Dit branchemagasin fra TechMedia

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

dansk kemi

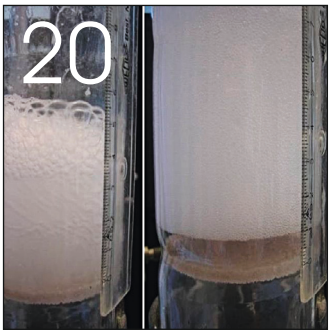
Nummer 8 - August 2014 / 95. årgang

Balladen om kattelugt i kødkonserves

Se græsset gro - målinger på nanoskala

Skumdannelse i industrielle procesanlæg

INDHOLD



1 Forside: Læs om, hvordan kattelugt gav store problemer på Holstebro Svineslagteri i 1960'erne. Foto: © Tony Campbell | Dreamstime Store Photos.

7 Kemi i musehierarkiet
Mus taler sammen vha. kemiske forbindelser, hvoraf nogle er del af et meget kompliceret system, der tillader sociale hensyn og minder om højere udviklede dyrs kommunikation

8 Fra forskning til forandring
Ved at gøre brug af naturens vandrensningsproteiner – aquaporiner – har Aquaporin A/S udviklet en energieffektiv vandrensningsmetode. Teknologien har brede anvendelsesmuligheder.

12 Målinger på nanoskala – sådan ser man græsset gro
I artiklen præsenteres en række målemetoder til måling i området omkring mikro- og nanometer.

16 ICP-MS på humane knogler fra middelalderen
Sammen med arkæologisk, antropologisk og historisk viden kan kemiske analyser af sporstoffer i humane knogler bidrage til forståelsen af disse menneskers liv.

20 Skumdannelse i industrielle procesanlæg
Spontan dannelse af skum kan resultere i både ønskede og uønskede påvirkninger af industrielle processer. Her demonstreres eksempler på dette.

24 Nyt kombineret diesel-partikelfilter og katalysator
Kombinationen af et diesel-partikelfilter og en NOx-katalysator kræver specielle egenskaber ved både katalysator og filter.

28 Balladen om kattelugt i kødkonserves
Vi er tilbage i 1966/67. Stedet er Holstebro Svineslagteri/Royal Dane. Produkt 7 og 12 oz dobbelt nahtlakerede dåser til luncheon meat.

30 Analyse og syntese af fedtsyreestre og sukrose
En nylig afsluttet ph.d.-afhandling havde udvikling af kvantitative analysemetoder til væskekromatografi og undersøgelse af enzymkatalyseret syntese af sukroselaurat som hovedtemaer.

39 Læs mere om de nyeste arrangementer fra Kemisk Forening

TechMedia

Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28
Fax 43 24 26 26

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

Redaktion:
Katrine Meyn (ansvarshavende)
km@techmedia.dk
Professor Carsten Christophersen (redaktør)
carsten@techmedia.dk
Lektor Søren Kiil
sk@kt.dtu.dk
Ph.d. Kristian B. Krogh
kbk@novozymes.com
Professor Henrik Skov
hsk@dmu.dk

Redaktionskomité:
Professor Anne S. Meyer (formand)
Professor, dr. scient. Mikael Bols
Professor Morten J. Bjerrum (Kemisk Forening)
Professor Elo Harald Hansen
Fagkonsulent i kemi Keld Nielsen
Lektor, dr. phil. Carl Th. Pedersen
Professor Kjeld Schaumburg
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:
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.danskkemi.dk

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

Scan og hent Dansk Kemi's medieinformation 2014 hér!
Brug for scanner? Send en sms til 1919 med ordet "scan" og få scanlife som app.

Layout: Morten Malmgren

Tryk: PE offset A/S

Trykt på miljøvenligt papir med vegetabilske miljøfarver.

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

Grønt kontor 2009-2012 og modtager af Albertslund Kommunes Grønne Initiativpris 2009.

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

ISSN 0011- 6335

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

CPH LabMed

Danmarks nye fagmesse for laboratorieteknik

- Diagnostik
- Forskning
- Bioteknologi
- Kvalitetskontrol
- Laboratorieudstyr
- Fagkonferencer

cphlabmed.dk

+
DEKS Brugermøde
og LSB's 9. kongres
8. – 9. oktober

Lokomotivværkstedet

7.- 9. oktober 2014

LEDER

Chemistry with Care

> Chemistry with Care handler bl.a. om at udvikle plantebeskyttelsesmidler med bæredygtige hjælpestoffer

Med relativt høje priser på landbrugsprodukter og et tilsyneladende umætteligt behov for fødevarer giver det god mening at beskytte afgrøderne mod skadedyr, sygdom og ukrudt. I den agrokemiske branche udvikler og producerer vi kemiske plantebeskyttelsesmidler, der skaber værdi i form af større høstudbytte i landbruget. Kemi skaber værdi.

Vi beskæftiger os med sikkerhed, miljø og energiforbrug ved produktion af aktivstoffer til plantebeskyttelsesmidler. I færdigforarbejdningen, hvor aktivstofferne formuleres til brugsklare produkter, er vi godt i gang med at nedbringe afhængigheden af organiske opløsningsmidler og andre uønskede kemiske hjælpestoffer. Desuden er der i branchen sket en betydelig udvikling bort fra meget giftige produkter. Denne målrettede indsats sammenfatter vi hos Cheminova i et slogan: Chemistry with Care.

De aktive stoffer produceres ved organisk kemisk syntese, hvor processerne er optimeret og hele tiden trimmes til højt udbytte. Overskudsreaktanter og spildstrømme tilbageføres eller bruges i andre processer, og opløsningsmidler recirkuleres i stort omfang. I avancerede processer minimeres ikke alene spild- og nedbrydningsprodukter, men også uønskede isomere. Alt sammen under løbende fokus på at reducere energiforbruget.

Nogen kalder det grøn kemi; men for os er det Chemistry with Care.

Man kommer ikke uden om at bringe aktivstofferne ud på markerne – så lidt som muligt, men så meget som nødvendigt. Et element af Chemistry with Care er at kombinere flere aktivstoffer i ét brugsprodukt. Den opnåede synergi kan betyde, at den samlede dosis af aktivstof, der er nødvendig for at beskytte afgrøden, bliver mindre.

I den agrokemiske branche anvendes traditionelt store mængder organiske opløsningsmidler og andre hjælpestoffer, der gør det muligt at fordele få gram aktivt stof effektivt over hele arealet.

Chemistry with Care handler også om at undgå disse ikke-bæredygtige stoffer.

Det er ikke let - man skal overkomme fysisk kemisk uforligelighed, termisk ustabilitet samt udvikle økonomisk bæredygtige løsninger.

Vi er gået flere veje for at få resultater. Produkter, der er indesluttet i mikrokapsler suspenderet i vand, mikroemulsioner hvor meget små dråber aktivstof er emulgeret i vand eller planteolie samt tørstofformuleringer baseret på sukkerarter.

Også anvendelsen af produkterne i marken forsøger vi at påvirke.

Sammen med kolleger i branchen propaganderer vi for sikker og korrekt brug af plantebeskyttelsesmidler. I et antal demonstrationslandsbyer i Indien gør vi særlig indsats for at vise, hvordan korrekt plantebeskyttelse skaber værdi og udvikling for landbefolkningen.

Det er ikke fejlfrit, det er ikke uden udfordringer; men det er Chemistry with Care - kemi med omtanke.

Lars-Erik K. Pedersen, VP, Corporate Communication, Cheminova A/S
lars-erik.pedersen@cheminova.com

AU- og DTU-studerende europamestre i scienceshow

AUs Kemi- og Fysikshow er, sammen med studerende fra DTU, nykårede europamestre i scienceshow. De vandt det uofficielle europamesterskab, der blev afholdt i forbindelse med Science in The City.

Julie Trads fra Kemishow med pokalen, der er lavet af glaspuster Jens Christian Kondrup fra Kemi på AU. Foto: Signe Frøkiær, AU.

Af Anne-Mette Siem, Aarhus Universitet

De studerende fra Kemi- og Fysikshow kan nu kalde sig europamestre i scienceshow. Sammen med scienceshowere fra DTU udgjorde de det danske landshold til det uofficielle EM i scienceshow, der løb af stablen til Science in the City.

De kæmpede mod fem andre landshold i løbet af weekenden og sikrede sig en finaleplads.

Efter en storslået finale fuld af flydende nitrogen, ild og eksplosioner løb Danmark til sidst med sejren. Stort tillykke med titlen og det flotte hjemmelavede trofæ.

Scienceshows er en særlig kategori inden for de naturvidenskabelige fag, hvor deltagerne selv arbejder inden for videnskaben til dagligt. Når det går for sig, dyster de entusiastisk i at skabe det mest spektakulære, underholdende og informative show. Herhjemme bliver der hvert år afholdt mange shows rundt omkring på folkeskoler og gymnasier, hvor studerende fra forskellige uddannelser på bl.a. DTU og AU laver de populære scienceshows, der som regel indeholder rigelige mængder lys, lyd og eksplosioner.

Udsugning fra stinkskabe på Københavns Universitet skal være 0,5 m/s, når der arbejdes

Af redaktør Gorm Grove, fagbladet Laboranten

Københavns Universitet, KU, har nu definitivt opgivet planerne om at sænke udsugningshastigheden i laboratoriernes hundredvis af stinkskabe til 0,35 m/s i den kommende Niels Bohr Bygning. Hvis planerne var blevet ført ud i livet, ville en lavere udsugningshastighed end 0,5 m/s have sat medarbejdernes helbred på spil.

Når der arbejdes ved stinkskabe, skal udsugningshastigheden være 0,5 m/s, har Teknologisk Institut fastslået (Foto: Claus Bjørn Larsen).

Det er en række omfattende forsøg på Teknologisk Institut i samarbejde med KU's Stinkskabsgruppe, der uomtvisteligt har påvist, at den høje udsugningshastighed er helt afgørende for laboratoriebrugernes sikkerhed. Selv en mindre reduktion af lufthastigheden reducerer sikkerhedsniveauet betydeligt. Direktionen på KU har netop, med baggrund i den nye viden, godkendt, at KU fastholder eksisterende krav til stinkskabenes sug, dvs. 0,5 m/s. Denne hastighed er i overensstemmelse med Arbejdstilsynets og Industriens Branchearbejdsmiljøråds mangeårige anbefalinger.

Voldsom diskussion

Det var ellers planen, at udsugningshastigheden i Niels Bohr Bygningens stinkskabe af energihensyn kun skulle have været 0,35 m/s. Efter en voldsom intern diskussion sidste sommer om det problematiske i den lave lufthastighed besluttede KU at lade Teknologisk Institut undersøge, hvilken udsugningshastighed der kan anbefales.

Med baggrund i rapporten fra Teknologisk Institut har KU nu fastslået, at den indiskutabelt ligger på 0,5 m/s. KU's Stinkskabsgruppe, som har været med til at designe undersøgelsen, blev nedsat i 2012 som en permanent arbejdsgruppe.

På KU er der i dag over 1.400 stinkskabe og med de nye byggerier, der er på vej – Niels Bohr Bygningen, Mærsk Bygningen, Pharma Science Bygningen og Copenhagen Plant Science Centre I og II, forventes der i fremtiden at være 1.800 skabe, så arbejde i stinkskabe berører manges hverdag og er med til at understøtte forskningsresultater i verdensklasse.

- Rapporten fra Teknologisk Institut bør feje enhver diskussion om lavere udsugningshastighed af bordet på landets laboratorier, siger Susanne Bahne Hansen, der er formand for Dansk Laborant-Forening.

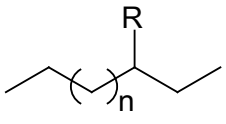
Det undrer Dansk Laborant-Forening, at der helt åbenlyst er et lovgivningsmæssigt hul, idet der i dag ingen lovmæssige krav er til udsugningshastigheden - med undtagelse af, når der arbejdes med isotoper. De manglende regler øger presset på sikkerhedsniveauet, som eksemplet på KU er et bevis på.

I Sverige har det svenske arbejdstilsyn "Arbetsmiljöverket" derimod i 2010 udgivet regler for brugen af stinkskabe. Dansk Laborant-Forening spørger derfor, hvorfor Arbejdstilsynet ikke kopierer de svenske myndighedskrav?

Nyt om …

… Bidronningen styrer arbejdernes seksuelle liv ved kemisk indgriben

Mange kolonilevende insekter udviser eusocialitet, dvs. at forskellige individer i kolonien specialiserer sig i at varetage forskellige opgaver til fælles bedste. For at bevare stabiliteten i kolonien er det vigtigt, at arbejderne er sterile og dronningerne er frugtbare. Det er vist hos hvepse, bier og ørkenmyrer,



n = 20-24

R= H eller CH_3

at disse to mål kan opnås ved hjælp af en række feromoner, der består af simple carbonhydrider, der hos bier udskilles af dronningen. Det er ejendommeligt, at det er den samme type carbonhydrider, der hos alle tre insektarter anvendes for at sikre eusocialiteten.

Carl Th.

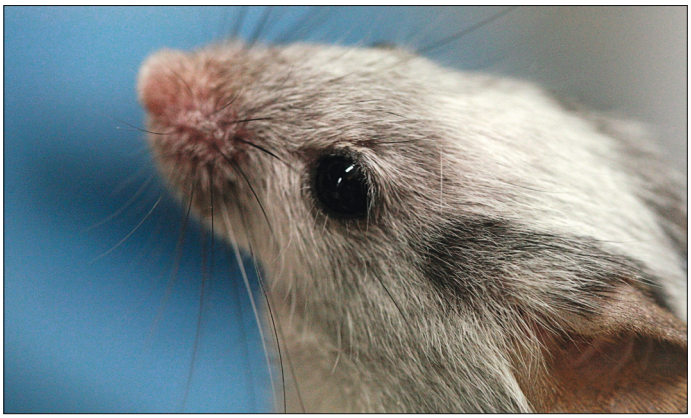
Coserved Class of Queen Pheromones Stops Social Insect Workers from Reproducing, *Science* **VOL. 343**, 17 January 2014, side 287.

Kemi i musehierarkiet

Mus taler sammen vha. kemiske forbindelser, hvoraf nogle er del af et meget kompliceret system, der tillader sociale hensyn og minder om højere udviklede dyrs kommunikation.

Af Carsten Christophersen, carsten@techmedia.dk

Hanmus afmærker territoriet med urin (afpisser territoriet). Det viser sig nu, at urin fra den enkelte mus indeholder information om langt mere, end blot at musen har besøgt stedet.



Kemisk kommunikation hos mus

Mus kommunikerer i vidt omfang ved at afsondre pheromoner og kemosignaler. Pheromoner er kemiske forbindelser, der har mening indenfor samme art. Mange pheromoner består af flygtige forbindelser og opfattes via lugtesansen, men en stor og vigtig del har ikke damptryk af betydning og detekteres i det vomeronasale organ. De flygtige forbindelser påvirker også til en vis grad dette organ.

Det vomeronasale organ

Organet blev beskrevet af den danske kirurg Ludvig Jacobson i 1813 og kaldes også Jacobsons organ. Det består af kanaler og befinder sig forrest i næseskillevægen. Det aktiveres, når der trækkes næsesekret ind i kanalerne. Aktivering af receptorerne medfører stimulering af nerver og bevirker instinktiv adfærd, der vanskeligt kan kontrolleres med viljen. Det er usikkert, om det voksne menneske har et funktionelt organ. Isolerede grupper af kvinder synkroniserer med tiden deres menstruation, og denne observation tages af nogle til indtægt for, at organet er aktivt hos mennesket.

Urin fra hanmus indeholder en serie proteiner, som kaldes "Major Urinary Proteins" (MUPs). Referencegenomet for mus koder for 21 MUPs, der er artsspecifikke. Af disse er 15 meget ens og nogle adskilles blot ved én enkelt aminosyre. Alle genkendes af en specifik receptor. Da MUPs har forsvindende damptryk, påvirker de kun receptorer i det vomeronasale organ. Voksne hanmus udskiller MUPs i en koncentration på 20 mg/mL i urinen. Indhold af proteiner i urinen er usædvanligt for pattedyr pga. den store metaboliske udgift, de repræsenterer. Alene dette antyder, at systemet er betydningsfuldt for musen.

Hvad snakker mus om?

Mus er meget følsomme overfor dufte både fra miljøet og fra artsfæller. Men specificiteten overfor de kemiske forbindelsers struktur er ikke høj. I modsætning hertil er betydningen af sammensætningen af MUP-signalerne ekstremt høj. Signalets betydning afhænger af den nøjagtige fordeling og mængde af de forskellige proteiner. Som regel består et signal af 4-12 forskellige MUPs. Det giver mulighed for "kombinatorisk kodning", hvor hvert signal udløser en bestemt adfærd. Nogle signalers betydning er uafhængig af musens tidligere erfaringer, men afhænger kun af den umiddelbare situation. Således bevirker et bestemt protein aggressiv adfærd, men kun når der samtidig optræder endnu et signal som f.eks. synet af eller tilstedeværelsen af en aggressor.

Den personlige stregkode

Hver mus har en unik sammensætning af MUPs. Det kan den decifrere og skelne fra andre museindividers signatur – den genkender sig selv. Det virker som en personlig stregkode. Signalet er uforandret gennem hele musens liv.

Afmærkning af territorier

Når en mus har afmærket territoriet og støder på afmærkning fra en anden mus, vil den kontraafmærke området. Det sker for at gøre krav på territoriet og for at tiltrække hunmus. Men det sker kun, hvis den anden mus har en sammenlignelig social status. Musens egne afmærkninger ignoreres, men hvis de tilsættes en ekstra MUP, opfatter musen dem som fremmede. Afmærkninger fra "overmus", dvs. mus med højere social status, lades uantastet. Denne adfærd er betinget af, at musen har lært og kan huske sammensætningen af urinen fra andre mus.

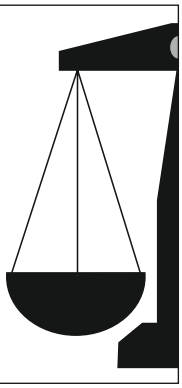
Kilde
Murine Pheromone Proteins Constitute a Context-Dependent Combinatorial Code Governing Multiple Social Behaviors. A. W. Kaur *et al. Cell* 2014, Bind 157, Side 676-688.

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

Fra forskning til forandring

– fremtidens rene vand

Ved at gøre brug af naturens vandrensningsproteiner – aquaporiner – har Aquaporin A/S udviklet en energieffektiv vandrensningsmetode. Teknologien har brede anvendelsesmuligheder og har stor global bevågenhed.

Forskningsdirektør for Aquaporin A/S, Claus Hélix-Nielsen.

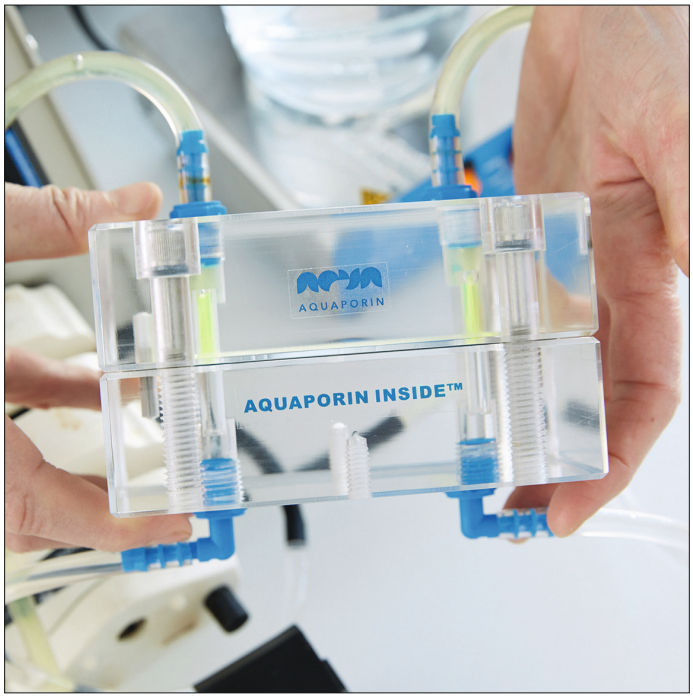
Af Katrine Meyn, km@techmedia.dk

Siden 60'erne har man vidst, at der var en vigtig vandpermeabilitet i humane celler. Således filtrerer vores nyrer hvert døgn 180 l vand, mens der kun udskilles omkring 1,5 l urin. Den molekylære basis for den store recirkulation af vand, kunne man ikke forklare på daværende tidspunkt. På en eller anden måde formåede cellen at lade vand passere og samtidig tilbageholde andre stoffer. Men hvordan foregik vandtransporten over cellernes membraner? Efterhånden opstod teorien om, at der måtte være nogle facilliterende vandkanaler.

