

Dit branchemagasin fra TechMedia

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

dansk kemi

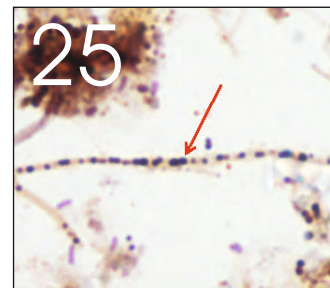
Nummer 6/7 - Juni 2015 / 96. årgang

**Kemiske våben i
Syrien-konflikten**

Kemisk Sørestaurering

Fejl i kulstof-14-dateringen





1 Forside
Fremstilling af eksperimentelle madskorper i kopier af stenalderkeramik. Der holdes godt øje med temperatur og kogekarrets indhold. Læs mere i artiklen "Reservoireffekter i kulstof-14 dateringen" på side 12. Foto: Sönke Hartz.

6 Nekrolog Carsten Christophersen
Carsten har ydet en betydelig indsats inden for dansk kemi, og han har opnået en række vigtige forskningsresultater. Desuden har Carsten gennem sin begejstring og viden inspireret mange, heriblandt dansk kemis læsere.

8 Tip en 13'er
Tjek din almene kemividen i vores lille hurtige quiz. Nogle af svarene kan du finde ved at læse resten af bladet. De samlede svar står på side 29.

10 Kommentar til artiklen "REACH godkendelses-ordning skudt godt i gang" bragt i nr. 4
Kommentar fra en læser, der har fulgt udviklingen og vedtagelsen af REACH fra fødslen.

12 Reservoireffekter i kulstof-14 dateringen
Kulstof-14 datering af potteskår kan give store problemer, hvis der er tilberedt fisk i lerkarret, og de brændte madrester kan dateres mange hundrede år ældre, end de er. Denne effekt kaldes reservoireffekten.

16 Kemiske våben i Syrien-konflikten
Det forsøges så vidt muligt at viderebringe facts om, hvad vi ved om kemiske våben i Syrien-konflikten. Det er ikke hensigten at placere ansvar hos hverken den ene eller anden part.

18 Komplekse metalhydrid
Nye typer af metalhydrid kan meget mere end at opbevare hydrogen. Eksempelvis er nogle metalhydrid gode faststofelektrolytter og kan bruges i batterier, andre kan være sensorer eller "intelligente vinduer". Mulighederne er mange.

22 Kemisk sørestaurering
Ved kemisk sørestaurering fjernes fosfor i søer ved tilsætning af kemikalier, der binder fosfor og dermed gør det utilgængeligt som næringsstof. Effektiviteten af fosfatfjernelsen i vandprøver indsamlet fra 16 danske søer er undersøgt. Studiet viser, at DOC i søen påvirker fosfatfjernelsen og dermed reducerer effektiviteten.

25 ReCoverP - genvinding af fosfor fra spildevandsslam
Det overordnede mål med ReCoverP-projektet er at mindske Danmarks afhængighed af fosfor, at opgradere de danske renseanlæg til produktion af høj-værdi fosfor-produkter og derved globalt forbedre den danske spildevandsindustri konkurrenceevne. I artiklen beskrives den overordnede forskning i projektet.

28 Kryddersnaps
Foråret er over os. En fantastisk tid for naturstokkemikere og køkkenentusiaster. I dette nummer kaster køkkenkemisten sig over kryddersnaps.

TechMedia

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

Ledelse:

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

Redaktion:

Katrine Meyn (ansvarshavende)
km@techmedia.dk
Lektor Søren Kiil
sk@kt.dtu.dk
Ph.d. Kristian B. Krogh
kbk@novozymes.com
Professor Henrik Skov
hsk@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 Foersom
(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.dansk kemi.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

Layout:

Morten Malmgren

Tryk:

PE offset A/S

Trykt på miljøvenligt
papir med vegetabilsk
miljøfarver.

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

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



Scan og hent Dansk Kemi's
medieinformation 2015 hér!

Brug for scanner? Send en
sms til 1919 med ordet "scan"
og få scanlife som app.



Born to find out



Anton Paar

Anton Paar direkte i Danmark fra den 1. juli 2015 !

Anton Paar vil fra vort danske kontor varetage salg, support og service af alle vores produkt områder i Danmark fra den 1. juli 2015

Vi ser frem til den direkte kontakt til alle vores kunder i Danmark, samt det fremtidige samarbejde.

