. Frysning af aspargesfond
4. Syltning
5. Sous-vide "henkogning"

Ad 1. Friske, kogte asparges er nummer 1. Men nogle af dem havde en fremtrædende bitterhed, som jeg ikke synes, har været så udpræget tidligere. Måske er de kogt for lidt. Der var ingen sammenhæng med tykkelsen, idet jeg har fundet bitre eksemplarer i både de tykke og tynde. Har nogen et bud, hører jeg det gerne, specielt hvis man kan tilberede sig ud af problemet.

Ad 2. Asparges skrælles og blanches i kogende vand i to min., før de pakkes i plastposer med lidt aspargesvand. Disse er bløde ved optøning, men er glimrende til høns i asparges og rejer i asparges.

Ad 3. Alle endestykker og asparagesskræller koges i 45 min. i blancheringsvandet, som netop dækker alle resterne. Herefter passerer massen igennem en metalsigte og bliver til en intens aspargesgrød, mens fibre kasseres. Denne grød er super efter optøning til saucer, f.eks. i tarteletter, eller hvad med asparges "bygotto", altså risotto på perlebyg?

Ad 4. En lage til 500 g asparges koges sammen af 2,5 dl vand, 2,5 dl æbleeddike, 1 ds. med 400 g canadisk ahornsirup (en foræring fra en ven - brug gerne 1 dl honning og 1 dl rørsukker i stedet for), 4 skalotteløg, tørret timian, sort peber og Atamon. De rå asparges, evt. skåret i passende længder, kommer i og efter en uge er de klar, men holdbarheden er meget længere, hvis god hygiejne er overholdt.

Ad 5. De skrællede asparges skylles i Atamon-vand og kommer i vakuumposer. Herefter behandles de i Sous-vide i 20 min. ved 84°C. Poserne bliver udspilet pga. vandindholdet i aspargesene, men når de køler af igen, holder vakuum. Disse opbevares i køleskab til senere brug, når asparagessæsonen er ovre. De holder fantastisk på sprødheden.

De syltede og Sous-vide-behandlede asparges er godt tilbehør til mange kød- og fiskeretter. Hvis I kan få fat i det, har Gastro et helt temanummer om asparges fra maj 2014.

E-mail:

Jens Folke: jens.folke@lean6sigma.eu

Referencer

1. S.C. Mitchell. "Food Idiosyncrasies: Beetroot and Asparagus" (<http://dmd.aspetjournals.org/content/29/4/539.full>).
2. Carl Th. Pedersen. "Asparges og underlige dufte". Dansk Kemi 93 (10), 30-31.



Syltede asparges.



Vakuumpakkede sous vide asparges.

Ny titrerings-serie

Mettler Toledo præsenterer en ny titrerings-serie af Titration Excellence. Serien byder på nye funktioner, f.eks. automatisk natriumbestemmelse, coulometrisk Karl Fischer-titrering og en integreret SmartSample-læser. Pga. sin modulopbygning kan serien konfigureres, så den tilpasses både eksisterende og fremtidige krav.

Den smarte modulopbygning er kombineret med effektiv og sikker analyse, heriblandt:

- Effektiv natriumbestemmelse – standardtilsættelsesmetoden til natriumbestemmelse. Den fuldautomatiserede direkte natriumbestemmelse giver mulighed for at analysere en hel prøveserie, hvilket sparer tid og øger den daglige analysekapacitet. Selv prøveforberedelse kan automatiseres vha. yderligere doseringsenheder og en homogenisator.

- Flere valgmuligheder til bestemmelse af vandindhold – pga. modulopbygningen kan der udføres coulometrisk Karl Fischer-titrering på alle instrumenter.

Med denne funktion kan vandindhold analyseres ned til 1 ppm. Det nye coulometriske ekstraudstyr forbedrer også bestemmelsen af bromtal takket være muligheden for at generere svagstrøm. Det integrerede ekstraudstyr kræver hverken flere enheder eller mere plads og matcher dermed lean-filosofien for laboratorier.

- Fejlfri titreringsarbejdsgang – med en SmartSample-læser er det muligt at overføre data trådløst fra vægt til titrator i forbindelse med enkelte prøver og dermed undgå fejl i forbindelse med afskrift. SmartSample-løsningen er velegnet til både titrering af en enkelt prøve og automatiseret titrering af flere prøver.



Den letforståelige One Click-brugergrænseflade giver mulighed for konfigurerings af brugerspecifikke indstillinger, der sikrer sikker og enkel betjening. Dette effektive titreringsystem opfylder myndighedskravene og er skræddersyet til kundens behov.

Yderligere information:
Mettler Toledo
www.mt.com

Ultralyds clamp-on energimåler – som installeres udenpå røret

Hans Buch A/S præsenterer Ultraflo U1000 HM fra Micronics, som er specialister inden for clamp-on flowmåling.

Det er en temperatur- og flowmåler, der kan indgå i energistyringsapplikationer eller anvendes af servicevirksomheder og Facility Management til registrering og styring af energiforbrug. Det er en enkel metode til berøringsfri energimåling på varmt vand op til 85°C eller koldt vand med eller uden glykol, og så er installationen hurtig og billig.