I 1992 identificerede den amerikanske læge Peter Agre disse vandkanalproteiner, som efterfølgende fik navnet aquaporiner. En opdagelse, han fik Nobelprisen for i 2003.

- I 1999 får man de første krystalstrukturer af proteinet. Det betyder, at man begynder at kunne lave molekyldynamiske simuleringer, hvor man kan studere vandtransporten i detaljer, fortæller forskningsdirektør for Aquaporin A/S Claus Hélix-Nielsen og fortsætter:

- Aquaporin A/S' medgrundlægger Morten Østergård Jensen lavede i sin ph.d. nogle simuleringer, hvor man kunne se, både hvordan vandtransporten og afvisningen af stoffer fungerede.



Det åbnede en ny verden af muligheder for at lave bedre membraner end de eksisterende. Og det er det arbejde, Aquaporin A/S i 2005 blev grundlagt på basis af.

Pålidelige målinger og det første patent

Inden Claus Hélix-Nielsen selv træder ind i historien, er han uddannet som biofysiker på DTU Fysik, hvor han bliver ph.d. i neurale netværk. I USA studerer han siden lipid-protein vekselvirkninger i kunstigt fremstillede membraner. Tilbage på DTU kommer han nærmest til at sidde dør om dør med Morten Østergård Jensen, og her begynder de at diskutere udfordringerne med aquaporiner.

- Det var nogle spændende udfordringer. Vand er svært at måle på, fordi det i modsætning til ioner ikke har nogen nettoladning, og derfor skulle vi udvikle nogle pålidelige indirekte målinger for vandtransporten, fortæller han.

På dette tidspunkt er Claus Hélix-Nielsen blevet deltidsansat som forskningsdirektør hos Aquaporin A/S samtidig med, at han er deltidsansat på DTU Fysik. En kobling, han selv mener, har givet ham, og dermed virksomheden, en god bredde.

- De indirekte målinger foretog jeg sammen med post. doc. Danielle Keller fra MEMPHYS-gruppen på SDU. Vi udnyttede, at graden af fortynding tæt på membranen er relateret til, hvor meget vand der passerer. Så ved at måle saltkoncentrationen meget tæt på membranen, fik vi et indirekte mål for hvor meget vand, der var passeret, fortæller Claus Hélix-Nielsen og fortsætter:

- Det var et vigtigt resultat at kunne demonstrere over for den første investor, Syddansk Teknologisk Innovation i 2005, og vi indsendte vores første patentansøgning på baggrund af metoden samme år.

Ultrarent vand på naturens måde

I 2007 fik Aquaporin A/S venture-kapital fra M. Goldschmidt Capital A/S. Samtidig fik virksomheden tilsagn fra Højteknologifonden til et forskningsprojekt fra 2007-2010. Målet var at fremstille større aquaporinmembraner. Her deltog Novozymes, DTU Nanotech, DTU Fysik, DTU Kemiteknik og SDU MEMPHYS. På samme tid deltog firmaet endvidere i et større EU-projekt, MEMBAQ, koordineret af DHI, hvorigennem der skabtes vigtige internationale kontakter.

Aquaporiner

Aqua: fra latin, betyder vand.
Poros: fra græsk, betyder åbning, hul.
Aquaporiner er membranproteiner, der danner transmembrankanaler, der tillader cellerne at udveksle vandmolekyler med omgivelserne. Ioner og protoner tilbageholdes, hvilket gør cellerne i stand til at opretholde det elektrokemiske potentiale over membranen, selvom den er permeabel over for vand. Aquaporiner er særligt talrige i nyrerne.

Siden Agre publicerede den første aquaporin, har man fundet vandkanaler i stort set alle levende organismer. Der er påvist 13 forskellige typer i mennesket og mere end fire hundrede i alt i bakterier, planter og andre livsformer.

I 2009 blev flere af de komponenter, der skulle indgå i filtersystemet udviklet. Strukturen til understøttelse og forankring af membranmaterialer blev udviklet og testet, og der blev valgt fire aquaporiner.

I 2010 lykkedes det at udvikle en direkte osmose (Forward Osmosis) membran. Og i løbet af foråret 2011 demonstreredes det, at membranen har en betydelig vandfluks og en meget høj salttilbageholdelse. Næsten samtidigt vælger NASA at skrive kontrakt med Aquaporin. Membranen skal udvikles til at producere ultrarent vand ud fra urin.

Den helt rigtige investor

- I denne periode med "det lange seje træk" kunne vi i Aquaporin A/S holde forskningen kørende pga. M. Goldschmidt Capital A/S, der er en fremsynet investor. De har respekt for, at ting tager tid. Har man sagt A, må man også sige B, hvis der ellers er en fornuftig udvikling i forskningen.

- Desværre er mange danske udviklings- og finansieringsmodeller meget firkantede. Ofte er det sådan, at lykkes det ikke at producere den forudbestemte prototype eller det planlagte resultat inden for en specifik tidsramme, ja så drejes nøglen om.

- Det er ikke godt nok. I højteknologiske projekter er man nødt til at sætte sig ordentligt ind i udfordringerne, og det er vigtigt, at man er indstillet på, at der i startfasen godt kan være mange spor, der kan lede i mål. Alternative ruter skal drages med ind i finansieringsplanen fra investors side, og det kræver, at investor følger processen tæt, siger Claus Hélix-Nielsen.

Internationalt samarbejde vigtigt

Da Aquaporin A/S i 2009 bliver kontaktet af DHI's kontor i Singapore om et samarbejde med Singapore Membrane ▶

Pipetteservice
Akkrediteret kalibrering
Reparation • Vedligeholdelse
Gilson Center of Excellence • Certificerede teknikere • 20 års erfaring
• Alle førende fabrikater • Elektroniske certifikater • Serviceaftaler
BIO LAB
Biolab A/S,
Sindalsvej 29, DK-8240 Risskov,
Tlf: 8621 2866 Fax: 8621 2301
E-mail: pipetteservice@biolab.dk
www.biolab.dk
DANAK
Cal. Reg. Nr. 482

Vand - en udfordring

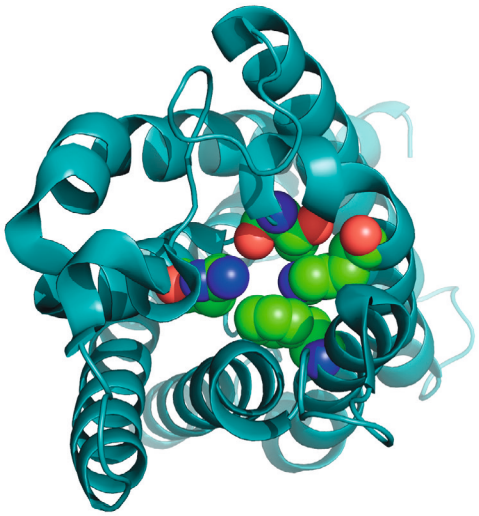
Ifølge Claus Hélix-Nielsen er den globale vandudfordring gigantisk.
Overbefolkning og forurening mindsker i raketfart mængden af rent vand. For ikke at tale om de enorme mængder af vand, der bruges i industriel sammenhæng.
→2/3 af klodens forbrug af ferskvand sker i landbruget.
→En gennemsnitlig asiatisk producent af halvledere bruger mere end 10 mio. liter ultrarent vand/døgn. Det svarer til en promille af verdens samlede drikkevandsbehov (en voksen indtager 2-3 l vand/døgn).

Der bruges også enorme mængder af vand til de forskellige biobaserede energiløsninger, vi kender i dag. Så man får ikke udviklet et biobaseret samfund uden at løse vandproblemet. Et område, der både politisk og forskningsmæssigt er underbelyst.

Technology Center på Nanyang Technology University, siger de straks ja.

I Singapore er der fra politisk hold et enormt fokus på vand, og der finansieres 24-25 forsknings-mandeår på universitetet i projektets løbetid.

- Vi danner i den forbindelse datterselskabet Aquaporin Asia i Singapore med det formål at kommercialisere, hvad der kommer ud af samarbejdet. Det var et åbent samarbejde, hvilket betød, at vi ikke havde nogen formel myndighed til at styre forskningen. Derfor blev det min opgave at få dem til at arbejde med udfordringer, der gav mening for os.



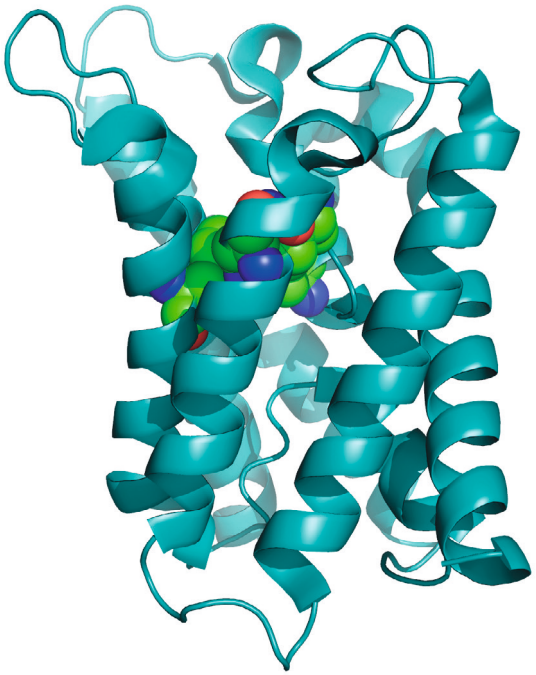
En aquaporin-monomer topview. Van der Waals-overflader viser det snævreste sted i kanalen.

- Så jeg skulle finde ud af, hvordan jeg motiverede og inspirerede forskere med en anden kultur - og født ind i en grundvidenskabelig sammenhæng - til at interessere sig for det mere anvendelsesorienterede. Det er et spørgsmål om "give and take" – nogle gange må man træde et skridt tilbage for at lade tingene vokse frem, andre gange må man så ind og trække vigtige linjer op og fastholde dem. I den henseende er forståelsen og respekten for hinandens forskellige fagområder meget vigtig, og jeg investerede mange rejser og timer i projektet i starten. Men heldigvis er det sådan, at man ikke skal kradse ret meget i overfladen på de anvendelsesorienterede projekter, før der dukker interessante grundvidenskabelige aspekter op. Og det binder det hele sammen på en meget fin måde, hvis man formår at holde boldene i luften, forklarer Claus Hélix-Nielsen.

Den fremtidige udvikling

I samarbejde med forskerne i Singapore blev nogle af opskaleringsproblemerne løst. Det betød, at man i 2013 kunne sende de første håndlavede membraner på markedet. Først arealmæssigt på størrelse med en iPhone, senere på størrelse med en iPad. Næste trin var maskinel fremstilling. En pilotmaskine designes og bygges i Tyskland og tages i brug i Lyngby. Nu fremstilles der membraner i lange ruller.

Og det går godt. Firmaet har i dag med datterselskabet omkring 30 medarbejdere, og i juni fik Aquaporin A/S European Inventor Award 2014 for deres første patent.



En aquaporin-monomer side-view. Van der Waals-overflader viser det snævreste sted i kanalen.

Og som Claus Hélix-Nielsen udtrykker det, så er en af de største udfordringer lige nu at begrænse sig og sige nej. For anvendelsesområderne er meget store. Ud over projektet med NASA fokuseres i første omgang på reduktion af industrielt spildevand samt andre "svære" spildevandsstrømme og andre nichesegmenter, hvor aquaporinmembranerne udfylder et teknologisk tomrum i dagens vandbehandling. Sekundære markeder inkluderer afsaltning og energiproduktion i form af saltkraft.

I øjeblikket testes membranen sammen med omkring 50 forskellige testpartnere rundt om i verden. I løbet af 2014/15 er det planen at producere i størrelsesordenen 10.000 m^2 membran. Ambitionen er, at i løbet af nogle år vil produktionen opskaleres til en årlig produktion på op til 1 mio. m^2 membran.

Claus Hélix-Nielsen er udover sin ansættelse i Aquaporin A/S i dag også deltidsansat lektor på DTU Miljø og leder samtidigt et vandlaboratorium på universitetet i Maribor, Slovenien. Desuden leder han IBISS platformen støttet af Højteknologifonden, hvor et af målene er at se om andre membranproteiner) udover aquaporinerne (f.eks. ionkanaler) kan udnyttes industrielt.

- Samspillet mellem den akademiske verden og de industrielle aktører rummer virkelig store muligheder. Og kombineres disse med de muligheder biomimetik og industriel bioteknologi giver, så har vi i Danmark enestående muligheder for at skabe nye arbejdspladser og bringe os i front globalt set. Verdensmarkedet for vandteknologi er mere end dobbelt så stort som for eksempel markedet for vindenergi, så det kan kun gå for langsomt, slutter Claus Hélix-Nielsen.

BENDT WIKKE MARKETING A/S

Sikrer analyserent laboratorieudstyr med intelligent og effektiv rengøringsproces

NYHED laboratorieopvaskemaskine PG 8536

- **Grundig og effektiv teknik** kan rengøre meget kraftigt tilsmudset glasapparatur
- **Intelligent måling** sikrer at det ønskede niveau for renhed opnås
- **Effektivt flow** af udstyr ved hjælp af hurtig og effektiv tørring (op til 115°C)
- **Kompakt** og kan placeres direkte i laboratoriet
- **Brugervenlig og doseringsanlæg** med plads til 4 stk. beholdere

Lad vores dygtige specialister hjælpe med at finde den optimale løsning på, hvordan I sikrer rengørings-processen af laboratorieudstyret – sikkert og økonomisk fordelagtigt.

Miele Professional A/S · Erhvervsvej 2 · 2600 Glostrup · Tlf. 43 27 15 00 · www.miele-professional.dk

Miele
PROFESSIONAL

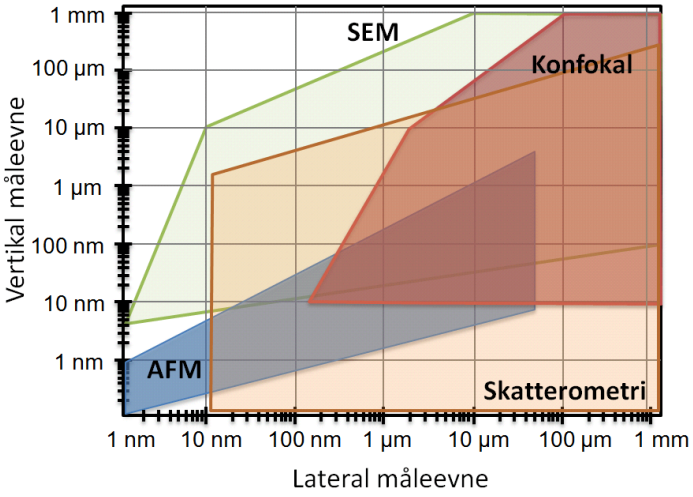
Målinger på nanoskala – sådan ser man græsset gro

Foto: Tim Horton.

Udviklingen går i mange industrier mod at anvende produkter med mindre strukturer, og man har efterhånden nået området omkring mikro- og nanometer. Disse produkter er dog for små til at kunne måles med gængse måleinstrumenter, og derfor vanskelige at produktudvikle. Her præsenteres en række målemetoder, der kan anvendes i netop dette område.

Af Morten Hannibal Madsen, DFM, Nikolaj Agentoft Feidenhans'l, DFM og DTU Nanotech, Marianne Lund Madsen, Force Technology

Den teknologiske udvikling går generelt mod mindre og mindre strukturer og ved at lave strukturerne helt ned omkring mikro- og nanometer, åbnes op for helt nye egenskaber og muligheder. Problemet er at med det blotte øje, er tykkelsen af et hår cirka det mindste et menneske kan se. Dette svarer til omkring 100.000 nanometer, altså langt fra de størrelser der ønskes. En nanometer er nemlig kun én milliardtedel af en meter, eller omtrent størrelsen af et enkelt atom. Faktisk svarer en nanometer omtrent til den længde en negl vokser på ét sekund. Med et godt lysmikroskop kan strukturer ned til nogle få hundrede nanometer lige akkurat ses. Begrænsningen er lysets bølgelængde, en fundamental fysisk begrænsning, kaldet diffraktionsgrænsen. For at se mindre strukturer kræves andre typer mikroskoper, som beskrives nærmere i denne artikel.



Figur 1. De fire mikroskopimetoder beskrevet i denne artikel. Det ses f.eks., at et AFM er velegnet til at studere strukturer ned til 1 nm, men er udfordret på laterale dimensioner over 100 µm.

Ét punkt ad gangen

Der findes grundlæggende to former for mikroskopi: Skannende og fuldt billede. Et kamera er et eksempel på et fuldt billedsystem. Når der trykkes på udløserknappen, belyses billedsensoren og hele billedet tages på én gang. For at få en højere opløsning benytter mange moderne mikroskoper et princip, hvor der kun måles i ét punkt på overfladen ad gangen, svarende til at hver pixel i kameraet måles en efter en. To af de mest benyttede skannende mikroskoper er AFM og SEM, som er beskrevet nærmere i faktaboksene på side 14.

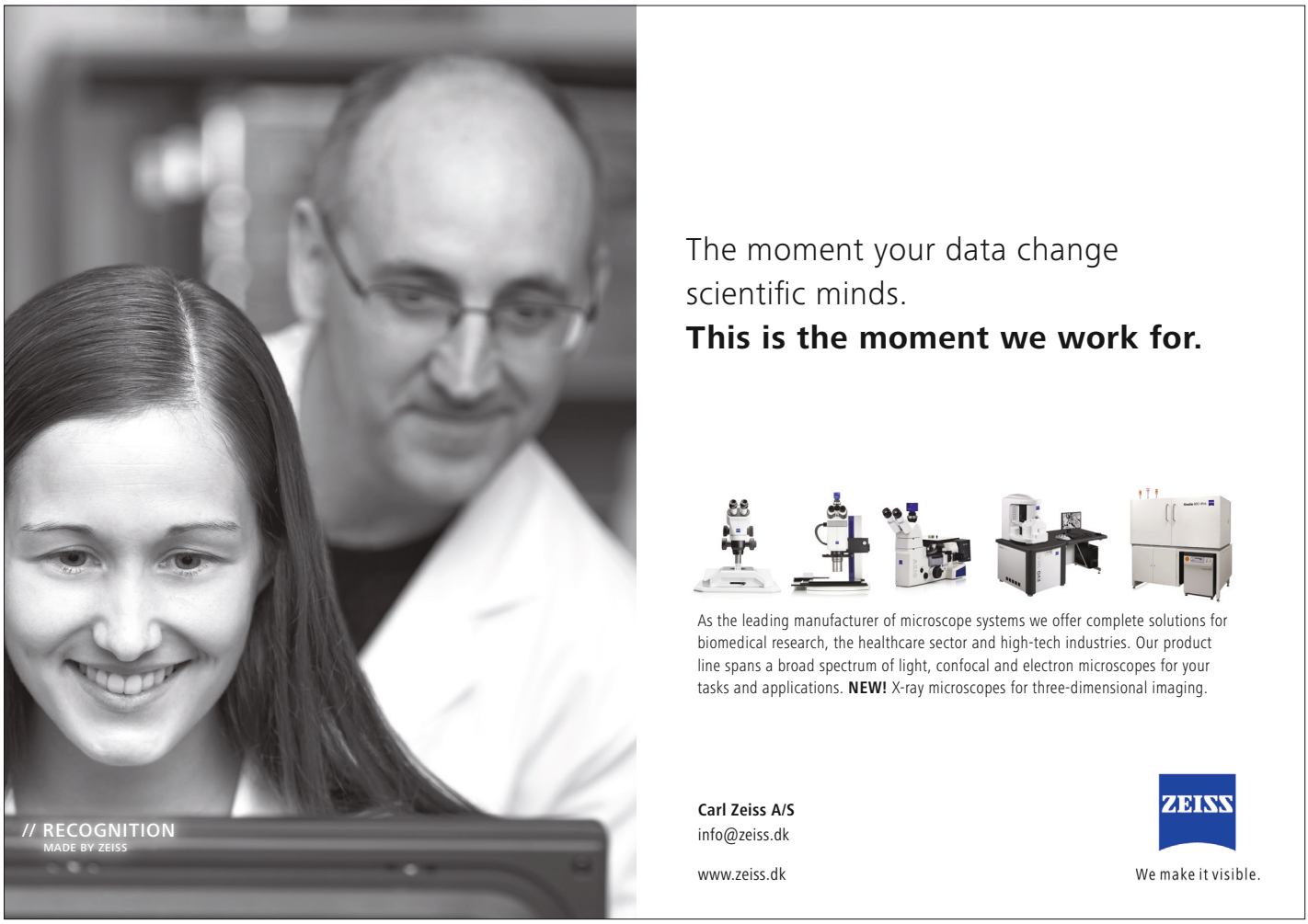
AFM giver detaljer om strukturer helt ned på atomart niveau og kan benyttes på stort set alle typer af overflader. Det er endda muligt at måle inde i væsker. Dette bruges bl.a. til at studere levende celler eller til at undersøge, hvordan dråber ligger på en hydrofob overflade.