Kontakt os gerne så vi kan få alle rigtigt ind i vor database fra start.

Kontakt detaljer: Telefon 4420 9888, email: info.dk@anton-paar.com

Anton Paar Nordic
Lautruphøj 1-3, 2700
Ballerup

info.se@anton-paar.com
info.dk@anton-paar.com
info.fi@anton-paar.com
www.anton-paar.com



Kemiingeniøren er igen kommet i centrum

” Når debatten bliver så følelsesladet, som tilfældet er for skifergas, vanskeliggøres enhver nøgtern og faktuel diskussion om emnet

- som nøgleperson i fremtidens mulige energiforsyning.

For nogen tid siden, i december 2014, var IDA Kemi medarrangør af et symposium om forekomst, udvinding og anvendelse af skifergas i Danmark samt nogle af de tilknyttede miljømæssige problemstillinger. Emnet er åbenbart relevant givet mulige forekomster i den danske undergrund og set i lyset af den ”revolution” af energiforsyning og industriel produktion som udnyttelsen har affødt i USA. Mødet var også velbesøgt med en ivrig debat om emnet. Det fremgik tydeligt, at emnet desværre er politisk kontroversielt i Danmark. Nogle har den opfattelse, at det slet ikke skal undersøges, om skifergas findes i udnyttelige mængder i Danmark; enten begrundet i en vision om at fremtidens energiforsyning skal være fossil-fri, hvorfor vi hellere må lade være med at undersøge, om der overhovedet er forekomster i undergrunden eller begrundet i udvalgte eksempler på uacceptable miljømæssige forhold under udvinding i USA.

Når debatten bliver så følelsesladet, som tilfældet er for skifergas, vanskeliggøres enhver nøgtern og faktuel diskussion om emnet. Med en ingeniørmæssig baggrund kunne man udmærket stille følgende retoriske spørgsmål: Hvornår har det sidst været en dårlig idé at udføre eksperimenter under kontrollerede forhold for at blive klogere? Veludførte forsøg vil kunne afklare, om der ér forekomster og om disse er tilgængelige med kendt teknologi. Hvis der ikke findes væsentlige forekomster i Danmark, vil interessen og debatten hurtigt få en ende. Viser undersøgelser modsat store forekomster, bliver der behov for en mere frugtbar diskussion om udvindingsteknologier og -omkostninger.

Man kan mene, at eventuelle forekomster af gas, olie og kul i Danmark ikke skal udnyttes, men ser man bort fra lokaliteter med særlige forhold såsom Island, vil et generelt fravalg af fossile brændsler på nuværende tidspunkt kun kunne erstattes af bred anvendelse af kernekraft - og det er jo endnu et emne, som kan udløse en følelsesladet debat. Forestiller man sig alligevel en fremtid uden anvendelse af kul, olie og gas til brændsel i energisektoren, vil der dog fortsat være interesse og behov for at udvinde disse råstoffer til den kemiske industri, hvor de kan omsættes til slutprodukter af høj værdi - betydelig højere end værdien som brændsel.

Peter Szabo, Formand, IDA Kemi, ps@kt.dtu.dk

Elastyrenprisen 2015 til lovende polymerforsker

Lektor ved Kemisk Institut ved Aarhus Universitet, Alexander Zelikin, modtog den 7. maj Den danske polymerpris – ATV | Elastyrenprisen 2015.



Alexander Zelikin betegnes af priskomiteen som "et ungt, lovende og internationalt anerkendt talent inden for udviklingen af funktionelle polymerer". Prismodtagerens grundforskning kan på længere sigt bane vejen for nye, effektive former for sygdomsbehandling, herunder mod virussygdomme.

Alexander Zelikin er 37 år og uddannet fra Moscow State University med efterfølgende karriere ved MIT, Cornell og University of Melbourne. Han blev ansat ved Aarhus Universitet i 2009.

Foto: Tom Jersø/ATV.

Science erhvervspris til Carl Meusinger

Carl Meusinger modtog den 12. maj "Science erhvervspris for yngre forskere 2015" for sit arbejde med forskningsbaserede luftrenserløsninger fra Københavns Universitet. Det er første gang, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet uddeler prisen, der, foruden æren, er på 75.000 kr. der skal gå til faglige formål.