Den bruger ultralyd til at måle flowværdi og PT100 temperatursensorer til



at måle frem- og returløbstemperaturer på stål-, plast- eller kobberør. Øjeblikkeligt energiforbrug samt akkumuleret energi kan aflæses på displayet, og

værdier afgives desuden som impuls-/frekvens- og Modbus RTU-signal via en RS485 interface. Impulssignalet kan også konfigureres som flowtabsindikator eller flowalarm.

Ultraflo-måleren, som er med tæthedsklasse IP54, kan installeres på rør med en ydre diameter på 25-115 mm og en minimum indre diameter på 20 mm og kræver en 12-24V strømforsyning.

Yderligere information:
Hans Buch A/S
Tlf. 43 68 51 97

Enkel sensor til overvågning af vandkvalitet

Aquasense præsenterer AP-LITE fra Aquaread - en ny, forenklet udgave af deres sensor til overvågning af vandkvalitet.

Sensoren udgøres af en enkelt sonde, som, ud over temperaturen, kun måler på en enkelt parameter. Der kan til gengæld vælges frit blandt programmets otte forskellige optiske sensorer, f.eks. turbiditet, chlorofyl, blå-grøn-alger, olieprodukter etc.

Sensoren er forsynet med gevind og skrues ganske enkelt på sonden, dvs. at man det ene øjeblik har en skarp turbiditetsmåler, det næste en enkeltstående chlorofylsensor!

Pakken inkluderer et GPS-Aquameter, et solidt tre meter langt kabel, en solid transportkasse samt en række udstyrskomponenter.

Sensoren er ikke større, end man kan

have den med i lommen, men den kan også anvendes sammen med en af firmaets Aqua-Loggere til ubemandet overvågning af den valgte parameter.

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

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

A Member of
The Linde Group



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

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.

Leverandørregister

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.danskkemi-online.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



(fimalogo) - 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

11. Danish Conference on Biotechnology and Molecular Biology

Glycobiology and Carbohydrate Biotechnology

Date: Thursday, May 26 – Friday, May 27, 2016

Location: Hotel Munkebjerg, Vejle

Organizers: Danish Biotechnological Society

Carbohydrates are essential for life of all living cells. With functional roles in biological processes and interactions they are of significant importance to human health and nutrition, and to symbiotic activity in the digestion system. Glycans play major roles for the pharmacokinetic properties of therapeutic glycoproteins. Recent pharmaceutical efforts are aimed at producing recombinant glycoproteins with simple and more homogeneous glycan structures in order to avoid immunogenicity and improve uptake and circulatory half-life. The present conference will focus on the latest developments in glycobiology and glycomics in relation to pharma, nutrition and analytical methods:

Glycomics

- Glycan biosynthetic pathways
- Glyco-engineering of production cell lines
- Glycosylation of therapeutic proteins

Health and pharma

- Immuno therapy
- Cancer treatment
- Allergy

Carbohydrates in relation to synbiotics and nutrition

- Human milk oligosaccharides
- Synbiotics: prebiotics and probiotics,
- Microbial carbohydrate transporters and metabolomics

Analysis methods and technology

- Glycoarray analyses
- Mass spectrometry
- Structure elucidation

Speakers confirmed

- Birte Svensson, Enzyme and Protein Chemistry, DTU Systems Biology, DK
- Carl H. June, University of Pennsylvania, USA
- Hans Wandall, Glycomics Centre, KU, DK
- Jørn Dalgaard Mikkelsen, DTU Biochemical Engineering, DK
- Lars Bode, USCD, USA
- Nico Callewaert, University of Gent, Belgium
- Niels Banke, Glycom, DK
- Norbert Sprenger, Nestlé Research Center, Nestec Ltd, CH
- Richard D. Cummings, Harvard Center for Glycoscience, Boston, USA
- Susanne Brix Pedersen, DTU Systems Biology, DK

The conference includes a poster session as well as a commercial exhibition of equipment, consumables and services to Danish biotechnology.

The conference is organised in collaboration with Danish Society of Biochemistry and Molecular Biology.

Registration

At www.biokemi.org

Regular fee

Members of DBS or DSBMB: 3.200 kr.,

Non-members: 3.700 kr.

Reduced fee for Ph.D. and M.Sc. students

Members of DBS or DSBMB: 1.600 kr.,

Non-members: 2.100 kr.

Deadline for poster abstracts and registration: April 10, 2016.

Secretariat

Anne Dalgaard, IDA Netværkscenter, Kalvebod Brygge 31-33, DK-1780 Kbh V, tel: +45 33 18 46 34, fax: +45 33 18 48 99, e-mail: ada@ida.dk

Organiser

Danish Biotechnological Society (DBS) is a scientific society established in 2006 in collaboration between Danish Biotechnology Forum and The Danish Society for Biochemistry and Molecular Biology. DBS is organised as part of The Danish Society of Engineers, IDA Biotechnology. The purpose of DBS is to facilitate networking within the field of biotechnology in Denmark, creating links between universities, research institutions, hospitals and companies. DBS represents professionals working with biotechnology and seeks to promote and communicate important issues on biotechnology, biochemistry and molecular biology to the public. DBS organises scientific conferences and meetings on biotechnology.