Nålen i et AFM kan udskiftes efter behov, f.eks. til en meget hård diamantspids for at studere hårdheden af et materiale helt ned på nanoskala. Ved at presse diamantspidsen hårdt ned i overfladen, ét punkt ad gangen, fås både et 3D-billede af overfladen, samt information om materialets mekaniske egenskaber. AFM er en meget alsidig teknologi, og der bliver hele tiden forsket i udviklingen af nye målemetoder.

Information gemt i det spredte lys

På DFM arbejdes der med at udvikle en ny form for mikroskopi, hvor der ikke bruges reflekterende lys, som i normal lysmikroskopi, men i stedet undersøges det diffrakterede lys, der spredes fra prøven. Denne teknik kaldes Optisk Diffraktions Mikroskopi (ODM). Ved små ændringer til et almindeligt optisk mikroskop kan der opnås få nanometers opløsning, altså cirka 100 gange bedre end et almindeligt lysmikroskop. Der er den begrænsning, at der tages en gennemsnitsmåling over et stort område, så strukturerne der måles, skal enten være enkeltstående eller periodiske. Nanoskala-strukturer er som regel periodiske over store områder, så i praksis er der mange strukturer, teknikken kan benyttes på, f.eks. mikrofluidkanaler, periodiske gitre og tynde filmlag, bestående af næsten gennemsigtige materialer.

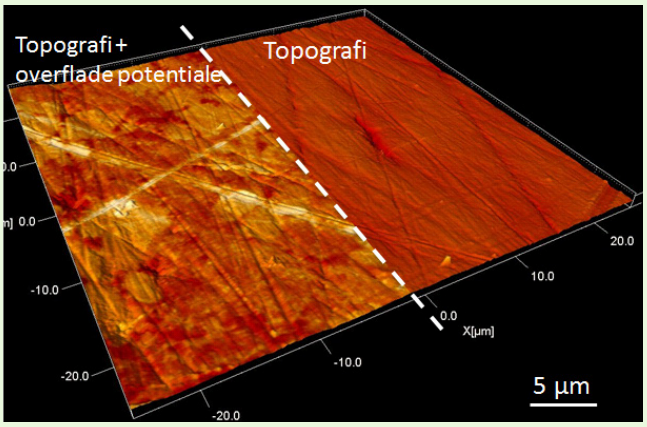
Metoden er ekstrem stabil, da der måles på et større område ad gangen. Tages målingen inden for samme periodiske ▶



Atomart Kraft Mikroskop

En type af skannende mikroskoper er et Atomart Kraft Mikroskop (forkortet AFM, fra engelsk Atomic Force Microscopy). Her trækkes en spids nål henover overfladen i tusindvis af parallelle linjer. Nålen følger overfladens strukturer og ved konstant at måle nålens bevægelse, kan der skabes et nøjagtigt 3D-billede af overfladen.

Der findes mange ekstra muligheder for målinger med et AFM. Et af de nyeste skud på stammen er potentiale målinger på overflader som vist på figur 3. Ved at måle spændingsforskellen mellem nålen og prøven, opnås information på nanoskala om f.eks. korrosion, katalytisk aktivitet og dotering af halvledere.



Figur 3. Til højre ses et typisk 3D AFM-billede. Venstre del af billedet viser overfladepotentialet lagt som farvekode oven på 3D-strukturerne.

Fordele:

Meget detaljeret billede af overfladen
Mange ekstra muligheder

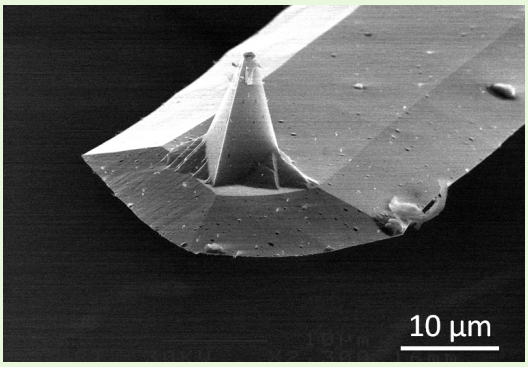
Ulemper:

Tidskrævende
Kun lokale målinger

Skanning elektronmikroskopi

Et skanning elektronmikroskop (forkortet SEM, fra engelsk Scanning Electron Microscope) er et fleksibelt instrument, der kan gå fra lave forstørrelser (f.eks. 25x) til meget høje forstørrelser (>100.000x). Metoden er god til hurtigt at få et overblik over en ukendt prøve.

SEM virker ved at sende elektroner gennem et kraftigt elektrisk felt, hvor de accelereres op til over 100.000 km/t. Med elektromagneter fokuseres elektronstrålen ned på et lille område på samme måde, som glaslinser fokuserer lyset i et lysmikroskop. En vigtig forskel er dog, at elektronstrålen skannes henover prøven, og måler signalet i hvert punkt for sig. Et typisk SEM-billede består af over 1 mio. målepunkter. Det lyder af meget, men tager kun få sekunder med moderne computere.



Figur 4. SEM-billede af spidsen på en brugt AFM-nål.

Fordele:

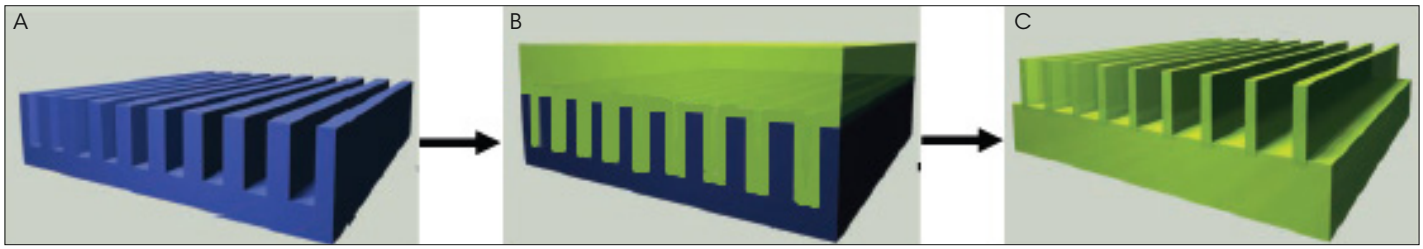
Forstørrelse dækker områder fra nanometer til centimeter
Mulighed for at bestemme materialesammensætning

Ulemper:

Måling er i vakuum
Udfordrende at måle højden af objekter

område, kan prøven og mikroskopet bevæge sig under målingen. Det gør metoden velegnet i et produktionsmiljø, hvor store vibrationer ellers kan umuliggøre anvendelse af andre mikroskoptyper. Prisen for dette er, at der ikke fås et direkte billede af overfladen, men kun af strukturernes dimensioner.

af en møtrik. Her kan i stedet benyttes replikering til at tage en eksakt afstøbning af overfladen, som kan tilpasses i størrelse til mikroskopet. Replikering giver de omvendte strukturer i forhold til prøven, se figur 2, og kan derfor anvendes til at vende fordybninger til forhøjninger, hvilke ofte er lettere at måle med både lysmikroskoper og AFM.



Figur 2. Illustration af replikeringsteknikken. (A) Original prøve. (B) Prøven dækkes med et lag af hurtigt hærdende polymerer. (C) Efter hærdning kan prøven fjernes og man har en kopi af den originale prøve.

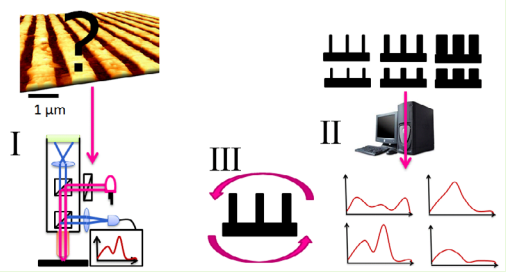
Fejlfrie aftryk

En generel udfordring ved mikroskopi er, at prøven skal ind under mikroskopet. Det er ikke altid nemt, f.eks. hvis der skal undersøges mindre områder af en stor maskine eller indersiden

En anden fordel ved at tage en afstøbning er, at denne kan gemmes til senere brug. Ønskes et emne sammenlignet før og efter brug, kan det være nemmere at sammenligne emnet direkte, end at forholde sig til et par enkelte billeder. Er billedmateria-

Optisk Diffraktions Mikroskopi

Ved at studere det diffrakterede lys fra mikro-/nanostrukturer er det muligt hurtigt og præcist at måle dimensionerne. Metoden bygger på en såkaldt invers modellering, der kan simplificeres til tre trin.
(I) Intensiteten af det reflekterede lys måles for mange bølgelængder med et spektrometer. Dette tager få millisekunder.
(II) Med computersimuleringer genereres en database over spredningsintensiteter for en række mulige strukturer. Dette trin kræver forhåndskendskab til emnet, herunder materialet og typen af strukturer, f.eks. om det er et periodisk gitter eller en enkelt kanal. Simuleringen skal kun udføres én gang, men kan tage op til et par timer.
(III) Målinger og simuleringer sammenlignes. Bedste match giver parametrene for overfladen og sammenligningen tager kun en brøkdel af et sekund at udføre.



Figur 5. Illustration af princippet i optisk diffraktions mikroskopi. Målinger (I) og simuleringer (II) udføres hver for sig og bliver herefter sammenlignet (III).

Fordele
Robust setup
Hurtige målinger, når simuleringer er udført

Ulemper
Kræver forhåndskendskab til emnet
Kan ikke anvendes på alle strukturer

Godkendt Teknologisk Service (GTS)

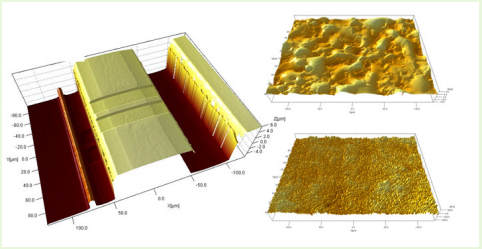
Dansk Fundamental Metrologi (DFM) og FORCE Technology er blandt de ni Godkendte Teknologiske Service-virksomheder (GTS), som har til formål at understøtte danske virksomheders mulighed for udvikling og innovation, der styrker erhvervslivet konkurrencemæssigt. Dette gøres gennem rådgivende serviceydelser og gennem samarbejde i forsknings-, udviklings- og innovationsprojekter.
Mere information kan findes på www.dfm.dk og www.forcetechnology.com.

let utilstrækkeligt, er der mulighed for at optage flere billeder senere.
Udfordringen ved replikering af en overflade er at få materialet til at udfylde strukturerne tilstrækkeligt, da afstøbningen ellers ikke giver et korrekt billede af overfladen. Derfor samarbejder DFM med FORCE Technology om udvikling og validering af bl.a. nye replikeringsteknikker gennem projektet "Dokumentation af mikro- og nanostrukturerede produkter". Projektet skal munde ud i en national testfacilitet, hvor der udbydes rådgivning og ydelser i forbindelse med avancerede overfladekarakteriseringer af produkter fra nanometer til centimeter.

Konfokal mikroskopi

Der findes et hav af videreudviklinger på det klassiske lysmikroskop, alle med det formål at øge opløsningen. En af disse er konfokal mikroskopi.

Her belyses prøven på et enkelt punkt ad gangen. Ved at indsætte et pinhole der, hvor lyset opsamles, opsamles kun det lys, der er i fokus. Dette gør, at der kun fås et skarpt billede langs dette plan. Ved at tage billeder af prøven i forskellige højder skabes et 3D-billede af prøven med høj opløsning i den vertikale retning.

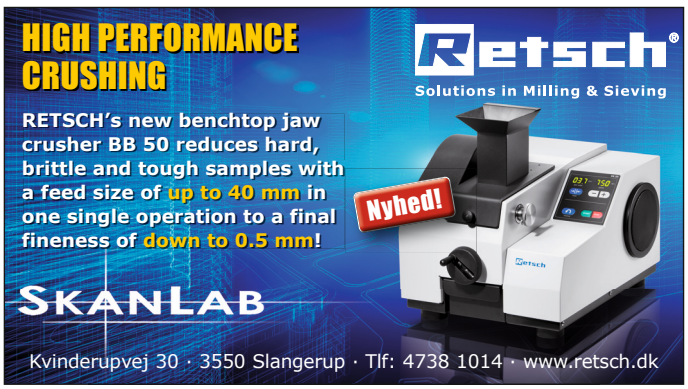


Figur 6. 3D-billeder taget med et konfokal mikroskop. (A) Mikrofluid kanaler støbt i plastic. (B) To typer coatings på den samme overflade.

Fordele
Hurtige målinger
Høj vertikal måleevne

Ulemper
Begrænset lateral opløsning
Kun information om topografien

E-mail:
Morten Hannibal Madsen: mhm@dfm.dk

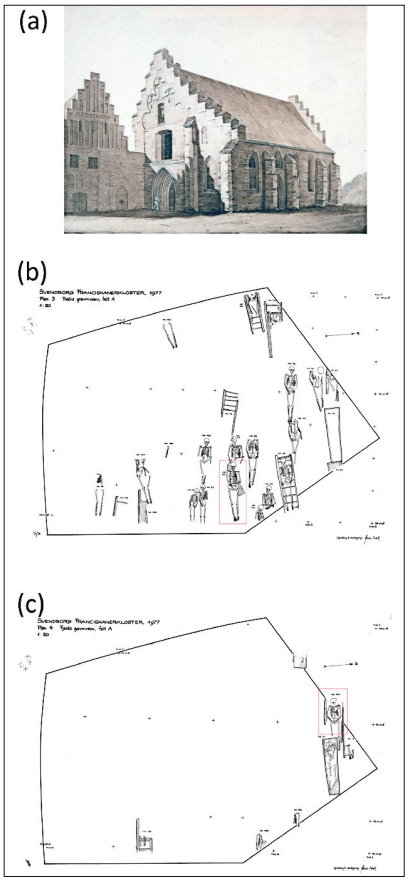


ICP-MS på humane knogler fra middelalderen

Fordelingen af sporstoffer i to middelalderlige skeletter AG93 og AG104 fra Svendborg.

Af Anne Lauritsen, CHART, Institut for Fysik, Kemi og Farmaci, Syddansk Universitet

Udgravede menneskeskeletter er en af de vigtigste kilder til viden om fortidige mennesker. Sammen med arkæologisk, antropologisk og historisk viden kan kemiske analyser af sporstoffer i humane knogler bidrage til forståelsen af disse menneskers liv. To skeletter (AG93 og AG104) fra det middelalderlige Svendborg er blevet analyseret, og resultaterne tegner et billede af to forskellige livshistorier [1].



Figur 1. Det arkæologiske udgravningsfelt, Gråbrødreklosteret, Svendborg.
a: Gråbrødreklosteret umiddelbart inden nedrivningen i 1828. Akvarel af C.F. Thorin 1828.
b: Udgravningsplan over lægmandskirkegården i Svendborg Gråbrødreklosteret (felt A), der viser niveau 3 og position af AG93 på dybde 6,11 m.
c: Samme udgravningsfelt, udgravningsniveau 4 og placering af AG104 på dybde 5,94 m; fra Svendborg Museum 1977 [3].

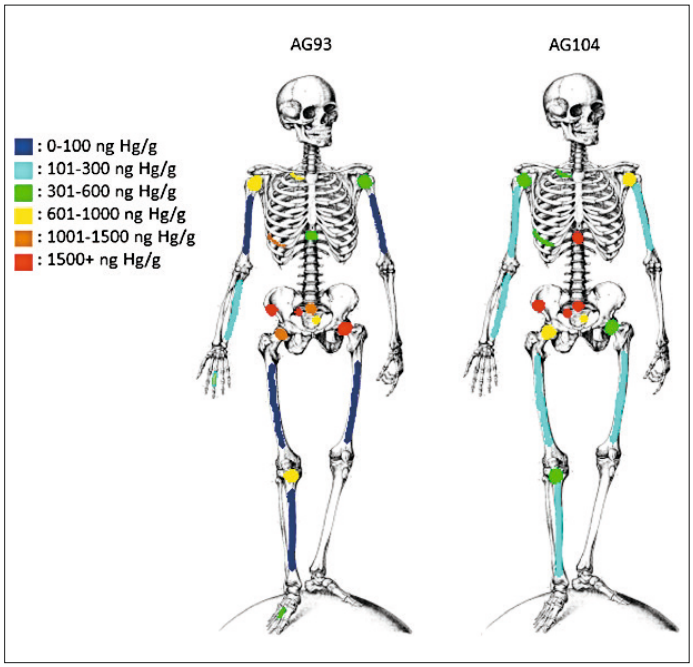
Sporstoffer i knoglerne

Via kosten optager vi en række grundstoffer, nogle tilføres kroppen i relativt store mængder, f.eks. Ca, Mg, mens andre tilføres kroppen i små mængder, f.eks. Sr, Fe, Ba. De sidstnævnte kaldes sporstoffer. Nogle sporstoffer er essentielle, f.eks. Fe, mens andre er ikke-essentielle f.eks. Sr, Ba [2]. Dertil kommer de toksiske sporstoffer, f.eks. Hg og Pb. Under dannelsen af knoglevævet i et skelet vil nogle af sporstofferne blive indbygget i knoglevævet i stedet for Ca [2].

Et skelet består af forskellige typer af knogle- og tandvæv: Kompakt knoglevæv, spongiøst knoglevæv, dentin og emalje, som alle dannes til forskellige tider i menneskets liv. Dentin og emalje dannes i løbet af barndommen og ændres herefter kun meget lidt. Kompakt og spongiøst væv derimod nedbrydes og genopbygges løbende i menneskets levetid ved en proces kaldet re-modellering [5]. Spongiøst knoglevæv har en højere omsætningshastighed, end kompakt knoglevæv har, og spongiøst knoglevæv er dermed det knoglevæv, der er dannet senest i individets liv [6].

Hypotesen om kemisk livshistorie

Hypotesen om kemisk livshistorie bygger på, at kosten i middelalderen primært bestod af lokale råvarer og vand fra lokalområdet [7]. Sr/Ca, Ba/Ca og Mg/Ca i en middelalderlig knogle vil dermed afspejle individets levested, da knoglevævet blev dannet eller sidst re-modelleret [7]. Det forventes derfor, at Sr/Ca, Ba/Ca og Mg/Ca i et individ bosiddende på samme geografiske sted gennem hele livet vil være relativt ens, mens forholdene i et individ, der er flyttet, vil være mere forskellige [7]. De kemiske målinger af sporstoffer i de forskellige knogle- og tandvæv kan ifølge hypotesen bruges til studier af herkomst, kost og sygdomsbehandling [7].



Figur 2. Hg-koncentrationer målt i knoglerne fra de to individer. Hg-koncentrationerne er angivet med farvekoder. Forklaring på farvekoderne er vist til venstre. Hg-koncentrationen er højest omkring maveregion [1].