Carl Meusinger arbejder som erhvervs-post.doc. på Kemisk Institut, Københavns Universitet (KU). Her deler han sin tid mellem industriel problemløsning i erhvervsvirksomheden



Infuser A/S, forskning for Copenhagen Center for Atmospheric Research (CCAR) og undervisning for Kemisk Institut.

I Dansk Kemi nr. 8 kan du læse artiklen "Gasfase forureningskontrol - Fotokemisk luftrensning til støberier" om dette arbejde.

SIKRE PRODUKTER OG PROCESSER

- Rådgivning i human toksikologi og miljøriskovurdering
- Strategisk rådgivning vedr. problematiske stoffer
- Dokumentation af sikkerhed og hygiejne
- Økotoksikologiske test af akkrediteret laboratorium
- Vurderinger af procesvand og udledninger

www.tox.dhi.dk

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

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**

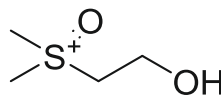




Adjungeret professor Sven Carsten Christophersen (1942-2015)

Sven Carsten Christophersen, eller bedre kendt som Carsten, tabte kampen mod lungekræft. Carsten startede sin karriere som elev på skoleskibet Georg Stage. Her lærte han hårdt arbejde og at holde af havet. Efter sin tid som gast gik han i land, tog en toårig studentereksamen, uddannede sig som laborant, og sideløbende med et laborantarbejde gennemførte han en cand.scient.-uddannelse i kemi på Københavns Universitet (KU). Denne uddannelse blev afsluttet i 1966. Som så mange andre på det tidspunkt startede han sin karriere som svovlkemiker, inspireret af en af de mest fremtrædende kemikere i landet professor K.A. Jensen. Hans tidligste publikationer omhandlede svovlkemi. Carsten fandt dog disse studier for teoretiske og besluttede sig derfor at gennemføre et studieophold ved Hawaii Universitet i Honolulu i perioden 1973-1974. Efter dette ophold var Carsten overbevist om, at hans fremtid lå i undersøgelser af naturstoffer i marine organismer. Carstens første store satsning var at opklare mysteriet bag doggerbankefnat, en lidelse, som mange fiskere, der fisker på Doggerbanken, pådrager sig. Til trods for alle odds lykkedes det at vise, at lidelsen skyldtes, at

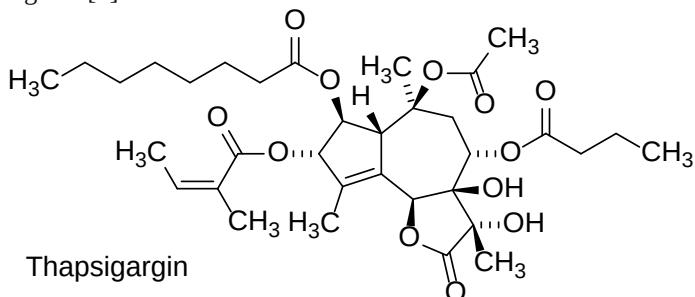
fiskerne udviklede allergi mod en forbindelse, som blev dannet i et mosdyr, som lever på doggerbanken, figur 1 [1].



Figur 1. (2-Hydroxyethyl)dimethylsulfoniumion, forbindelsen, der forårsager allergi og som dannes af *Alcyonidium gelatinosum*, en bryozot, der lever på Doggerbanken.

Ionen er en sulfoniumion, og denne slags ioner var på dette tidspunkt slet ikke kendte som naturligt forekommende, og kun ganske få var fremstillet syntetisk. Fiskerne kom i kontakt med stoffet gennem den aerosol, der dannes i skummet på havet. De små mængder af stoffet, som fiskerne kom i kontakt med, var nok til, at de kunne udvikle allergi. Selv her mange år efter er det en nydelse at læse, hvor elegant dette vanskelige problem blev løst. Dette arbejde gav Carsten hans gennembrud og kunne derfor skaffe midler til at skabe en marinkemisk gruppe ved KU. Senere sluttede Charles Larsen, Uffe Anthoni og Per Halfan Nielsen sig til gruppen, der under Carstens ledelse opnåede mange banebrydende resultater.

Carstens aktiviteter rakte dog langt udenfor KU. Især kan nævnes et livslangt engagement og samarbejde med universiteter i sydamerikanske lande som Peru og Mexico, hvortil han rejste utallige gange for at holde foredrag og udbyde kurser. I Danmark var han medvirkende til at opklare strukturen af thapsigargin, et hudirriterende stof fra en middelhavsplante, figur 2 [2].