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

Intelligent Chemistry Biolab A/S Automation Specialist

Andrew™

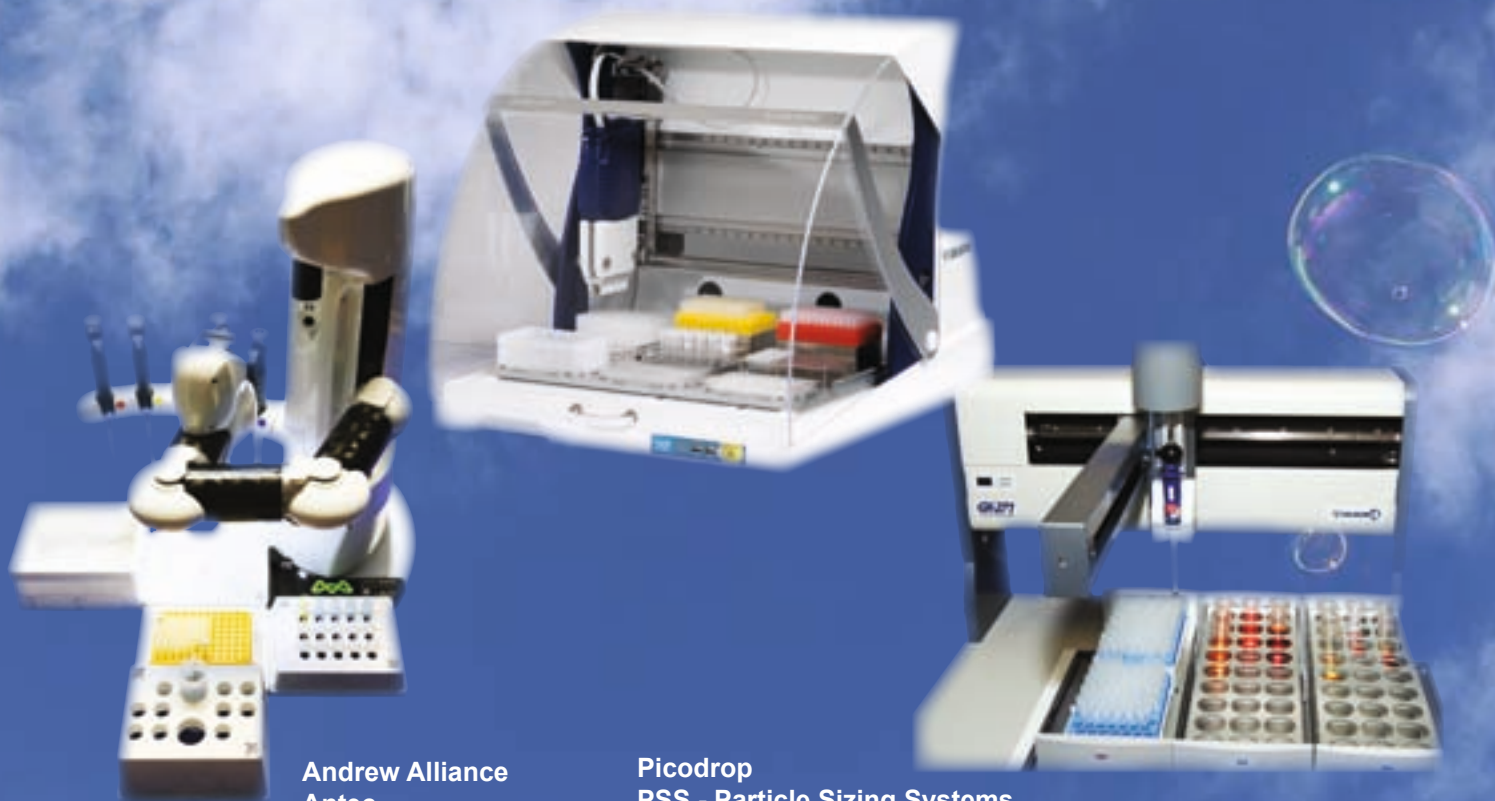
Hands Free Pipetting with the Innovative Pipetting Robot using Original Gilson Pipetman

PipetMax™

The latest Multichannel Automation Robot from Gilson

Microman Auto

Unit from Biolab A/S Automation Solutions based on Gilson GX-271



Andrew Alliance
Antec
Artel
Biokar Diagnostics
Camag
DataApex
EuroProxima B.V.
Genevac
Gilson Inc.
Gilson SAS
Jasco
ManTech Inc

Picodrop
PSS - Particle Sizing Systems
Recipe
Reichert
Rheodyne
RheoSense
Scinco
SP Scientific
Torrey Pines Scientific
TRANSIA GmbH - Industriediagnostika
Upchurch
Virtis



The only limitation is your imagination

Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov
Telefon 8621 2866
Telefax 8621 2301

E-mail: sales@biolab.dk