Kviksølv i middelalderen

Kviksølv er, som tidligere nævnt, et toksisk sporstof. Kviksølv blev i middelalderens Danmark brugt i behandlingen af syfilis ved enten at smøre salve, indeholdende Hg, på huden af patienten eller ved at lade patienten ▶

EcoSEC - semi-micro GPC/SEC

- Compact, low dead volume GPC/SEC system
- Cuts analysis times & doubles throughput
- Revolutionary dual-flow RI detector technology
- Reduces solvent and disposal costs by up to 80%

TOSOH

EcoSEC-HT – high temperature GPC/SEC

- Constant temperature of pump heads and solvent lines
- Solvent holder maintains a constant temperature of 40°C
- Enhanced baseline stability of dual flow cell RI detector
- Column oven maintains 40-220°C (up to 8, 30 cm length columns)

TOSOH

Marek Danielewicz
marekd@md-scientific.dk
Søren Jensen
sorenj@md-scientific.dk

MD Scientific Aps
www.md-scientific.dk
7027 8565

indånde kviksølvsdampe. I middelalderen blev Cinnober, HgS hyppigt brugt af munke i klostrenes scriptorier som rødt blæk [4]. Høje koncentrationer af Hg i knoglerne på et individ, kan skyldes, at individet har haft syfilis, som man har forsøgt at behandle eller at individet har været en munk, der enten arbejdede i scriptoriet eller med sygdomsbehandling [4].

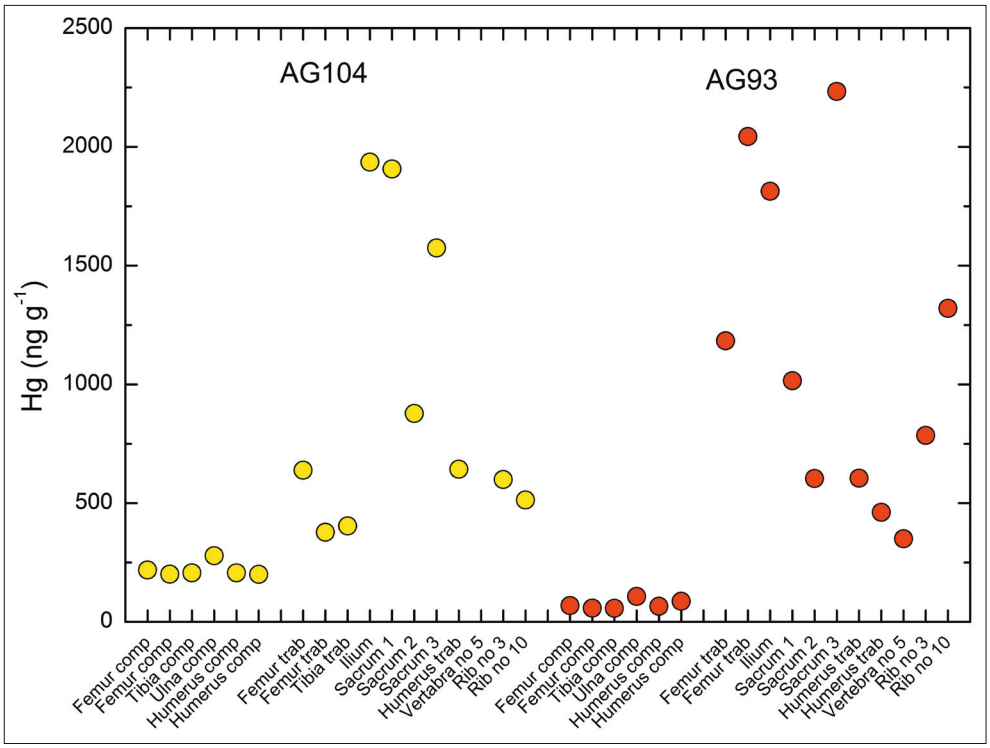
AG93 og AG104

Gråbrødreklosteret i Svendborg, figur 1 a, blev grundlagt i 1236 og nedlagt igen i 1828 [3]. Syd for klosterets kirke lå en lægmandskirkegård, som er blevet udgravet i to omgange: første gang i 1975-1977 og igen i 2007. Under udgravningerne fandt arkæologerne nogle særdeles velbevarede skeletter, heriblandt skeletterne af to mænd, der har fået numrene: AG93 og AG104 (figur 1 b og 1 c). AG93 var en mand på 38-45 år, mens AG104 var en ung mand på 17-19 år. AG93 havde en læsion ved næsen, der kunne tyde på, at han på et tidspunkt i sit liv havde været i kamp eller ude for en ulykke. Der var ingen læsioner på skeletterne, der kunne tyde på, at de to mænd havde været syge af syfilis [1].

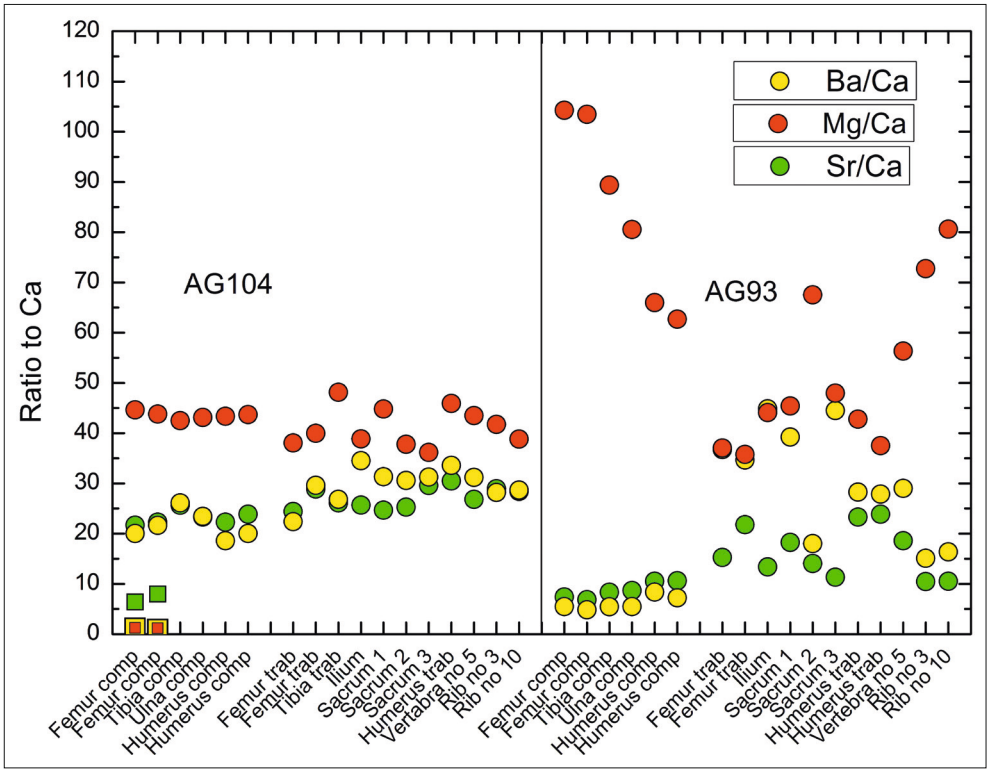
Resultater af Hg-målingerne

Af figur 2 ses det, at Hg-koncentrationerne er højere i knoglerne i det indre skelet end i de lange rørknogler. Det kan hænge sammen med, at knoglerne i det indre skelet består af mere spongiøst væv end de lange rørknogler [1]. I figur 3 ses det ligeledes, at Hg-koncentrationerne er højere i det spongiøse knoglevæv end i det kompakte knoglevæv. Det ses desuden af figur 3, at Hg-koncentrationen varierer langt mindre i det kompakte knoglevæv end i det spongiøse knoglevæv [1].

Ved sammenligning af Hg-koncentrationerne i AG104 og AG93 ses det, at Hg-koncentrationen i det kompakte knoglevæv er højere i AG104 end i AG93, mens Hg-værdierne i det spongiøse knoglevæv er på samme niveau. En mulig forklaring på dette er, at AG104 er blevet eksponeret for Hg gennem en længere periode forud for sin død, mens AG93 er blevet eksponeret meget sent i sit liv. AG104 kan have haft en sygdom, som man igennem længere tid har forsøgt at kurere, mens man først har forsøgt at kurere AG93 lige før døden [1].



Figur 3. Kviksølv målt i kompakt og spongiøst knoglevæv. AG93 er markeret med gule punkter. AG104 med røde [1].



Figur 4. Resultaterne af måling af Sr, Ba, Mg og Ca i det kompakte og det spongiøse væv i AG104 (venstre) og Ag93 (til højre). Sr/Ca forhold (grønne cirkler), Mg/Ca (røde cirkler) og Ba/Ca (gule cirkler). Firkanterne repræsenterer gennemsnitsværdier målt i knoglerne fra 12 individer fra Tirup kirkegård (til venstre) og 77 personer fra dominikaner klosteret i Slesvig (til højre), i samme farvekode som cirklerne [1].

Resultater af Mg-, Ca-, Sr- og Ba-målingerne

I figur 4 er vist Sr/Ca, Ba/Ca og Mg/Ca i AG104 og AG93 [1].

I AG104 ligger værdierne i kompakt og spongiøst knoglevæv på samme niveau, mens værdierne i det kompakte knoglevæv og det spongiøse knoglevæv i AG93 er forskellige. Det ses desuden, at Sr/Ca og Ba/Ca i det spongiøse væv i AG93 ligger på niveau med det kompakte væv i AG104, mens Sr/Ca og

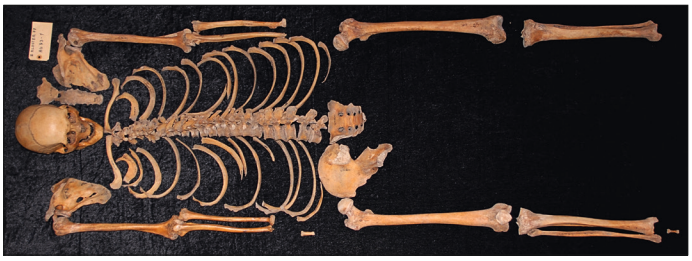
Prøver udtages på bagsiden af femur (lårbensknoglen), så den efter prøveudtagelsen stadig kan udstilles.

Ba/Ca i det kompakte væv i AG93 ligger langt lavere og på niveau med værdier målt i skeletter fra Slesvig og Tirup, en nedlagt middelalderlandsby nær Horsens. En mulig fortolkning af Sr/Ca og Ba/Ca i AG93 er, at han gennem længere tid har levet et andet sted end Svendborg, hvortil han er flyttet sent i sit liv. AG104, derimod, ser ud til at have boet i Svendborg hele livet. Fortolkningen af Mg/Ca-værdierne er ikke så ligetil, da Mg i modsætning til Sr og Ba er et essentielt grundstof, der er hårdt metabolisk kontrolleret [1].

Metode

Knogleoverfladen blev mekanisk afrenset, hvorefter en prøve på ca. 20 mg blev udboret med en elektrisk boremaskine. Prøven blev opløst i en blanding af koncentreret HNO_3, H_2O_2 og HCl. De fleste af grundstofferne blev målt med ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy). Kviksølv blev dog analyseret med kold damp atomabsorption på et Flow Injection Mercury System (FIMS-400). Syvogtredive prøver blev udtaget og analyseret fra skelet AG93 og 36 prøver fra AG104 [1].

Udtagelse af en prøve i kraniet fra AG93.



AG93, skelettet af en mand på 38-45 år.

E-mail:
Anne Lauritsen: lauritsen@sdu.dk

Referencer

1. Rasmussen et al.: The distribution of mercury and other trace elements in the bones of two human individuals from medieval Denmark – the chemical life history hypothesis. Heritage Science 2013 1:10.
2. Kerstin Lidén og Holger Schutkowski: Sporstoffer og isotopanalyser, Biologisk Antropologi med human osteologi, 2008, 1. udgave, 1. oplag, kapitel 13, red. Niels Lynnerup, Pia Bennike og Elisabeth Iregren, Gyldendal.
3. Kristensen HK: The Franciscan Friary of Svendborg. The archaeology of Svendborg. Denmark: Svendborg County Museum; 1994:110. Volume 6.
4. Rasmussen KL, Boldsen JL, Kristensen HK, Skytte L, Hansen KL, Mølholm L, Grootes PM, Nadeau M-J, Eriksen KMF: Mercury levels in Danish medieval human bones. J Archaeol Sci 2008, 35(8):2295-2306.
5. D. J. Hadjidakis, I. I. Androulakis. Bone Remodeling. Annals N. Y. Acad. Sci. 2006, 1092, 385.
6. Reference Man: Anatomical, Physiological and Metabolic Characteristics, (1st edn.), ICRP Publication 23. Elsevier, 1975.
7. L. Skytte, K. L. Rasmussen: Sampling strategy and analysis of trace element concentrations by inductively coupled plasma mass spectrometry on medieval human bones – the concept of chemical life history. Rapid Commun. Mass Spectrom. 2013, 27, 1591–1599.

BIO LAB

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

Skumdannelse i industrielle procesanlæg

Spontan dannelse af skum kan resultere i både ønskede og uønskede påvirkninger af industrielle processer. Her demonstreres, hvordan et vådt røggasrensningsanlæg påvirkes af udvalgte skumdannere samt efterfølgende tilsætning af kommercielle antiskummidler.

Af Brian Brun Hansen og Søren Kiil, DTU Kemiteknik

En række velkendte dagligdagsprodukter såsom øl, barberskum og sæbe har skumegenskaber, som illustreret i figur 1, men skumdannelse kan også forekomme i industrielle procesanlæg. Skumdannelse benyttes bl.a. til industriel separation af hydrofobe mineraler fra neddelt malm (overførsel af mineralet og hjælpestoffer til et skumlag via luftgennembobling) samt til at beskytte metalsmelter og ølurt fra ilt og urenheder fra den omkringliggende atmosfære. Uventet/uønsket skumdannelse, som f.eks. indenfor spildevandsrensning og destillation, kan dog også medføre overløb og afsætning af faststof på omgivelser og procesudstyr samt interferens med målinger af væskeniveau og densitet.

Skumdannelse og skumdæmpning

Dannelsen af et skumlag forudsætter tilstedeværelsen af enten overfladeaktive stoffer, makromolekyler (polymerer, tensider og proteiner) eller små partikler. Disse vil via en reduceret overfladespænding (og derved energien som kræves for skumdannelse/et forøget overfladeareal) samt en forøget levetid og stabilitet af væskefilmen imellem luftboblerne medføre skumdannelse. Overfladeaktive stoffer besidder både hydrofile og hydrofobe grupper. Det betyder, at de vil orientere sig mod gas-væske-grænsefladen, hvor de hydrofobe grupper vendes væk fra væskefasen og sænker overfladespændingen. Proteiner, polymerer og delvist hydrofobe partikler kan også orientere sig imod gas-væske-grænsefladen. Tilstedeværelsen af ovenstående forbindelser vil forbedre skumstabiliteten vha. mekanismer såsom: en reduceret dræningshastighed, en stabilisering af væskefilm-tykkelsen imellem de enkelte luftbobler samt en forøget filmelasticitet (dvs. en lokal reduktion i filmtykkelsen vil blive modvirket af et flow mod området).

Skumdannelse i våde røggasafsvovlingsanlæg

Den våde røggasafsvovlingsproces benyttes til at fjerne sure komponenter (SO_2, HCl, HF) fra røggassen fra kul- og oliefyrede kraftværker inden udledning til atmosfæren, hvor oxidation og reaktion med vanddamp kan resultere i kondens af svovlsyre (H_2SO_4) også kendt som "syreregn". Disse fossile brændsler forventes fortsat at skulle dække en væsentlig del af verdens fremtidige energiforbrug til trods for et forøget fokus på at fremme anvendelsen af vedvarende energikilder [1]. Den SO_2-holdige røggas bringes i kontakt med en basisk opslemning, oftest bestående af fintmalet kalksten, hvorved røggassens

Figur 1. Illustration af skumstruktur fra pilsnerøl (Carlsberg Hof).

sure komponenter (hovedsageligt SO_2) absorberes, dissocierer og oxideres til sulfat (SO_4^{2-}), som udkrystalliserer i form af gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ved følgende reaktion:

$$CaCO_3(s) + SO_2(g) + 2\,H_2O(l) + \tfrac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O(s) + CO_2(g) \quad (1)$$

Et vådt røggasafsvovlingsanlæg består typisk af følgende enheder: reaktantforberedelse, absorber, oxidationstank samt gipsopkoncentrering og rensning. Kalkdoseringen styres på

Figur 2. Illustration af gipsafsætninger i området omkring et afsvovlingsanlæg efter overløb af opbevaringstanke.

basis af drifts pH (normalt i intervallet 4-6) samt et feed-forwardsignal omkring SO_2-mængden på vej til anlægget. Måling af opslemningens densitet benyttes til at overvåge faststofkoncentrationen og derved planlægningen af, hvornår den producerede gips skal tages ud og afvandes. Det opnåede produkt kan anvendes til produktion af gipsplader eller som tilsætningsstof i cement. Uønsket skumdannelse, som observeret på en række danske og internationale kraftværker, kan forstyrre både niveau- og densitetsmålingen samt fremkalde overløb af opbevaringstanke (figur 2) og gipsafsætning i procesudstyr efter afsvovlingsanlægget (figur 3, side 22). I princippet kan uønsket skumdannelse modvirkes ved brug af antiskummidler, som er komplekse formuleringer ofte indeholdende olier, hydrofobe partikler samt en række andre additiver, men dosis og effektivitet kan variere meget fra et tilfælde til et andet.

En række forskellige aspekter af røggasafsvovlingsprocessen, herunder svært nedbrydelige svovlkvælstof-forbindelser [2], tørt afsvovlingsprodukts (TASP) egnethed som reaktant [3] samt et indledende studie af skumdannelse [4], er tidligere blevet behandlet i dansk kemi.

Hvordan påvirker skum driften af et vådt røggasafsvovlingsanlæg?

Denne undersøgelse af uønsket skumdannelse består af et indledende laboratorieskalastudie samt et pilotskala-studium. Effekten og holdbarheden af udvalgte antiskummidler blev studeret i laboratorieskala, hvorefter pilotskala-studiet (forsøgsopstillingen er illustreret i figur 4, side 22) belyste, hvordan afsvovlingsgrad, restkalk og pH påvirkes af skumdannelse og brug af antiskummidler.