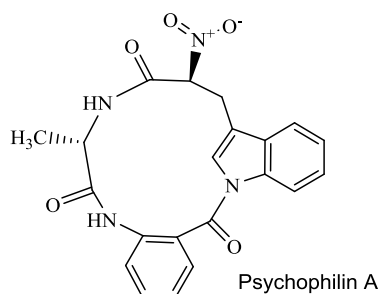


Figur 2. Thapsigargin, isoleret fra en plante, der gror omkring Middelhavet.

Denne opdagelse danner basis for et nyt princip for virkning af et lægemiddel. Det første stof, udviklet efter denne teori, undergår netop afgørende undersøgelser med henblik på at blive frigivet som lægemiddel til behandling af en række kræftsygdomme.

Igen gennem de senere år engagerede Carsten sig ligeledes i samarbejder med svampegruppen på Danmarks Tekniske Universitet, hvor han på mange måder dermed støttede op om opbygningen af naturstofkemien på Institut for Systembiologi. Samarbejdet omfattede bl.a. fælles vejledning af en række post. doc's, master og ph.d.-studerende og affødte mere end ti fælles publikationer (eller afhandlinger, som Carsten altid sagde). Især kan fremhæves karakteriseringen af en række cykliske peptider fra kulde-elskende skimmelsvampe, figur 3 [3].

Det var derfor meget naturligt, at Carsten, efter han forlod KU i 2011, umiddelbart efterfølgende blev tilknyttet DTU som adjungeret professor. Carsten var meget glad for denne tilknytning og kom, indtil sin sygdom, fast to gange om ugen på DTU, hvor han især faciliterede og efterfølgende engagerede sig i nye aktiviteter omkring fiskedråbende naturstoffer fra alger.



Figur 3. Psychrophilin A, isoleret fra den kulde-elskende skimmelsvamp *Penicillium ribium*.

Da han i januar 2002 blev medlem af Dansk Kemis fagredaktion betød det samtidig en fornyelse af bladet. For foruden sit videnskabelige arbejde var Carsten en ivrig formidler af videnskaben til lægmand. Han havde den sjældne evne at kunne formidle komplicerede emner enkelt og læseværdigt. At han samtidig var utrolig iderig betød, at han gennem tiden har bidraget med utallige artikler til bladet inden for alverdens emner om alt inden for life science, miljø og naturstofkemien. Her det sidste års tid var han f.eks. meget optaget af truslen fra marint plast. I 2008-2009 var han en overgang ansvarshavende redaktør for bladet, ikke fordi han havde tid, men fordi han ville hjælpe det gennem en svær tid. Derefter fortsatte han som en fantastisk sparringspartner inden for alt det redaktionelle arbejde. I fagredaktionen var han den ældste, men han tænkte og fik ideer, som var han den yngste.

Han var primus motor blandt bladets facebook-side Ung Kemi. Og var meget fokuseret på at fremtidssikre bladet. At Carsten så dertil var et af de mest behagelige mennesker at arbejde sammen med, gør ikke tabet mindre.

I 2004 fik han samlet en række af sine artikler i bogen *Den hvide Mands Fodspor*.

Carsten har ydet en betydelig indsats inden for dansk kemi, hvilket har medført en række priser, heriblandt Ole Rømer prisen for forskning af international karakter (1982), Niels Bjerrum Prisen og guldmedalje (1984), NKT prisen (1992). Desuden har Carsten gennem sin begejstring og viden inspireret mange studerende og givet mange af dem en forskeruuddannelse og dermed start på karrieren.

Thomas Ostfeldt Larsen, Institut for Systembiologi, Danmarks Tekniske Universitet
Søren Brøgger Christensen, Institut for Lægemiddeldesign og Farmakologi, Københavns Universitet
Dansk Kemi: Søren Kiil, Henrik Skov, Kristian Krogh, Annie Overgaard, Heidi Thode og Katrine Meyn

Referencer

1. Carle, J.S.; Christophersen, C., Dogger Bank itch. The allergen is (2-hydroxyethyl)dimethylsulfoxonium ion. *J. Am. Chem. Soc.* 1980, 102 (15), 5107-8.
2. Christensen, S.B.; Larsen, I.K.; Rasmussen, U.; Christophersen, C., Thapsigargin and thapsigarginin: two histamine liberating sesquiterpene lactones from *Thapsia garganica*. X-ray analysis of the 7,11-epoxide of thapsigargin. *J. Org. Chem.* 1982, 47 (4), 649-652.
3. Dalsgaard, P.W.; Larsen, T.O.; Christophersen, C. Psychrophilin A and cycloaspeptide D, novel cyclic peptides from the psychrotolerant fungus *Penicillium ribium*. *J. Nat. Prod.* 2004, 67, 878-881.

DANDIAG

Din partner inden for salg, service og kalibrering af laboratorie- og pipetteringsudstyr

Sartorius kvalitets vandbehandlingsanlæg og vægte til laboratoriet

Dandiag er officiel Sartorius service partner i Danmark



Kontakt os for flere informationer

Dandiag A/S
Baldershøj 19

DK-2635 Ishøj
Tlf. +45 4343 3057

www.dandiag.dk
dandiag@dandiag.dk

Tip en 13'er

Tjek din almene kemividen i vores lille hurtige quiz.
Nogle af svarene kan du finde ved at læse resten af bladet.

De samlede svar står på side 29

Spørgsmål-1

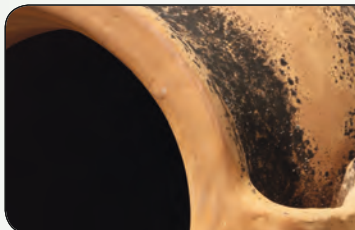
Det er sundt at drikke grøn te. Det skyldes, at det indeholder catechiner, der har

antibakteriel virkning. Men hvor mange mg catechiner er der i en kop grøn te?

- ☐ 50 mg
☐ 100 mg
☐ 200 mg



Spørgsmål-2



Kulstof-14 datering af potteskår kan give store problemer, hvis der er tilberedt fisk i lerkarret, og de brændte

madrester kan dateres mange hundrede år ældre end de er. Hvad kaldes denne effekt?

- ☐ Dateringseffekten
☐ Reservoireffekten
☐ Fiske-effekten

Spørgsmål-3

Der er flere bakterier i tarmen, end der er celler i vores egen krop, og stadig flere studier viser, at kosten i

høj grad ændrer sammensætningen af tarmfloraen. Men hvor mange bakterier består tarmfloraen egentlig af?

- ☐ 10^{10} bakterier
☐ 10^{12} bakterier
☐ 10^{14} bakterier



Spørgsmål-4

Desværre har der været en udbredt brug af kemiske våben i Syrien-konflikten – især

brugen af sarin har været udbredt. I år er det præcis 100 år siden, at kemiske våben

blev anvendt for første gang i nyere tid. Hvilket drejer det sig om?

- ☐ Chlorgas
☐ Sennepsgas
☐ Hydrogencyanid

Spørgsmål-5

Ekstremofiler er fascinerende. Ordet betyder, den der elsker ekstremer. Nogle organismer

har indstillet sig på at trives i sure omgivelser – de acidofile pH ca. 0, mens de alkalofile

pH > 9 foretrækker basiske omstændigheder. Men hvilke arter elsker lave temperaturer?

- ☐ De psychrofile
☐ De mesofile
☐ De termofile

Spørgsmål-6

Hvad er det fjerdemest almindelige grundstof i jordskorpen?

- ☐ Silicium ☐ Aluminium ☐ Jern

Spørgsmål-7

Følgende tre planter har alle tre været anvendt i den traditionelle medicin – ginsengrødder, kinesisk malurt og hyben. Hvilken af de tre har været brugt som medicinplante i Kina mod malaria?

- ☐ Ginsengrødder
☐ Kinesisk malurt
☒ Hyben



Spørgsmål-8

Den 23. november 2006 døde Alexander Litvinenko efter at være blevet forgiftet med en lille mængde af den

radioaktive isotop af Po-210. Scotland Yards første teori var, at han var blevet forgiftet med et mere al-

mindeligt giftstof, der giver samme symptomer i form af hårtab og nervøse forstyrrelser. Hvilket giftstof?

- ☐ Thallium
☐ Kviksølv
☒ Arsenik

Spørgsmål-9

Hvem var det, der som den første beskrev Po-210 i slutningen af det 19. århundrede?