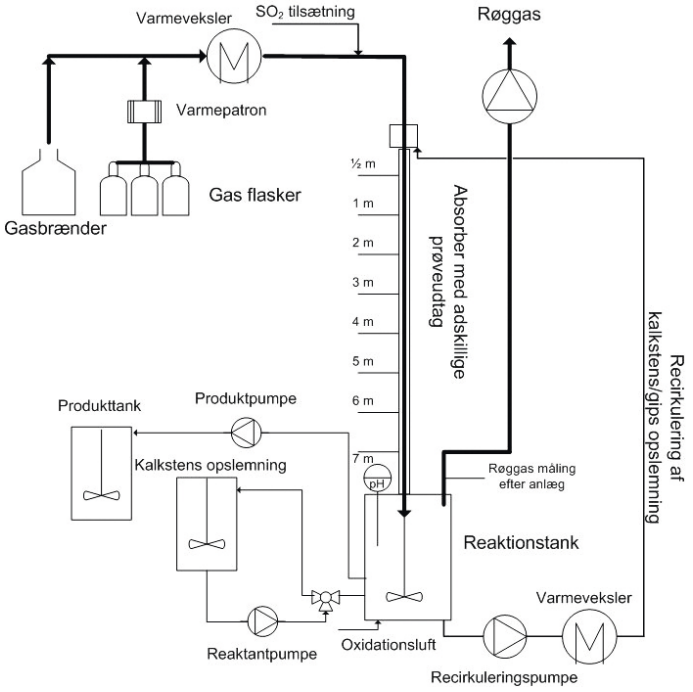
Laboratorieforsøgene foregik vha. gennembobling af opløsninger med nitrogen (mættet med vand) ved stuetemperatur i en Bikerman glaskolonne (indre diameter = 0,07 m) udstyret med en porøs glasplade i bunden. Den dannede skumhøjde er resultatet af en dynamisk ligevægt imellem hastigheden, hvormed bobler ankommer til overfladen og hastigheden, hvormed ▶

Figur 3. Illustration af belægninger på indersiden af røggaskanal umiddelbart før afsvovlingsanlægget, fremkaldt af skumdannelse og den resulterende overførsel af partikler.

de kollapser. Den resulterende gennemsnitlige levetid (også kaldet Bikerman koefficienten, Σ) kan herefter beregnes som forholdet imellem skumhøjden (h) og gashastigheden (v) i en tom kolonne:

$$\Sigma = \frac{h}{v}$$

Forsøgene demonstrerede, at både natrium dodecylsulfat (SDS) og albumin (et protein) er kraftige skummidler, der kan bruges til at simulere de industrielt observerede skumepisoder. Derimod udviste adipinsyre, som i visse tilfælde tilsættes afsvovlingsanlæg for at øge rensningsgraden, en meget begrænset skumdannelse. Figur 5 illustrerer skumstrukturen for albumin, SDS og albumin tilsat et antiskummiddel (Nalco FM-37) ved pH 5.5–6.0. Den kraftfulde skumdannelse fremkaldt af 2 g/L albumin ved 0,014 m/s (en gashastighed svarende til luftindblæsningen i oxidationstanken) kunne kontrolleres af 6,4 g/l af begge de undersøgte kommercielle antiskummidler (Nalco FM-37 og Foamreol 2290), men ikke af et simpelt alternativt

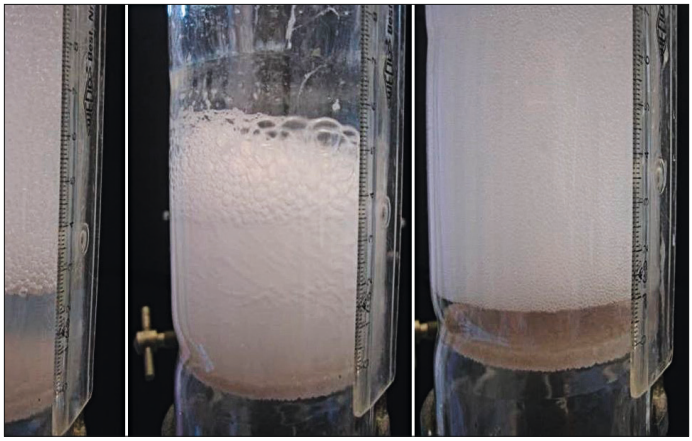


Figur 4. Vådt røggasafsvovlingsopstilling bestående af gasbrænder/gasflasker (øverst til venstre), absorber (centralt, indre diameter 3,3 cm), tanke til reaktant og produkt (nederst til venstre), reaktionstank (nederst centralt) og recirkulering af gips/kalkopslemning (til højre). Gengivet på dansk efter [5].

(> 50 g/L rapsolie). Relativt høje koncentrationer af antiskummidler blev benyttet for at minimere afvejningsusikkerheder.

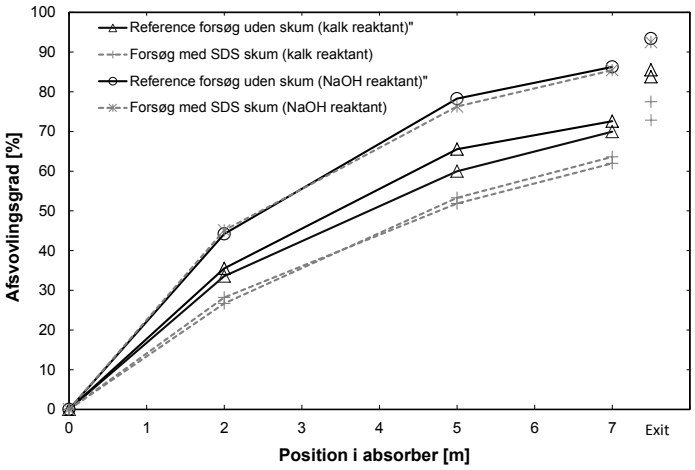
Tilstedeværelsen af gipspartikler (100 g/L) eller 5 g Cl^-/L sammen med Nalco FM-37 forstærkede effekten af antiskummidlet og eliminerede det < 10 cm skumlag, som ellers dannedes indenfor 12 timer. En anden interessant observation var, at antiskummidler selv kan medvirke til skumdannelse. Et skumlag op til 5 cm blev observeret for 6,4 g/L Nalco FM-37.

Pilotskala-forsøgene blev udført med en forsøgsopstilling, som simulerer en enkelt kanal igennem fyldlegemezonen i absorberen af et vådt røggasafsvovlingsanlæg. Røggassen opnås enten vha. en naturgasbrænder eller fra gasflasker. Hertil tilsættes 1000 ppm(v) SO_2 (svarende til kul med omkring 1 vægt% svovl) og røggassen bringes i kontakt med en kalkstensopslemning i en 7 m høj faldfilmsabsorber. Opslemningen af gips (60 til 90 g/L) og kalk (1.4 til 1.9 g/L) opsamles i oxidationstanken, hvor luftindblæsning, kalkstenstilsætning (fastholder pH), produktudtag og recirkulering til absorberen finder sted. Ved opstart blandes opslemningen i anlægget indledningsvist af demineraliseret vand, gips og $CaCl_2$ (5 g/L). Hvert eksperiment startede med 2 timers afsvovling af en 1000 ppm(v) SO_2-røggas i fravær af skumdannelse, herefter startes næste del af forsøget ved tilsætning af skummiddel (SDS eller albumin), og endelig er der i visse forsøg slutteligt tilsat et antiskummiddel (Nalco FM-37 og Foamtrol 2290).



Figur 5. Skumstruktur illustreret for 2 g/L protein (til venstre), 2 g/L protein tilsat 6-4 g/L Nalco (midtfor) og 0,005 g/L SDS (til højre). Gengivet på dansk efter [6]. Alle billeder er taget ved en gashastighed *(v)* på 0,014 m s^{-1}.

Som figur 6 illustrerer, så fremkaldte skumdannelsen fra SDS en reduceret afsvovlingsgrad, fra 85±1.4 til 76±2.8%. Denne problematiske ændring blev fremkaldt af overførsel af partikler, herunder kalksten (reaktanten), til skumlaget. Den lavere kalkstenstilgængelighed vil resultere i en lavere SO_2-fjernelse i absorberen. Partikelkoncentrationen i opslemningen faldt 4-9 g/L, mens kalkstenskoncentrationen faldt 0,2-0,4 g/L. En prøve udtaget fra skumlaget viste også en forhøjet koncentration af små partikler. Den foreslåede mekanisme blev yderligere demonstreret ved, at skumdannelse ikke påvirkede afsvovlingsgraden, når en flydende reaktant (1 M NaOH) blev benyttet. Effekten af SDS-skum på driften af anlægget viste sig at være langvarig. En afsvovlingsgrad på blot 82% blev observeret efter 6 timers afsvovling og 51,5 timers standby. Derimod viste skumdannelse fremkaldt af albumin (0,33 g/L) sig blot at have kortvarig indflydelse på afsvovlingsanlægget – afsvovlingsgraden normaliseredes efter ca. 2 timer. Tilsætning af 0,03 g antiskum/L modvirkede skumdannelsen, men markant ophobning af faststof og kalk ved væskeoverfladen (hhv.176 g/l og 3,7 g/L) resulterede i, at afsvovlingsgraden ikke blev normaliseret.



Figur 6. Afsvovlingsgrad som funktion af position i absorber for 3 referenceforsøg uden skum (2 med kalksten og 1 med NaOH) og 3 efterfølgende 0,03 g SDS/L skumforsøg.

Konklusioner og perspektiver

Det er blevet demonstreret, at skumdannelse i et vådt røggasafsvovlingsanlæg kan have en kraftig indvirkning på den opnåelige rensningsgrad i anlægget. Det skyldes overførslen af kalkstenspartikler til skumlaget, hvilket efterlader mindre reaktant i opslemningen, som skal neutralisere den absorberede SO_2. Tilsætning af antiskummiddel kan begrænse skumdannelsen, men en forhøjet koncentration af fine partikler er fortsat til stede i toppen af væskelaget, derfor genoprettes afsvovlingsgraden ikke nødvendigvis. De observerede fænomener forventes at have betydning for våde afsvovlingsanlæg, hvor gas-væske-kontakten opnås i en absorber med enten gas-dråbe eller gas-faldfilmskontakt. Derimod vil anlæg, hvor røggassen bobles igennem væskefasen, muligvis opleve en forbedret afsvovlingsgrad grundet den ekstra kontakttid i skumlaget. For en uddybende beskrivelse af emnet henvises til referencerne [6] og [7].

Forskningsarbejdet er udført i CHEC-gruppen (Combustion and Harmful Emission Control) og er blevet støttet økonomisk af Dong Energy A/S og Vattenfall A/S

E-mail:
Brian Brun Hansen: bbh@kt.dtu.dk

Referencer

1. U.S. Energy Information Administration. *International Energy Outlook 2013*, 2013.
2. Muff, J.; Bennedsen, L.; Søgaard, E.G.;. Svært nedbrydelige svovlkvælstofforbindelser i røggasrensnings-processer: *Dansk kemi* 2008, 89(5), 24-28.
3. Fogh, F. TASP som afsvovlingsabsorbent – fra restprodukt til råvare: *Dansk kemi* 2004, 85(2), 16-17.
4. Hansen, B.B.; Kiil, S.; Johnsson, J.E.; Sønder, K.B. Skumproblemer i industrielle processer.: *Dansk Kemi* 2008, 12, 10-12.
5. Hansen, B.B.; Kiil, S.; Fogh, F.; Knudsen, N.O. Performance of a wet flue gas desulphurisation pilot plant under oxy-fuel conditions. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2011, 50 (8), 4238-4244..
6. Qin, S.; Hansen, B.B.; Kiil, S.. Foaming in wet flue gas desulfurization plants: Laboratory-scale inveatigation of long-termperformance of antifoaming agents. *AIChE Journal*, 2013, 59 (10), 3741-3747.
7. Qin, S.; Hansen, B.B.; Kiil, S.. Effects of foaming and antifoaming agents on the performance of a wet flue gas desulfurization pilot plant. *AIChE Journal*, [in press]

Nyt kombineret diesel-partikelfilter og katalysator

Sod- og gasreduktion i ét

Kombinationen af et diesel-partikelfilter og en NO_x-katalysator kræver specielle egenskaber ved både katalysator og filter. Det kan bl.a. tilgodeses med et meget porøst filter. Den høje porøsitet går dog ud over filterets mekaniske stabilitet. Denne udfordring er løst ved at justere processen, hvorunder de reaktionssintrede siliciumkarbid-filtre produceres.

Af Jeanette Hvam, Institut for Kemi-, Biologi- og Miljøteknologi, Syddansk Universitet

Som det er i dag, sker filtreringen af sodpartikler og rensning af dieseludstødningens giftige gasser i to separate trin. Et konventionelt partikelfilter sorterer de skadelige sodpartikler fra, hvorefter en katalysatordel omdanner de giftige NO_x-gasser til vand og nitrogen.

Nye EU-love sætter strengere krav til udledningen af både NO_x og partikler fra ikke-vejgående-maskiner som færger og bygge-anlægs-maskiner.

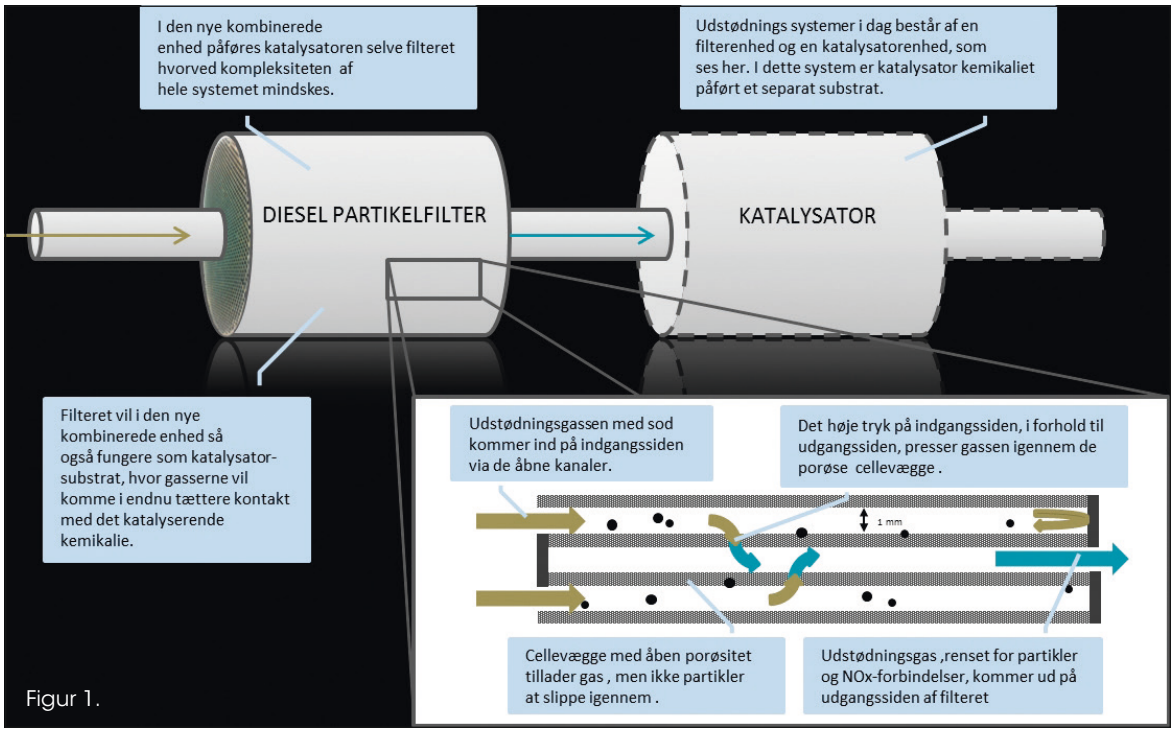
Dinex A/S, der producerer udstødningssystemer, og Syddansk Universitet har samarbejdet om at optimere filterproduktionen, så den løser de problemer, som en kombination af filter og katalysator giver.

NOX -katalysatoren

Selektiv katalytisk reduktion *(Selective Catalytic reduction, SCR)* anvendes i dag industrielt på stationære anlæg, hvor det er forholdsvist nemt at kontrollere strømmen af farlige gasser fra en forbrændingsproces.

I SCR omdannes NO_x-forbindelser *(NO, NO_2 og N_2O)* til H_2O og N_2 vha. et ammoniumholdigt reduktionsmiddel. Forskellige katalysatorer har været anvendt til formålet, specielt baseret på vanadium(V)oxid, V_2O_5. Men V_2O_5 er ikke tilstrækkelig stabilt ved høje temperaturer og er giftigt. Derfor søges andre kandidater i det nye kombinerede partikelfilter og katalysator til kørende maskiner.

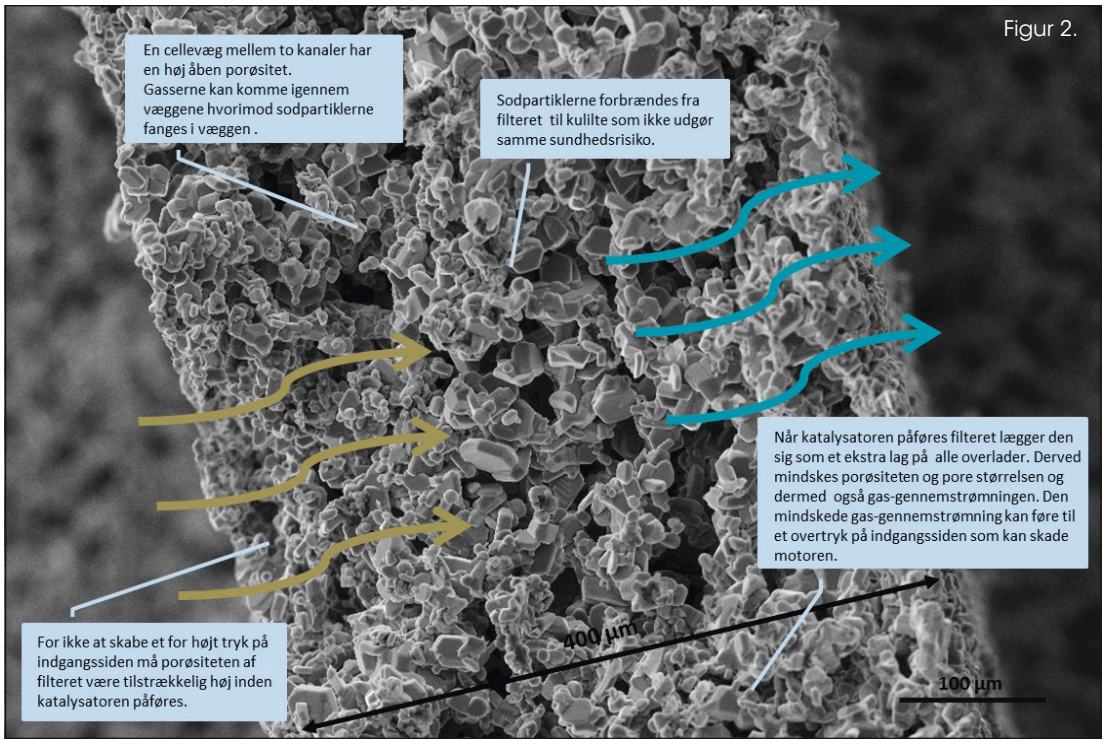
Selve kombinationen af filter og katalysator sker ved at påføre de færdige filtre den flydende katalysatorvæske som så varmebehandles. Katalysatoren sætter sig som en hinde på mikrostrukturen i filteret og reducerer derved porestørrelse og porøsitet. Den mindskede porestørrelse og porøsitet betyder, at gastrykket i motoren øges. For at kunne påføre katalysatoren på et filter, kræves der derfor en ekstra høj filterporøsitet.



Figur 1.

Diesel-partikelfilteret

Et filter er som regel fremstillet af et materiale, der er stabilt ved høje temperaturer og ureaktivt. Filtrene presses ud i en såkaldt *honeycomb*-form, der består af små parallelle kanaler. Efter



Figur 2.

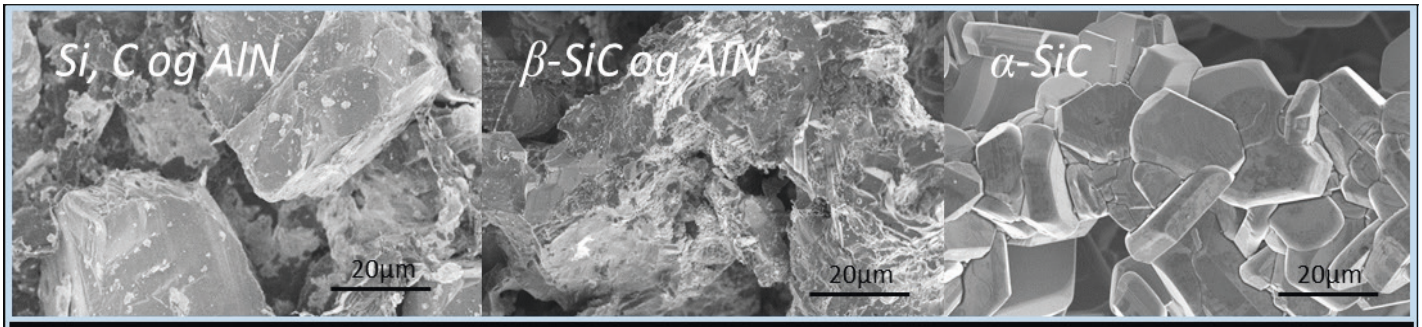
sintring blokeres hver anden kanal på indgangssiden og hver anden på udgangssiden. På den måde bliver udstødningsgassen tvunget igennem en cellevæg over i nabokanalen. I cellevæggen filtreres sodpartiklerne fra som i en si. Den vigtigste egenskab ved et partikelfilter er en mikrostruktur i cellevæggene med forholdsvist store porer og en åben porøsitet. Herved opnås en så tilpas filtrering, at udstødningsgassen kan komme igennem, mens partiklerne i gassen fanges. For at kunne kombinere katalysator og partikelfilter kræves der ekstra høj porøsitet, hvilket normalt resulterer i meget skrøbelige filterenheder. Dette problem har vi fundet en løsning på.