- ☐ Marie Curie
☒ Pierre Curie
☐ Henri Becquerel



Spørgsmål-10

Hvilket grundstof har atomnummer 88?

- ☐ Polonium ☐ Radium ☒ Radon

Spørgsmål-11

Biologisk forskning i Danmark nåede et foreløbigt højdepunkt i 1920. Hvem var det, der fik Nobelprisen i medicin og fysiologi i 1920?

- ☐ Niels Bohr
☒ August Krogh
☐ Karl Hasselbalch

Spørgsmål-12

Hvornår fik vi i Danmark den første kvindelige doktor – Kirstine Meyer – i naturvidenskab?

- ☐ I 1875
☒ I 1903
☐ I 1909

Spørgsmål-13

I middelalderen talte man om, hvor meget peber en mand ejede, når man skulle anslå hans rigdom.

Udtrykket en pebret pris stammer herfra. Men hvem var det, der som den første isolerede smagsstoffet i peber – piberin?

- ☐ Thomas Buntzen
☒ Friedrich Wöhler
☐ H.C. Ørsted



LABVOLUTION: World of Lab Technology

- Den nye fagmesse for laboratorietechnik med produkter og nyheder omkring forskning, analyse, produktion og uddannelse.

- Den ideelle forretningsplatform helt tæt på dig.
- smartLAB – fremtidens intelligente laboratorium: Særshow med showroom og et forum-program.

6.– 8. oktober 2015
Hannover • Tyskland
labvolution.de


En billet. To fagmesser.
Med din billet til
LABVOLUTION får du
samtidig også adgang
til BIOTECHNICA.



ELA
European Lab Automation
5. konference og messe –
nu første gang under
LABVOLUTION

 Deutsche
Messe

 LAB
VOLUTION

Strauss & Partnere • Tlf. +45 7020 2181 • mail@strausspartner.com

Kommentar til artiklen

"REACH godkendelsesordning skudt godt i gang"

bragt i Dansk Kemi nr. 4, side 16-18

Kære Poul Bo Larsen og Jens Tørsløv,

Tak for jeres velskrevne artikel om REACH iagttaget som "proces" i Helsingfors i sidste nummer af Dansk Kemi (96, nr. 4, 2015).

For en - der som jeg - har fulgt udviklingen og vedtagelsen af dette stykke europæisk lovgivning fra fødslen - jeg var lige ved at sige fra konception - er det godt at se den blive beskrevet som et stykke lovgivning, der bør have gode muligheder for at fungere og - i hvert fald som I beskriver det fra jeres synsvinkel - er godt på vej til at gøre det.

Så tak for det!

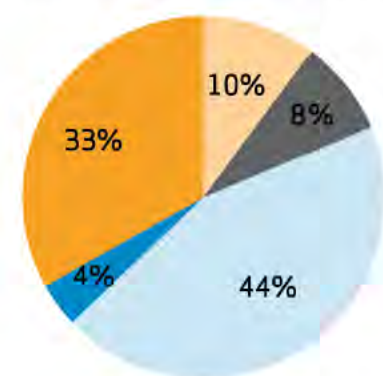
Men ved siden af dette udtryk for nostalgi, synes jeg nok, det havde været interessant *også* at få beskrevet, hvorledes REACH-processen som helhed skrider frem? Det gælder implementeringen, inkl. registrering OG regulering som helhed: I "jernindustriens" virkelige liv er det jo det *samlede* formål, der tæller: At få bragt ca. 100.000 handelskemikalier (i dag måske snarere 140-150.000) ind i anmeldelses-, registrerings- og i givet fald reguleringssystemet.

Det er en proces, man i sin tid - som et udtryk for realistisk tænkning - anså for realiserbart ved at sætte en frist for gennemførelsen til tiden omkring 2018. *Give and take*: 1-2 år.

MEN her kommer vi til et forhold, som I lykkeligt synes at være kommet uden om. Nemlig kvaliteten, dvs. brugbarheden af de anmeldelser, der skal danne grundlag for den samlede proces.