Fordele ved siliciumkarbid-filtre

Siliciumkarbid (SiC) er et materiale med hårdhed på linje med diamant. Det er kemisk stabilt, men kan til forskel fra diamant modstå meget høje temperaturer. Det har en høj termisk konduktivitet, og kan gøres elektrisk ledende ved at tilsætte urenheder. Disse egenskaber gør det ideelt som dieselpartikel-filter.

Siliciumkarbid findes kun i meget små mængder i naturen. Hovedparten af siliciumkarbid produceres ved syntese ud fra ▶

Dräger



Figur 3.

Processen består af tre temperaturtrin hvor den første er under kvælstof og de sidste under argon. I pyrolyseprocessen brændes bindemidler af og aluminium reagerer med nitrogen og danner kubisk aluminiumnitrid. Under reaktionssintringen reagerer silicium med grafit og danner den kubiske form af siliciumkarbid. Under de t sidste trin rekrystalliseres strukturen til hexagonal siliciumkarbid. Dette trin er hvor den høje porøsitet dannes , faciliteret af de aluminiumholdige forbindelser. Biproduktet af syntesen er ternære karbider som findes i form af gule krystaller kondenseret fra gasfasen .

sand og koks ved temperaturer over 1.700°C. Det produceres i store mængder med varierende renhed.

Ved denne temperatur opnår man den polymorfe form af SiC kaldet β-SiC. Denne polymorf har en kubisk krystalstruktur, men er meget amorft af udseende. Den har et højt overfladeareal, men næsten ingen porer og er derfor ikke egnet til filtrering af partikler. Opvarmer man yderligere til over 2.000°C dannes en anden polymorf, kaldet α-SiC, med en hexagonal krystalstruktur.

Et produkt, hvor de hexagonale SiC-krystaller er forbundet, har en høj åben porøsitet og store porer, og er derfor ideelt til en kombineret katalysator- og filterenhed. Det har vist sig muligt at danne en sådan struktur, resulterende i relativt mekanisk stabile filtre. Dette sker ved at reagere silicium og grafit med 5% aluminium under en meget specifik gasatmosfære og temperaturprofil, der ligger under de 2.000°C, der ellers kræves.

Stabile siliciumkarbid-filtre med høj åben porøsitet

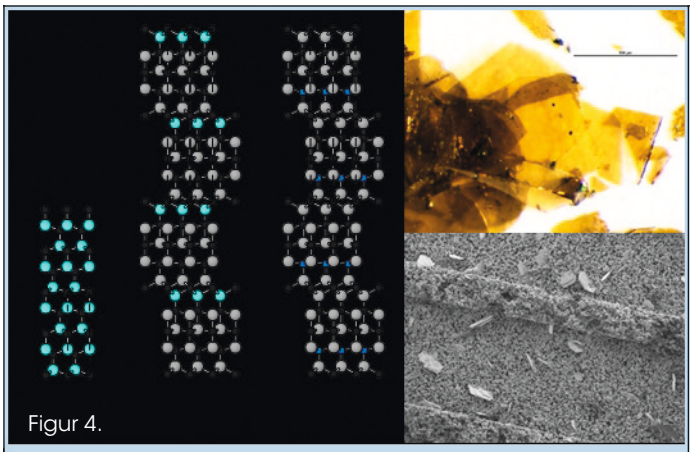
Dannelsen af stabile SiC-filtre med 68% åben porøsitet sker igennem en patenteret proces:

→ En blanding af vand, silicium, grafit, aluminium og bindere ekstruderes i den ønskede *honeycomb*-form.

→ De ekstruderede filtre tørres og pyrolyses under nitrogen ved 850°C. Herved dannes aluminiumnitrid.

→ Den kubiske form af aluminiumnitrid fungerer under den efterfølgende reaktionssintring ved 1.450°C, som kim for dannelse af β-SiC fra silicium og carbon. I denne del af sintringen, som foregår under argonatmosfære er overskydende aluminium og silicium flydende og fungerer som diffusionsagent, som opløser carbon i små mængder.

→ Når alt silicium er reageret med carbon og har dannet en β-SiC-struktur med aluminiumnitrid i fast opløsning, opvarmes filtrene yderligere til 1.950°C under argonatmosfære, hvor konverteringen til α-SiC finder sted. Under dette vigtige skridt i processen vil aluminiumnitrid omdannes fra en kubisk polymorf til en hexagonal, som igen fungerer som kim i processen, hvor kubisk SiC omdannes til hexagonal SiC. Ved disse temperaturer findes der også betragtelige mængder aluminium i gasfasen, og det spiller rollen som diffusionsagent under rekrystalliseringen fra β- til α-SiC.



Figur 4.

En fast opløsning af aluminiumholdige ternære karbider dannes som biprodukt under filterproduktionen. De forekommer som store gennemsigtige gule krystaller spredt over filtrene.eller stikkende ud af cellevæggene. Krystalstrukturen er lag af henholdsvis Al_4C_3 og SiC og AlN (i ovenstående figur er C=sort, Si,=turkis, Al=grå, N=blå). Ligheder mellem de tre komponenter faciliterer filtrenes transformation til 4H-SiC.

Aluminiumkarbid og aluminiumnitrid har strukturelle ligheder med SiC og fasciliterer på den måde rekrystalliseringen ved en lavere temperatur, end der ellers skal til for at konvertere β- til α-SiC.

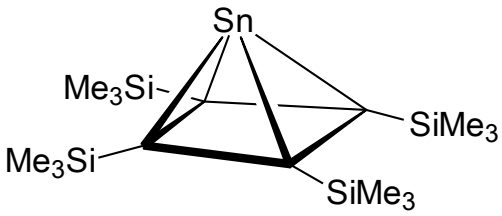
→ Som biprodukt, kondenseret fra gasfasen, dannes der under dette trin aluminiumholdige ternære karbider, som har strukturelle ligheder med den form af α-SiC, som kaldes 4H. 4H-SiC er kendt for at dannes, når SiC fremstilles i kombination med aluminium.

I dette sidste trin åbnes strukturen op til den ønskede tilgængelige porøsitet på 68% med en porestørrelse omkring 20 µm. Resultatet er et mekanisk stabilt filter med høj tilgængelig porøsitet bestående af siliciumkarbid af meget høj krystallinsk kvalitet uden sekundære faser; ideel til filter-katalysator-kombinationen.

E-mail:
Jeanette Hvam: jhva@kbm.sdu.dk

Nyt om …

… Pyramidaner



Cycliske carbonhydrider med en spændt struktur har altid haft kemikernes interesse, til denne gruppe hører pyramidanerne, som længe har været studeret med teoretiske metoder, men som hidtil ikke er blevet syntetiseret. Der er nu syntetiseret tin- og germaniumanaloge eksempler som den viste tinforbindelse, og deres struktur er vist ved røntgenundersøgelser. Forbindelserne er fremstillet ved kobling af en silylsubstitueret dianion af cyclobutadien med $GeCl_2$ eller $SnCl_2$.

Carl Th.

Pyramidanes, *Journal of the American Chemical Society*, **135**, 2013 side 8797.

Nyt om …

… Rusmiddellandskabet i Europa

Oslo har det næststørste forbrug af metamfetamin blandt 42 byer i Europa, kun overgået af Prag. Det er resultatet af undersøgelser af spildevand gennem én uge i marts 2013. Samme uge rækker forbruget af kokain i Oslo kun til en 23. plads, mens København indtager listens 18. plads.

Kromatografi kombineret med massespektrometri på vandprøver fra spildevandsanlæg giver data, som, korrigeret for vandmængde og befolkningsgrundlag, kan sammenlignes for byerne. Forbindelserne, der moniteres, er selve de udskildte rusmidler og/eller deres metaboliserede produkter. Nogle rusmidler, f.eks. ecstasy, topper i weekenden, mens andre som kokain er næsten konstante gennem ugen. Undersøgelserne viser god overensstemmelse med andre studier over narkotikaforbruget, men er langt hurtigere og mindre ressourcekrævende.

Carsten Christophersen

Spatial differences and temporal changes in illicit drug use in Europe quantified by wastewater analysis. C. Ort *et al. Addiction* 2014. DOI 10.1111/add.12570.

Driftssikre
løsninger

Nøglen til succes. I behandlingen af nutidens cellekultur- og mikrobielle fermenteringsprocesser kan det være udfordrende at opnå pålidelige og repeterbare resultater. Derfor betaler det sig at vælge Alfa Laval, der leverer markedsførende teknologier inden for mixing, kontinuerlig centrifugering, væskehåndtering og varmeoverførselsapplikationer målrettet til biotech-, lægemiddel- og fermenteringsindustrien.

Vores udstyr, der er baseret på et omfattende R&D-program, er udviklet til at sikre, at dine processer leverer ensartet ydelse og driftssikkerhed. Vores ekspertise og globale servicenetværk understøtter vores produkter i hele deres levetid, hvilket minimerer vedligeholdelsesomkostningerne og garanterer top performance.

Kontakt os for at få yderligere oplysninger på www.alfalaval.dk

ALFA LAVAL

Alfa Laval i Danmark Tlf.: +45 4457 6200. E-mail: info.dk@alfalaval.com

www.alfalaval.dk

Balladen om kattelugt i kødkonserves

Vi er tilbage i 1966/67. Stedet Holstebro Svineslagteri/Royal Dane. Produkt 7 og 12 oz dobbelt nahtlakerede dåser til luncheon meat.

Af Lars Herborg

I årene 1964-1968 arbejdede jeg som chef for kvalitetskontrol og produktudvikling på Holstebro Svineslagteri/Royal Dane. Virksomheden fremstillede kødvarer bl.a. til eksport. Dåsekød var af stor kommerciel betydning for virksomheden og i den forbindelse indtraf et ubehageligt problem i 1966/67. Nogle dobbelt nahtlakerede 7 og 12 oz dåser med pork luncheon meat udsendte en gennemtrængende kattelugt, når de blev åbnet.

Sådan var processen

Det var et velkendt problem for den type produkter, at hvis man ikke beskyttede loddesømmen, der løb langs dåsens rørformede del, stummen, ville der efter kort tid komme afsmitning af rust fra den ubeskyttede stålkant, så der blev en stribe af rust langs kødkanten.

Vi havde en Storm P-maskine, der lagde plastikstrimler ind over nahten. De skulle i princippet kunne holdes fast på dåsens inderside, og var dyppet i smeltet svinefedt. Men det var ikke nogen pålidelig proces. Der var for mange svipsere, så vi søgte en anden løsning.

Den kom Haustrups Fabrikker med. De var vores hovedleverandør af konservesdåser, og de havde en idé om, at man kunne sprøjte en lakopløsning ind over lodningen, mens den endnu var varm. Så ville opløsningsmidlet dampe af og efterlade en lakfilm over nahten og dække det bare metal. Udført ad to gange blev det en dobbelt nahtlakering.

I den slags spørgsmål var vi med i hele udviklingsarbejdet. Vi pakkede produkter i forsøgsdåserne og termostatbelastede dem ved 30˚C i to uger for at fremskynde processen. Derefter åbnede vi dåserne for at bedømme resultatet. Det så ud, som om processen fungerede.

Så vi gav grønt lys for en produktion af dåser med dobbelt nahtlakering efter den foreslåede metode.

Foto: © Tony Campbell | Dreamstime Store Photos

Problemer med primo marts-produktionen

Primo marts kom de nye dåser med i produktionen.

Vi havde som fast regel, at der blev udtaget fem dåser af hver dagsproduktion til termostatbelastning i to uger, hvorefter de blev åbnet for en nærmere sensorisk bedømmelse.

Så da vi kom til produktionen fra primo marts skete der noget.

Pludselig bredte der sig en lugt af kat i lokalet, hvor vi foretog den sensoriske bedømmelse. Det blev hurtigt klart, at der ikke var nogen kat i lokalet, men derimod nogle 7 og 12 oz dåser med luncheon meat.

Vi sendte hurtigt bud til lageret for at få fat på, hvad der var af dåser fra den omtalte produktion. De var der ikke. Vi arbejdede allerede dengang med meget små lagre, så produktionen fra primo marts var allerede afskibet og på vej mod Newcastle.

Der var derimod dåser fra den næste produktionsuge, og vi sendte bud efter prøver af dem på lageret til nærmere bedømmelse.

Der var dåser med kattelugt imellem.

Vi tilkaldte vores tekniske direktør (for Holstebro Svineslagteri/Royal Dane), P.E. Jensen og konservesmester Frants Miller for en nærmere granskning, men sagen var klar og ikke til at misforstå.

Varen lugtede af kat.

Vi fik stoppet forsendelsen til England og nåede at fange dåserne så at sige på kajen i Newcastle.

Afdækning af problemet

Vi sendte bud til Haustrups Fabrikker og meddelte dem, at de af ovennævnte årsag havde et stort antal dåser stående i Holstebro, der var deres ejendom.

De kom øjeblikkelig, med direktør Karl Haustrup og deres kundechef Bøwadt, og vi foretog en bedømmelse af produkter, der var lavet med de nye dåser.

Der var ingen tvivl om fejlen. Nu gjaldt det om at begrænse skaden, for vi var jo ikke den eneste virksomhed, der havde modtaget de nye dåser.

Vi nåede som sagt at få bremset den første forsendelse på kajen i Newcastle, men ikke alle danske konservesfabrikker var ligeså heldige, og modtog hurtigt alarmerende reklamationer fra detailhandelsleddet i England.

Men hvad var der sket???

Jeg huskede fra min tid på organisk kemisk laboratorium, at bestemmelse af carboxylsyrer kunne finde sted under anvendelse af S-benzylisothiourinstof, der kunne danne S-benzylthiuroniumsalte med de organiske carboxylsyrer. Men hvis miljøet blev til den basiske side, kunne der dannes benzylmercaptan [1].

Jeg syntes, at lugten lignede.

Jeg sendte derfor nogle dåser til vennerne på organisk kemisk laboratorium på Polyteknisk Læreanstalt, hvor de snusede til dem. Svend Brøndum svarede mig, at lugten snarere var i retning af thioketon eller thioether, men utvivlsomt kat.

Kattelugt-forklaringen

Det viste sig, at Haustrups Fabrikker havde fået et tilbud fra deres sædvanlige leverandør på et opløsningsmiddel, der angiveligt skulle have bedre egenskaber til den anvendte teknik. Man havde derefter byttet opløsningsmidlerne om uden at fortælle os noget om det.

De kunne ikke vide, at det nye opløsningsmiddel reagerede med svovlforbindelserne i kødblokken, og selvom der var tale om en ringe mængde, kom der en stor effekt ud af reaktionen. Det lugtede, som var der en kat, der havde lettet sig i lokalet.

Det viste sig senere, at der kunne være følgende forklaring på fænomenet:

Hvis mesityloxid er i kontakt med svovlholdige fødevarer, som underkastes en varmebehandling, er der stor sandsynlighed for, at der dannes 4-methyl-4-mercaptopentan-2-on, der har en stærk kattelugt [2].

Et eksempel på et lignende fænomen er opløsningsmidlet pentoxon (4-methoxy-4-methylpentan-2-on). Det fungerer fint som fortynder til en række resiner, og det indeholder en ringe mængde mesithyloxid - f.eks. 0,43%. Ved sidstnævnte mængde kan der udvikles kattelugt i kød, der er opbevaret i en hal malet med maling, der er fortyndet med dette opløsningsmiddel [3].

Vi fik, så vidt jeg husker, aldrig at vide, hvad det var for et opløsningsmiddel, Haustrup var gået over til. Vi oplevede kun, at der var en verden til forskel mellem de prøvedåser, vi havde godkendt, og de dåser, der blev leveret til produktionen.

Det videre forløb i sagen blev knapt så enkelt.

Da man skulle til at placere ansvaret for miseren, kneb det for de sagkyndige fra Haustrups Fabrikker at spore kattelugt. Man forsøgte at forlige parterne ved et møde i London hos Swift & Co, verdens største kødfirma, men selvom også andre produktionsvirksomheder havde observeret den samme fejl ved deres dåser fra Haustrup i samme periode, kunne man ikke enes. Og den egentlige årsag blev aldrig afsløret. Der blev ikke indgået noget forlig [4].

Resultatet var, at Haustrups Fabrikker mistede en stor kunde, som så til gengæld kunne glæde Glud & Marstrand ved at gå over til deres dåser.

E-mail:
Lars Herborg: larsherborg@mailone.dk

Kilder

1. Stig Veibel: The Identification of Organic Compounds. 4 Carboxylic acids, afsnit F, side 165. G.E.C. Gad Publisher. 1954.
2. F. Aylward, G. Coleman and D.R. Haisman, Compden Research Station: Catty Odeours in Food: The reaction between Mesityl Oxide and Sulphur Compounds in Foodstuffs. P1564. September 16, 1967.
3. R.L.S. Patterson: Meat Research Institute, Agricultural Research Council, Bristol: Catty odours in food: Their production in meat stores from mesityl oxide in paint solvents. p 548-549. 27 April 1968. Chemistry and Industry.
4. P.E. Jensen. Direktør hos Holstebro Svineslagteri/Royal Dane. Personlig kommunikation.

Nyt om …

… Afhængig af lanthanider

Bakterien *Methylacidiphilum fumariolicum* SoIV lever i varme ekstremt sure italienske vulkanske fumaroler. Den skaffer sig energi ved at oxidere methan. Methanol dehydrogenase er nøgleenzymet. Bakterien er svær at dyrke, fordi den kræver mudder fra fumarolen for at gro. Efter seks års forsøg på at finde et egnet vækstmedie lykkedes det forskerne at isolere methanol dehydrogenasen og få strukturen bestemt ved røntgenanalyse. De fleste enzymer fra denne familie indeholder calciumioner, men i dette tilfælde viser krystalstrukturen, at calciumionen er alt for lille til at passe ind i strukturen. Men ioner fra de sjældne jordarter – lanthaniderne – virker, og cerium i form af Ce(III) er den bedste. Nu kan bakterien dyrkes, blot der er Ce(III) i mediet.

$$CH_3OH \leftrightarrows HCHO + 2e^- + 2H^+$$

Carsten Christophersen

Rare earth metals essential for methanotropic life in volcanic mudpots. A. Pol *et al. Environmental Microbiology* 2013, doi:10.1111/1462-2920.12249

Analyse og syntese af fedtsyreestre af sukrose

En nyligt afsluttet ph.d.-afhandling havde udvikling af kvantitative analysemetoder til væskekromatografi og undersøgelse af enzymkatalyseret syntese af sukroselaurat som hovedtemaer. Her beskrives arbejdet.

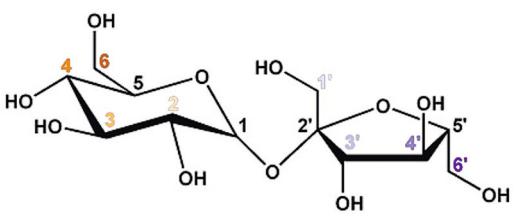
Af Aleksander Lie, postdoc, Lars Haastrup Pedersen, lektor og ph.d.-vejleder, Sektion for Bioteknologi, Institut for Kemi og Bioteknologi, Aalborg Universitet

Ph.d.-arbejdet blev udført som del af et samarbejdsprojekt, støttet af Det Frie Forskningsråd, mellem Sektion for Bioteknologi, AAU, DTU Kemiteknik, Center for Bioprocess Engineering ved professor Anne S. Meyer, og Aalborg Universitetshospital, Mikrobiologisk Afdeling ved professor Henrik C. Schønheyder.

Metoder til kvantitativ analyse af regioisomerer af sukrosekaprat of sukroselaurat ved omvendt-fase væskekromatografi (RP-HPLC) med *charged aerosol detection* (CAD) blev undersøgt og udviklet. Undersøgelserne analyserede en række elueringsstrategier, som resulterede i metoder til effektiv separation og identifikation af alle regioisomerer af de to forbindelser [1,2]. Enzymkatalyseret syntese af sukroselaurat i det aprotiske polære solvent *N*,*N*-dimetylformamid (DMF) blev undersøgt mht. enzymaktivitet og -selektivitet af en række enzympræparater. Alle reaktioner viste selektivitet for dannelse af 2-*O*-lauroylsukrose, og metalloproteasen termolysin viste den højeste aktivitet [3].