Efter de informationer, som slipper ud af systemet, skulle pr. 1. april 2014 (vel 60-70% inde i processen) i størrelsesordenen ca. 10.000 "high-volume" kemikalier - dvs. <10% - være godt

Outcome of compliance checks



- Decisions taken on substance identity for a dossier prior to a testing proposal examination
- Decisions taken
- Draft decisions
- Closed - upon dossier update after draft decisions
- Closed without actions

**2 out of 3
examined
registration
dossiers are not in
compliance!!!**

inde i processen. Men omkring 80% af de på det tidspunkt modtagne registreringsanmeldelser var utilstrækkelige - og heraf var næsten halvdelen - dvs. 38% så dårligt oplyste, at de måtte dømmes UDE: Out of compliance! - eller på dansk: DUER IKKE - OM IGEN!

Se figuren, som hidrører fra et dansk bidrag - Miljøstyrelsen - til ECHA's årlige evalueringsproces i 2014 (men refererende til 2012?).

Hej Bro,

Tak for dit indspark til denne debat.

Vi er ikke uenige i, at der er et stykke vej, før REACH kan siges at være fuldt implementeret og virke efter hensigten. Og der er jo løbende diskussioner blandt medlemsstaterne og Kommissionen om dette. Senest ved det såkaldte REACH review, som af mange grunde ikke medførte nogen ændring af forordningen. Nogle siger af frygt for, at hvis man fik åbnet op for genforhandling af REACH, risikerede man en udvanding og et tilbageskridt for miljø og sundhed.

Godkendelsesordningen under REACH er, som vi skrev, un-

der opbygning, og de første erfaringer er kommet i hus. Kritikken fra industrien går på, at ordningen er for omkostningstung og ikke-proportionel set i forhold til andre reguleringsmuligheder, f.eks. grænseværdier for arbejdsmiljø eller anvendelsesbegrænsninger iflg. Titel VIII i REACH. Fra miljøorganisationer lyder kritikken, at indtil nu er alle ansøgninger blevet godkendt. Tilsyneladende også ansøgningen om at bruge blychromat som pigment til bl.a. vejmarkering er overraskende, da stofferne heri må anses for yderst problematiske for både miljø og sundhed, og det virker mærkeligt, at der ikke findes andre pigmenter, der kan erstatte dette stof.

Det er vel dette forhold - mere end den administrative "selvros" - der burde optage sindene, og give anledning til spørgsmålet:

Fungerer REACH? - eller måske rettere: Hvordan får REACH en chance for at fungere, hvis de for evaluerings- og reguleringsprocesserne til grundlæggende anmeldelser og data ikke fremkommer som forudsat?

For mig personligt bringer denne observation mig tilbage til årene 2003-04, hvor

- 1) Det amerikanske "forretningsliv" (f.eks. Chicago Business Council) oktober 2003 modtog en "Europæisk REACH-delegation" på 10 personer (inkl. undertegnede) under ledelse af den daværende tyske vice-miljøminister Uwe Lahl - med ordene: "Gid I må mislykkes", mens
 - 2) De federale miljømyndigheder (US-EPA, Washington) under samme "Coast-to-Coast tur" overhovedet ikke ville modtage os, hvorefter
 - 3) det fra amerikansk side i april 2004 blev meddelt som "uofficiel forholdsordre" til US-ambassaderne i EU: "Bekæmp REACH" (jfr. udenrigsminister Collin Powells' såkaldte *Non-Letter*, dateret april 2004):
- OG
- 4) den situation, der i dag foreligger, hvor de transatlantiske Frihandelsforhandlinger - TTIP – udvikler sig under samme devise.

Er vi stillet overfor et forsøg på ikke at få REACH til at fungere? - samtidig med, at det altså nu kan oplyses (jfr. jeres artikel i Dansk Kemi), at administrationsapparatet er etableret og erklæret funktionsdygtigt?

2 out of 3 examined registration dossiers are not in compliance!

Med venlig hilsen
Finn Bro-Rasmussen

Med hensyn til kvaliteten af registreringsdossier er det jo rigtigt, at der er mange dossier, som ikke lever op til kravene. Blandt andet dette spørgsmål tages op på en konference, som DHI arrangerer i København 23. og 24. september sammen med Miljøstyrelsen og Dansk Industri. Her vil bl.a. ECHA og de danske og tyske REACH-myndigheder komme med indlæg om dette emne.

Vi ser frem til din aktive deltagelse i denne diskussion på konferencen!