Regioisomeri

Forbindelser med ens kemisk sammensætning, men med forskelle i position af funktionelle grupper eller substituenter på molekylets hovedstruktur, kaldes regioisomerer.

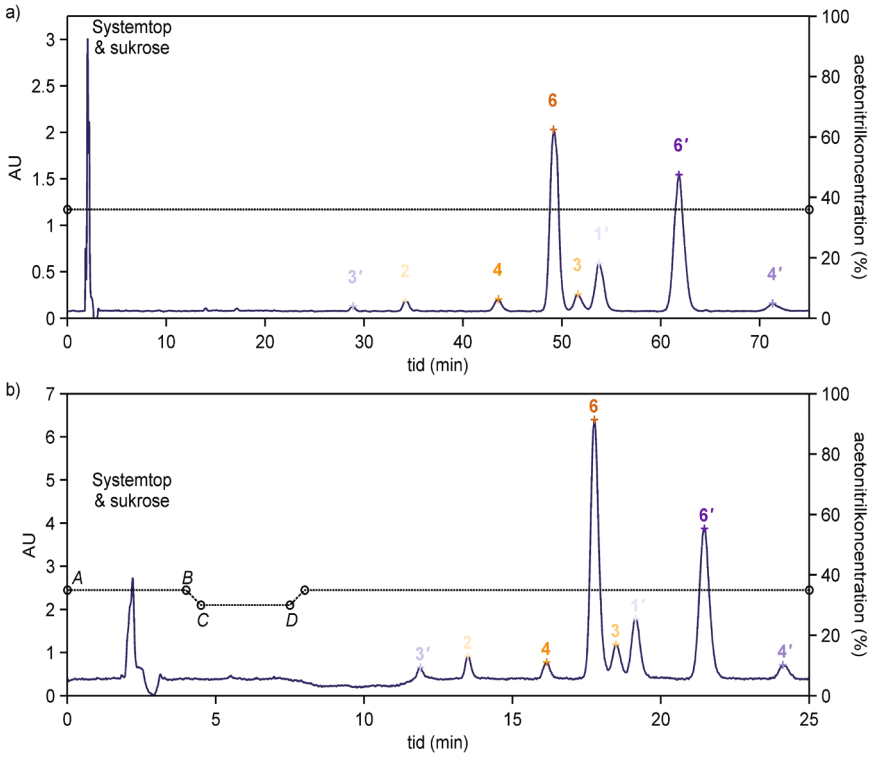


Figur 1. Struktur af sukrose.
Haworth-projektion af sukrose med kulstofnummerering. Farverepræsentation er gennemgående i alle aktuelle figurer.

Fedtsyreestre af sukrose – egenskaber og brug

Fedtsyreestre af sukrose finder udstrakt brug i fødevarer, kosmetik og lægemidler. Disse forbindelser er særligt interessante pga. deres emulgerende, dispergerende og organoleptiske egenskaber, kombineret med lav toksicitet, lav grad af immunostimulerende effekt og biologisk nedbrydelighed.

Fedtsyreestre af sukrose er godkendt som tilsætningsstof i fødevarer (E473) i store dele af verden, og lav-substituerede sukrosealkanoater produceres som emulgatorer til fødevarer og kosmetik. Antimikrobielle egenskaber er påvist for monoestere med fedtsyrekædelængder på 10-16 kulstofatomer. Især sukroselaurat, kondensationsprodukt af sukrose og laurinsyre, har vist antimikrobielle egenskaber mod en række bakteriefamilier.



Figur 2. Kromatogrammer fra RP-HPLC-analyser af sukrosealkanoater.
Profil af acetonitrilkoncentration i eluent –○. Toppene er markeret med regioisomerernes substitutionspositioner.
a) Sukroselaurat analyseret med isokratisk eluering ved 36% acetonitrilkoncentration.
b) Sukrosekaprat analyseret med step-down-gradienteluering beskrevet af variablerne A, B, C og D:
A = 35%, B = 4 min, C = 30%, D = 3 min.

Fremstilling af sukroseestre

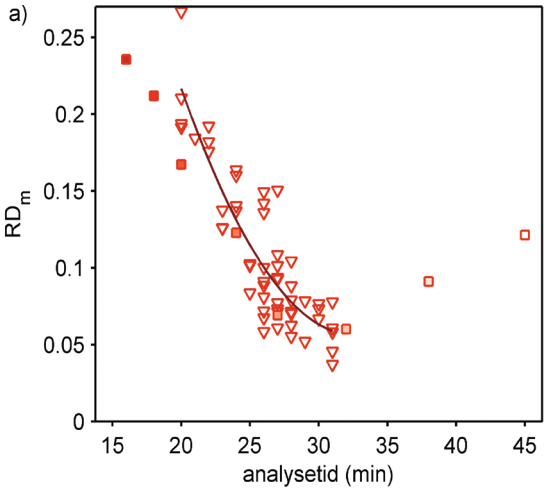
Sukrose er en polyfunktionel forbindelse med otte hydroxygrupper som kan danne mange produkter ved enkle reaktioner (figur 1). Esterdannelse med en enkelt fedtsyre kan give ophav til otte regioisomerer, noget der gør selektiv esterificering af sukrose udfordrende, både ved brug af kemisk og enzymatisk katalyse. Kemisk katalyse udføres sædvanligvis ved høj temperatur, hvilket kan medføre lav selektivitet og misfarvede biprodukter. Betydelig højere selektivitet er påvist for enzymkatalyserede processer under mildere reaktionsbetingelser. Enzymer er effektive katalysatorer, der fungerer i moderate pH- og temperaturområder og har lavt miljøaftryk. Estersyntese kan katalyseres af hydrolytiske enzymer, som lipaser eller proteaser, ved lav vandaktivitet i organiske solventer. Varierende grad af selektivitet har været rapporteret for flere substituentpositioner i forbindelse med esterificering af sukrose. De mest favoriserede positioner er 2-, 6- og 1′-OH.

RP-HPLC-analyse

RP-HPLC er en velegnet analysemetode til direkte analyse af sukre og sukkerderivater. Kombineret med CAD – en detektionsmetode, der er uafhængig af bestemte fysisk-kemiske egenskaber ved de analyserede forbindelser og meget egnet til kulhydrater, fedtsyrer og lipider – kan både sukrose og sukroseestre separeres, detekteres og kvantificeres. Forskellige elueringsstrategier blev undersøgt med eksperimentel design og statistisk og multivariat analyse. Strategierne inkluderede isokratisk eluering, *step-down*-gradienteluering (figur 2b) og varieret *flow*-hastighed under isokratiske betingelser. De undersøgte faktorer for disse strategier var defineret som designvariable (tabel 1). De udviklede metoder til RP-HPLC-analyse af sukrosekaprat og sukroselaurat resulterede i separation af alle otte regioisomerer af de to forbindelser, og identifikation af regioisomererne vha. NMR [1,2]. ▶

Variabel	Beskrivelse	Sukrosekaprat	Sukroselaurat
A (%)	Initial acetonitrilkoncentration	30.0-40.0	38.0-46.0
B (min)	Varighed af *A*	2.0-6.0	0.0-6.0
C (%)	Påfølgende acetonitrilkoncentration	20.0-40.0	24.0-38.0
D (min)	Varighed af *C*	1.0-5.0	2.0-6.0
F (mL/min)	Flow-hastighed af eluent	-	1.0-2.0
I (%)	Isokratisk acetonitrilkoncentration	-	35.0-41.0

Tabel 1. Symboler, definitioner og værdier for designvariabler.



Figur 3. General resolution deviation (RD$_m$) og analysetid fra eluerings-strategier for sukrosekaprat (a) og sukroselaurat (b). Eluering: Isokratisk (□); ændret flowhastighed under isokratiske betingelser (◊), step-down-gradient (▽); step-up-gradient (△). For isokratiske elueringer angiver symbolstørrelse stigende flowhastighed (◊◊◊) og symbolernes farvetæthed angiver stigende acetonitrilkoncentration ( ).

Analyse og vurdering af kromatografisk separation af flere komponenter

Separation af komponenter ved RP-HPLC-analyse bliver typisk vurderet fra beregnede værdier for *resolution* (R_s), som angiver grad af overlap mellem to nærliggende toppe. I dette arbejde, hvor separation af otte komponenter var af interesse, opstod der et behov for at vurdere de resulterende syv R_s-værdier samlet. Til dette formål blev der udviklet en matematisk funktion til beregning af et måltal for total separation, benævnt *general resolution deviation for multiple peaks* (RD$_m$). Denne funktion var baseret på standardafvigelse for stikprøve, som giver nøjagtigheden af et sæt værdier sammenlignet med deres gennemsnit, dvs. målværdien. Værdien for optimal resolution (R_s = 1.5) blev brugt som målværdi, og funktionen blev gjort prøveuafhængig ved at beregne topbredder for alle toppe fra toppen med størst areal, og sådan udligne toppenes størrelser. Ligning 1 viser den fuldstændige funktion:

$$\mathrm{RD_m}(t_R) = a \times \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=2}^{n} \min\left(\frac{(t_i - t_{i-1})}{4\bar{\omega}(t_i - t_0)} - 1.5{,}0\right)^2} \qquad (1)$$

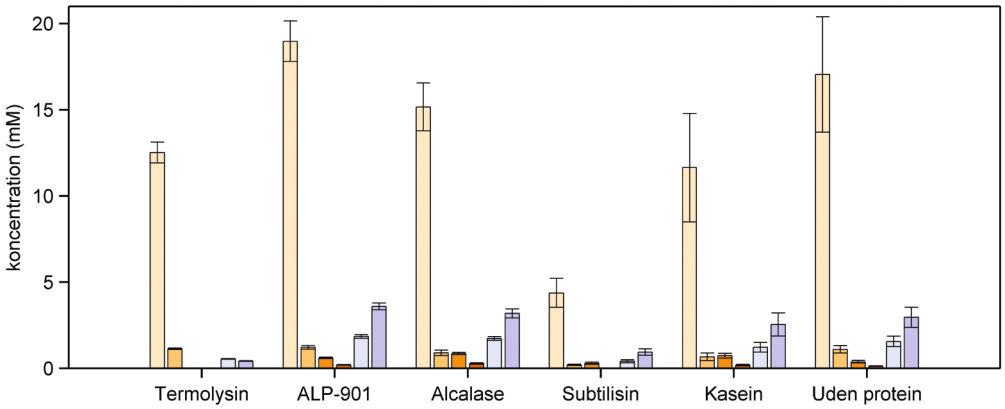
hvor t_R er retentionstid, $\bar{\omega}$ er hældningstal for topbredde, n er antal komponenter vurderet, $i \in [2,n]$, eftersom antallet resolution-værdier altid er n-1, og a er en skaleringskonstant. Ved at skalere med a=1/1.5 får funktionen en værdimængde fra 0 til 1, og værdien er omvendt proportional med summen af resolution-værdierne [2].

Effektivitet af elueringsstrategier

De undersøgte elueringsstrategier blev sammenlignet mht. total separation udtrykt ved RD$_m$, og total analysetid (figur 3), og effektiviteten blev optimeret ved minimering af de to værdier. Den mest effektive elueringsmetode til analyse af sukrosekaprat var step-down-gradienteluering, mens isokratisk eluering med øget flowhastighed gav bedre effektivitet for sukroselaurat [2].

Enzymkatalyseret syntese af sukroselaurat

En række enzympræparater af proteaser blev anvendt til esterificering af sukrose med vinyllaurat i DMF. Reaktioner blev udført med præparaterne termolysin, ALP-901, subtilisin A og Alcalase 3.0T samt kontrolreaktioner med proteinet kasein og uden protein, for at undersøge præparaternes selektivitet og aktivitet. Alle udførte reaktioner gav dannelse af sukroselaurat, med 2-*O*-lauroylsukrose dannet i højest mængde. Udbytter af produkt varierede fra 12% til 53%. Højest aktivitet blev observeret for termolysin, efterfulgt af ALP-901, og kontrolreaktion uden protein. Regioisomerfordeling for reaktionerne efter 48 timer viste små variationer for alle reaktioner, bortset fra reaktionen med termolysin, der resulterede i en unik regioisomerfordeling (figur 4). Resultaterne viste, at solventen i høj grad inducerede selektiviteten i de undersøgte reaktioner [3].



Figur 4. Effekt af reaktionsbetingelser på koncentration af sukroselauratregioisomerer efter 48 timer. Regioisomerer: 2, 3, 4, 6, 1′, 3′. Regioisomererne 4′ og 6′ blev kun detekteret i spormængder i reaktion uden protein. Standardafvigelser bestemt ud fra reaktioner udført i tre gentagelser (n = 3), bortset fra reaktion med termolysin (n = 2).

E-mail:
Aleksander Lie: alie@bio.aau.dk

Ph.d.-afhandling forsvaret 10. april ved Institut for Kemi og Bioteknologi på Aalborg Universitet (AAU).

Referencer
1. Lie, A., Wimmer, R., og Pedersen, L.H. *J. Chromatogr. A* 2013, 1281, 67-72.
2. Lie, A., og Pedersen, L.H. *J. Chromatogr. A* 2013, 1311, 127-133.
3. Lie, A., Meyer, A.S, og Pedersen, L.H. Appearance and distribution of regioisomers in metallo- and serine-protease-catalysed acylation of sucrose in *N,N*-dimethylformamide. *J.Mol. Catal. B: Enzym.* 2014. DOI: 10.1016/j.molcatb.2014.04.017

Godt nyt for virtuelle forsøgslaboratorier

En ny undersøgelse, som blev publiceret 1. juli 2014 af Nature Biotechnology, viser, at brugen af virtuelle laboratorier i undervisningen øger de studerendes interesse for faget væsentligt. Også deres karakterer forbedres.

Labster, en lille dansk teknologivirksomhed, står bag udviklingen af de virtuelle forsøgslaboratorier, der allerede i dag bruges af tusindvis af studerende i Danmark og i resten af verden. Labster samarbejder med universiteter som Stanford University og Berkeley University i USA.

Forsøgslaboratorier er enormt dyre og en anselig omkostning for gymnasier og universiteter. Med de virtuelle laboratorier får de studerende mulighed for at udføre flere og mere avancerede forsøg. Forsøg, som de ellers ikke ville have adgang til i undervisningen, enten pga. mangel på dyrt og avanceret teknologisk laboratorieudstyr, eller fordi forsøgene ofte er for farlige for eleverne selv at udføre.

Der er akut mangel på studerende på mange af de naturvidenskabelige uddannelser i Danmark, og det er netop til disse fag, at Labster har udviklet deres virtuelle laboratorier. Lidt under halvdelen af de adspurgte danske gymnasieelever svarede, at efter de havde prøvet Labster, ville de i høj grad overveje at fortsætte på en naturvidenskabelig uddannelse.

Labster er støttet af flere fonde. Senest har de modtaget ni millioner kroner fra regeringens nyoprettede InnovationsFond, som har til formål at fremme teknologisk udvikling i Danmark.

Yderligere information:
Labster
Anne Weiss
Tlf. 60 60 99 52
E-mail: anne@labster.com
www.labster.com

Dried Matrix Microsampling Device

Neoteryx LLC, en ny spin-off virksomhed fra Phenomenex Inc., præsenterer Mitra™ Microsamplings Device (kun til forskningsbrug) til indsamling, transport, opbevaring og analyse af biologiske væsker. På få sekunder indsamler sampleren 10 µL, hvilket resulterer i præcise og nøjagtige kvantitative data. Samtidigt reduceres - eller elimineres - volumenrelateret hæmatokrit-bias, typisk forbundet med dried blood spotting-teknikken.

Udstyret er tilpasset de behov, der er ved indsamling af biologiske væsker baseret på Volumetric Absorptive Microsampling (VAMS™)-teknik. Designet muliggør indsamling af præcise mikrovolumen fra levende værter eller reagensglas, og kræver minimal træning og uden behov for specielt laboratorieudstyr. Det fremmer high-throughput og serieprøvetagning. Når prøverne er indsamlet, bliver mikrosampleren tørret, opbevaret og transporteret under stuetemperatur, hvilket eliminerer behovet for omkostningstunge behandlings- og transport-trin. Prøverne forberedes til analyse gennem en simpel og automatiserbar ekstraktion udført vha. almindelige solventer.

Udstyret hjælper virksomheder med at strømline deres lægemiddelforskning og udviklingsprocesser ved at reducere transportomkostninger for prøver, forbedre hastigheden og præcisionen af bioanalytiske undersøgelser.

Mitra (RUO) Microsampling Device fås i to versioner – en 96-brønds plade til virksomheder med høj produktivitet og en 4-Pack Clamshell, der passer godt til det kliniske område og prøveudtagninger derhjemme.

96-brønds pladen har standarddimensioner og passer til SBS (Society of for Biomolecular Sciences) footprint af automatiserede prøvehåndteringsinstrumenter, når man bruger Mitra SBS Deck Adaptor.

Yderligere information:
Phenomenex
E-mail: info@phenomenex.com
www.phenomenex.com/mitra

Effektiv kultivering af stamceller

Svanholm.com præsenterer en mere effektiv metode til at kultivere stamceller. Den nye bi-aksiale bioreaktor TisXell fra QuinXell viser lovende resultater inden for 3D-tissue engineering og kultivering af stamceller.

For at sikre en succesfuld transplantation er det vigtigt, at stamcellerne spredes effektivt, og at viabiliteten er høj. Den bi-aksiale bioreaktor efterligner kroppens bevægelser ved at rotere om to uafhængige akser, og derved opnås et optimalt flow af friske næringsstoffer, uden at cellerne oplever shear stress. Det indbyggede perfusionssystem sikrer friskt medie samt ilt til at holde cellernes vækst høj. Det er specielt egnet til celler, der gror langsomt som knogleceller, hjerteceller, muskelceller, stamceller og primære celler, bioengineerede celler og endda celler på mikro-kugler. Den bi-aksiale bioreaktor er egnet til hard og soft tissue engineering, celle og sfæroid ekspansion, regenerativ medicin og translationel medicin.

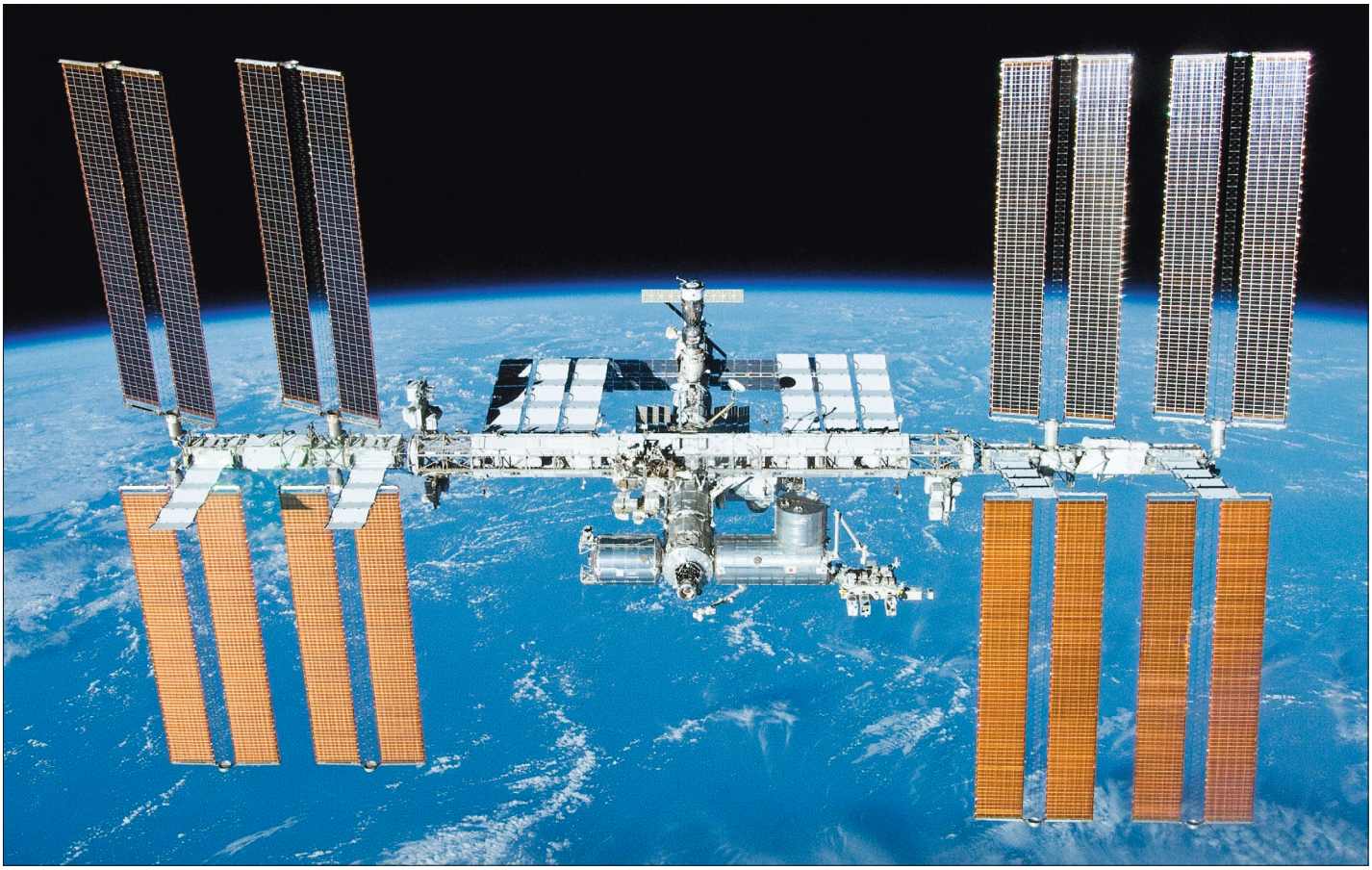
Ved brug på 3D-scaffolds er fordelene en hurtigere og mere homogen spredning og dermed en hurtigere produktion af væv, hvilket i sidste ende øger sandsynligheden for et bedre resultat, når implantatet indopereres i patienten.

Indtil videre har den bi-aksiale bioreaktor hjulpet over 1.500 patienter over hele verden med nyt knoglemateriale.

Yderligere information:
Svanholm.com
Robert Oscar Burdorf
Life Science og stamcellespecialist
Tlf. 70 26 58 11
Mobil: 60 20 58 11
E-mail: robert@svanholm.com
www.svanholm.com

Den første kommercielle gasflaske i rummet

I slutningen af juli opsendtes Europas sidste ATV-5 fartøj med en Ariane-5 raket fra Fransk Gyana i Sydafrika til Den Internationale Rumstation, ISS. Ombord var flere gasflasker fra AGA-Linde leveret til ESA af Danish Aerospace Company. Virksomheden er i dag det eneste danske firma med direkte livefeed fra Den Internationale Rumstation.



Danish Aerospace Company (DAC) er et af de ældste og mest succesrige danske rumfartsfirmaer, tidligere kendt som Damec Research. Virksomheden har i mere end 25 år udviklet og leveret udstyr til brug i rummet, som måler astronauternes hjerte- og lungefunktion, mens de motionerer på en særlig kondicykel, også specialudviklet af DAC.

- Kondicyklen benyttes til både videnskabelig forskning, hvor der laves forsøg med iltoptagelse, men også til motion for astronauterne, fortæller Thomas A.E. Andersen, adm. direktør for DAC.

- Hvis du skulle til Mars og blive der, kunne det være lige meget. Men du vil jo gerne hjem igen. Når du har været i rummet et halvt år, så kan du simpelthen ikke gå. Når astronauterne lander, bliver de løftet ud og lagt i en liggestol, på trods af de har motioneret to timer hver dag. Et halvt år i vægtløs tilstand svarer ca. til, at man lægger sig i sengen et halvt år.

Højrene kalibreringsgasser til kondicyklen

- Vi har siden 1992 været leverandør af HiQ® specialgasser samt specialgasudrustning til DAC, fortæller Jan Chri-

Specialgasløsningen

ECOCYL bærbare specialgasløsninger udgør en del af HiQ specialgasprogram fra AGA-Linde. Letvægtsspecialgasflasken er udviklet i aluminium, hvilket gør den både let og stærk og nem at transportere. Højt optimerede fremstillingsprocesser og analysemetoder gør det muligt at tilbyde blandinger, som passer præcist til kundernes krav vedrørende nøjagtighed, og samtidig opfylder alle definitive standarder. Den er udviklet med integreret trykreduktionsventil og flowstyring, permanent beskyttet af en specieldesignet hætte. Trykket er normalt 150 bar, hvilket betyder, at flasken indeholder 50% mere gas end de fleste engangsgasflasker.

Direktør Thomas A.E. Andersen fra DAC.

1 liter ECOCYL letvægtsgasflaske - før og efter.
Billede 1. Før - som leveret fra AGA-Linde inkl. certifikater.
Billede 2. Efter - ECOCYL forvandlet til "rumgasflaske". Her har DAC bl.a. udviklet yderligere aluminiumsbeskyttelse til flaskens ventildel, indsat ekstra sikkerhedsventiler og interface til dens brug.

stensen, markedschef for Specialgas & Engineering hos AGA-Linde i Danmark. Gasvirksomheden kan, som en af de få, levere de helt specifikke oxygen-methan-blandinger, med meget strenge krav til fysiske og kemiske egenskaber. Gasserne indgår primært som kalibreringsgasser af gasanalysatoren i måleudstyret til kondicyklen.

Samarbejdet mellem AGA-Linde og DAC omkring test og dokumentation af ECOCYL letvægtsspecialgasflasken begyndte i 2012.

- Fordelen ved flasken er, at den pga. den lave vægt, den lille størrelse og det integrerede og kompakte design, er nem at håndtere på rumstationens begrænsede plads. Set i trykflaskesammenhæng er ECOCYL samtidig relativ nyudviklet, hvilket sammen med strenge krav til specialgassens renhed betyder, at der findes store mængder testresultater og dokumentation. Hele ventil- og regulatordelen på ECOCYL-letvægtsgasflasken er testet i pilot-skala og globalt ved rigtigt mange kunder, siger Jan Christensen fra AGA-Linde.

20.000 dollars pr. NASA-gasflaske

Direktøren fra DAC fortæller, at Europa og European Space Agency (ESA) i forbindelse med kalibreringsgasser hidtil har hægtet sig på amerikanerne og NASA, som flyver deres egne stålflasker - udviklet, tryktestet og kvalificeret med dette ene formål for øje. Det er ikke kommercielle gasflasker, men en selvudviklet og selvlavet flaske. I stål af en vis tykkelse og svejset og ultralydsinspiceret efter alle kunstens regler – til en stykpris af 20.000 dollars pr. gasflaske.

I 2012 blev DAC kontaktet af ESA med ønsket om udvikling af en europæisk gasflaske.

- Europa ville gerne have sine egne flasker - så man selv kan bestemme og have en vis kontrol over omkostningen. Vi har fløjet de amerikanske flasker og vidste, hvad der skulle til af sikkerhed og tests. Derfor var det naturligt, at det var os, der gav os i kast med flasken, fortæller Thomas A.E. Andersen fra DAC.

Mere end tre ton udstyr sendt ud i rummet

Indtil nu har DAC sendt mere end tre ton udstyr op i rummet, både til Den Internationale Rumstation, russernes nu skrinlagte rumstation Mir, samtlige af NASA's rumfærger samt ESA's Spacelab.

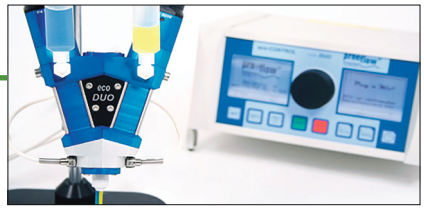
DAC er udpeget til at være ESA's Facility Support Center. Det betyder, at firmaet konstant er online med måleudstyret og overvåger forsøgene fra jorden, mens de foregår. Det sker fra kontrolrummet "Mission Control Odense", hvorfra de ansatte modtager live-billeder og via live-forbindelse kommunikerer med eksempelvis NASA og astronauterne på Den Internationale Rumstation, hvor træningsprogrammet og de videnskabelige forsøg følges nøje.

Thomas A.E. Andersen fra DAC om udfordringer ved gas i rummet

Hele aspektet omkring brand og mekanisk sikkerhed er højtprioriteret i rummet. Dette gælder også for afgasning. På rumstationen har vi med et lukket system at gøre, hvor luften genbruges – så hvad der slippes ud, skal også kunne renses. Det er vigtigt at vide præcist hvilke gasser, vi har med at gøre – der må ikke være den mindste risiko for, at det går galt eller ødelægger noget. F.eks. når astronauterne skal udføre forsøg i luftslusen, tages alle rumdragter ud af luftslusen for at være sikker på, at nogle af de gasser, der bruges, ikke ødelægger membraner eller pakninger. Men den vigtigste del er hele katastrofeaspektet – det skal frem for alt være sikkert for astronauterne. Det skal dokumenteres, at selvom de glemmer at lukke for hanen på gasflasken, og det hele slipper ud, kan deres liv ikke bringes i fare. I nogle områder er der ingen luftcirkulation, så hvis gasflasken tømmes, vil det stå i en sky rundt omkring flasken. Der findes ventilatorer, der driver luften frem, men ikke luftcirkulation pga. konvektion som hernede på jorden. Når vi taler gasser, kommer vi naturligvis heller ikke uden om hele iltaspektet mht. brandbarhed og elektricitet – og de erfaringer man fik i forbindelse med Apollo 1-branden i 1963, hvor tre omkom på rampen under en prøvenedtælling, fordi de havde ren ilt i kapslen. En kortslutning i de elektriske ledninger forårsagede gnister, og det gik rigtig galt. Siden er man gået bort fra ren ilt.

Yderligere information:
Jan A. Christensen
Markedschef, Specialgas & Engineering
Tlf. 32 83 66 00/mobil 40 73 99 30
E-mail: jan.a.christensen@dk.aga.com

Dispenser til mikrodispensering



Diatom A/S præsenterer eco-DUO600, som er preeflow af ViscoTecs nyeste skud på stammen af udstyr til volumetrisk dispensering af to-komponente medier. Dispenserens teknologi og kvalitet sikrer en optimal mikrodispensering.

Dispenseren egner sig til en bred vifte af applikationer – herunder prik- og dråbedosering af lav- og mediumviskose medier inden for bl.a. biokemi samt medicinsk teknologi.

Med to-komponente materialer kan man justere blandingsforholdet og skabe forskellige karakteristika med blot ét to-komponent materiale, f.eks. klæbestoffer med forskellige styrker.

Teknologien bag

Dispenseren består af et roterende og fuldstændig tryktæt forskydningssystem til to-komponent dosering med et selvforseglende rotor/stator-design. Doseringsprincippet med et "uendeligt" stempel giver et endeløst og pulsationsfrit doseringsflow, og særligt følsomme materialer får en skånsom behandling pga. den lave forskydningsspænding og det lave tryk. En tilbagesugningsfunktion sikrer en ren og kontrolleret lukning for dosering af mediet og forhindrer efterfølgende dryp.

Dispenseren kan levere en volumenstrøm på op til 32,0 ml/min. Hertil kommer en nyudviklet sikkerhedsforanstaltning ved de integrerede tryksensorer og en specielt udviklet trykevaluering, der beskytter systemet mod overtryk.

Anvendelsesområder

Udstyret egner sig til dosering af væskemedier i en volumen på blot et par mikroliter – dvs. applikationer, der kræver præcision, høj gentagelsesnøjagtighed og pålidelighed.

Fordele ved dispenseren:

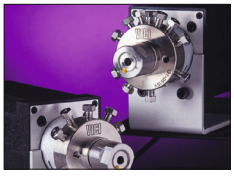
- Ren volumetrisk dosering – med "uendeligt stempel"-princip
- Meget bredt viskositetsområde
- Præcis volumenkontrol - uafhængig af tryk, temperatur og tid
- Maksimal doseringsnøjagtighed på ±1%
- Høj gentagelsesnøjagtighed - mere end 99%
- Pulseringsfri - skånsom produkthåndtering
- Trykstabil - selvforseglende forskydningssystem
- Tilbagesugningsfunktion som forhindrer dryp
- Nem at integrere i automatiseringssystemer
- Let at rengøre

Tekniske funktioner:

- Doseringsmængde pr. omdrejning: 0,140 ml
- Doseringsnøjagtighed: ±1%
- Gentagelsesnøjagtighed: >99%
- Blandingsforhold: 1:1-1:5
- Min. doseringsmængde: 0,030 ml
- Volumenstrøm: 0,6-32,0 ml/min

Yderligere information:
Diatom A/S
Claus Sandholt Worsøe
Tlf. 36 34 27 07
E-mail: csw@diatom.dk

Ny ventil med intern udluftning



Ved analyse af atmosfæriske gasser i meget lave koncentrationer (PPB), kan det være nødvendigt med udluftning omkring rotor seal på ventiler, der benyttes i opstillingen. Dette gøres for at forhindre, at prøven forurenes med udefrakommende gas, enten ved lækage over tætningsfladerne af rotor seal eller diffusion gennem rotormaterialet.

Design, der anvender en "udrensningsrille" på rotoren, er god til at opfange overfladelækager, men er ineffektive på udrensning af den luft, der diffunderer gennem polymere rotorer.

Valco tilbyder to metoder til at opfange og udrense begge typer af lækage, den nye internt udluftede ventil, eller en standardventil med udluftningshus omkring.

Yderligere information:
Mikrolab Aarhus A/S
Tlf. 86 29 61 11
E-mail: ml@mikrolab.dk

Ledningsevne og temperatur ved et øjekast

Baumer præsenterer ledningsevnesensoren CombiLyz. Sensoren er primært udviklet til præcis analyse og differentiering af forskellige medier inden for fødevare- og den farmaceutiske industri, samt inden for teknologi til vandbehandling.

Den leveres i det kompakte CombiSeries hus. Med IP69 K beskyttelsesklasse og udførelse i rustfrit stål kan den hygiejniske udgave overholde selv de skrappeste krav.

Sensoren er velegnet til brug i CIP- og SIP-processer, til overvågning af koncentrationer i væsker eller til faseseparation af forskellige medier. Der står et udvalg af 14 måleområder til rådighed: Fra 500 µS/cm til 1.000 mS/cm.

Sensorens måleresultater er meget nøjagtige, med en afvigelse på maksimum <1%.

Den har også en hurtig responstid på mindre end 0,3 sekund til ledningsevnemåling, og mindre end 15 sekunder til temperaturmåling.

Standardudgaven omfatter det gennemprøvede CombiView display, der kan vise flere procesvariable på samme tid. Det inkluderer koncentration, temperatur, nuværende output, omskifterstatus og enhedens status - udover ledningsevnen.

Det store display betyder også, at brugerne kan udlæse de målte værdier på længere afstand.

Dertil kommer, at farven på baggrunden virker ligesom et trafiklys (rød/grøn), afhængigt af hvorvidt måleresultatet har nået en kritisk værdi, som kræver indgriben eller handling fra brugeren.

Måleværdierne kan nemt ændres ved at bruge touch screen-displayet - selv mens processen foregår.

Yderligere information:
Baumer A/S
Tlf. 89 31 76 11
E-mail: sales.dk@baumer.com

Leverandørregister

Analyse

A

Analyse- og laboratorieudstyr

Aquasense
Stensgårdvej 2
5500 Middelfart
Tlf. 42 42 50 80
info@aquasense.dk
www.aquasense.dk

E

Elektronmikroskoper

DFA A/S/NIKON
Produktionsvej 26
2600 Glostrup
Tlf. 72 48 84 31 - Fax 72 48 84 33
ak@dfa.dk
www.dfa.dk

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
Generatorvej 6 B
2730 Herlev
Tlf. 44 50 00 00 - Fax 44 50 00 01
draeger-safety.dk@draeger.com
www.draeger.dk

GasDetect
Stensgårdvej 2
5500 Middelfart
Tlf. 42 42 50 70
info@gas.dk
www.gas.dk

Gasser

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

L

Laboratoriearmaturer

BROEN LAB DIVISION
Skovvej 30
5610 Assens
Tlf. 64 71 20 95 - Fax 64 71 24 76
lab@broen.com
www.broen.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
Til styring af fermentering og farmaceutisk pulvertørring

Mikroskoper

DFA A/S/NIKON
Produktionsvej 26
2600 Glostrup
Tlf. 72 48 84 31 - Fax 72 48 84 33
ak@dfa.dk
www.dfa.dk

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
Til QbD og PAT ved pulvertørring, tablet-produktion og fermentering

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

Leverandørregister

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

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 BarCom as
Hørkær 24
2730 Herlev
Tlf. 44 92 62 00 - Fax 44 92 53 00
barcom@pekema.dk
www.barcom.dk
Lovpligtig CLP faremærkning af produkter og prøver - med BarSafe™ etiketsystemet

K

Kemikalier

WALBOM A/S
Amager Landevej 246
2770 Kastrup
Tlf. 32 46 11 60 - Fax 32 46 18 40
walbom@walbom.dk
www.walbom.dk
Leverandør af 3M Novec Kemi og Specialprodukter

V

Vægte

CBH Vægte aps
Vonsildvej 207
6000 Kolding
Tlf. 75 56 73 10 - Fax 75 56 73 20
info@cbh-vaegte.dk
www.cbh-vaegte.dk

Å

Åndedrætsværn

Dräger Safety Danmark A/S
Generatorvej 6 B
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

Software

A

Arbejdspladsbrugs-anvisninger og etiketter

CHYMEIA ApS
Universitetsparken 7
4000 Roskilde
Tlf. 72 40 16 22
info@chymeia.dk
www.chymeia.dk
APB/SDS software med beregning af CLP klassificeringer

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

Priser på optagelse:

Pr. produkt:	*Kr.*	*232,-*
Farvelogo:	*Kr.*	*220,-*
Ekstra linjer:	*Kr.*	*60,-*

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

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

Selskab for Analytisk Kemi

arrangerer virksomhedsbesøg på

Chr. Hansen A/S på Bøge Allé 10-12, Hørsholm
mandag den 22. september kl 15.30

Chr. Hansen A/S produces ingredients that are used for making food, health and pharmaceutical products as well as in agriculture.
All ingredients such as bacteria, enzymes and colours are based on natural raw materials. Chr. Hansen A/S has approx. 2500 employees and sell to more than 130 countries.
Senior Research Scientist Asger Geppel will present the company with focus on chemical analytical aspects.

Tilmelding ved mail til Asger Geppel: dkage@chr-hansen.com

Se andre møder og mere information på SAKs hjemmeside:
http://www.chemsoc.dk/sak.htm

Dansk Selskab for Historisk Kemi

Skovturen 2014 går til

Dansk Akrylplade Fabrik A/S
fredag den 19. september 2014

Dansk Akrylplade Fabrik har lavet akrylplader siden kort efter 2. verdenskrig. Dengang var råvaren kasseret akryl. Dette nødvendiggjorde en arbejdsgang, der stadig anvendes i dag. Fabrikkens produktion af særlig tykke plader baserer sig på denne teknik.

Fabrikschefen, Kim Heining, vil fortælle om firmaets historie og produktion og vise rundt.

Vi starter eftermiddagen med at mødes kl. 12.00 på Restaurant Asia House, Hovedgaden 488, 2640 Hedehusene og spiser/drikker (for egen regning).

Kl. ca. 13.45 kører vi til fabrikken på adressen Skelvej 26, 2640 Hedehusene.

Hvis man ikke ønsker at deltage i spisningen, kan man blot møde op foran fabrikken kl. 14.00

Medlemmers ledsagere er traditionen tro velkomne.

Af hensyn til fabrikken og bordreservation på restauranten bedes man tilmelde sig (med antal deltagere) **senest 12. september** til selskabets sekretær på mailadressen:
turedamhus@outlook.dk

Med venlig hilsen
Asbjørn Petersen, formand og Ture Damhus, sekretær

Mødekalender (8) 2014

19.9. 2014 Kemisk Forening, Dansk Selskab for Historisk Kemi, sommerudflugt til Dansk Akrylplade Fabrik, Skelvej 26, Hedehusene, kl. 12.00, se dk 2014 (8).
22.9. 2014 Kemisk Forening, Selskabet for Analytisk Kemi, besøg på Chr. Hansen, Bøge Alle 10-12, Hørsholm, kl. 15.30, se dk 2014 (8).

GRATIS
MAGASIN-APP TIL TABLET OG SMARTPHONE

dansk kemi

[Google Play]

[App Store]

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