Hilsen
Poul og Jens

dansk kemi, 96, nr. 6/7, 2015

FACULTY OF HEALTH AND MEDICAL SCIENCES
UNIVERSITY OF COPENHAGEN

Get insight in and overview of the entire drug development process from molecule to market access

MASTER OF INDUSTRIAL DRUG DEVELOPMENT

- Developed in close collaboration between Copenhagen University and the pharmaceutical industry
- Courses combine outstanding academic based researchers with and extensive contribution from leading experts from the pharmaceutical industry

Enroll in the programme or take individual courses

Courses study year 2015/16

- Clinical Pharmacology and Biostatistics
- Quality by Design
- Market Access for Pharmaceutical Products – Trends and Challenges
- Chemical Process Development and Production of
- Active Pharmaceutical Ingredients (API)
- QA, QC, GXP for Pharmaceutical Production
- Discovery and Development of Medicines
- Drug Discovery
- Non-clinical Safety and Toxicology

Read more on www.mind.ku.dk
Or contact master@sund.ku.dk

Reservoireffekter i kulstof-14 dateringen

- fra fejlkilde til informationskilde

Kulstof-14 datering af potteskår kan give store problemer, hvis der er tilberedt fisk i lerkarret, og de brændte madrester kan dateres mange hundrede år ældre, end de er. Denne effekt kaldes reservoireffekten.

Af Bente Philippsen, ph.d., fysiker og feltarkæolog, Aarhus AMS Center, Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet og Femern projekt, Museum Lolland-Falster

Kulstof-14 dateringen har i mange årtier hjulpet arkæologer og andre faggrupper med at tidsbestemme deres prøver. Fra metodens opdagelse i 1940'erne indtil i dag blev der fundet en del fejlkilder – som bagefter dog viste sig at være kilder for endnu flere oplysninger om fortiden. Forskere verden over prøver kon-

stant at finde ud af alt, hvad der kunne gå galt med kulstof-14 dateringen. Så kan vi sikre, at metoden hele tiden udvikler sig. I sidste ende gør det ikke kun kulstof-14 dateringen mere pålidelig, men åbner helt nye forskningsområder.

Arkæologisk sensation eller dateringsfejl?

På nogle fundpladser i Nordtyskland fandt arkæologerne potteskår, som havde været fremstillet af det sidste jæger-samler-folk i regionen. Kulstof-14 dateringen af potteskårene viste, at de var overraskende gamle. Nogle af dem, fundet ved nogle åer i indlandet, var op til 1.000 år ældre end dem fra kystbopladserne.



Fremstillingen af eksperimentelle madskorper i kopier af stenalderkeramik. Vi holder godt øje med temperatur og kogekarrets indhold.
Foto: Sönke Hartz.



De brændte madrester på et keramikskår. Foto: Bente Philippsen.

Indlandsbefolkningen var så meget foran deres kammerater ved kysten – det måtte tyde på helt unikke kontakter til keramikfremstillende bondestammer sydpå! Det var en arkæologisk sensation! - Eller var det? Var det måske en systematisk fejl i kulstof-14 dateringen?

Den uheldige stenalderkok

For at forstå, hvordan man kan tidsfæste stenalder-keramik, skal vi på en rejse tilbage i tiden. For næsten 7.000 år siden er Danmark og Nordtyskland dækket af en frodig urskov. Klimaet ♦

■ Radioaktiviteten afslører tingenes alder

Kulstof-14 er den radioaktive udgave af kulstof (hvis normalvægtige isotop hedder kulstof-12). Den har en halveringstid af 5.730 år: Hvis du købte en 10 kg sæk grillkul, der udelukkende bestod af kulstof-14, og du lige glemte den i kælderen i knap 6.000 år, så ville der kun være 5 kg kul tilbage.

Alt levende indeholder kulstof-14. Alle planter, dyr og også dig, kære læser. Men, heldigvis for den glemsomme grillmester, kun en lille smule. Kun ét ud af 10^{12} kulstofatomer er et kulstof-14 atom.

Mens man lever, optager man hele tiden nyt kulstof-14 gennem den mad, man spiser. Det udligner den mængde af kulstof-14, der forsvinder ved radioaktivt henfald. I alt har man derfor en ligevægt og en konstant koncentration af kulstof-14 i kroppen. Når man dør, holder man op med at spise, mens det radioaktive henfald fortsætter ufortrødent. Derfor aftager kulstof-14 koncentrationen i knogler med tiden, efter henfaldsloven. Jo mindre kulstof-14 der er tilbage i en prøve, jo længere tid er der gået siden organismens død.

LabDays 2015

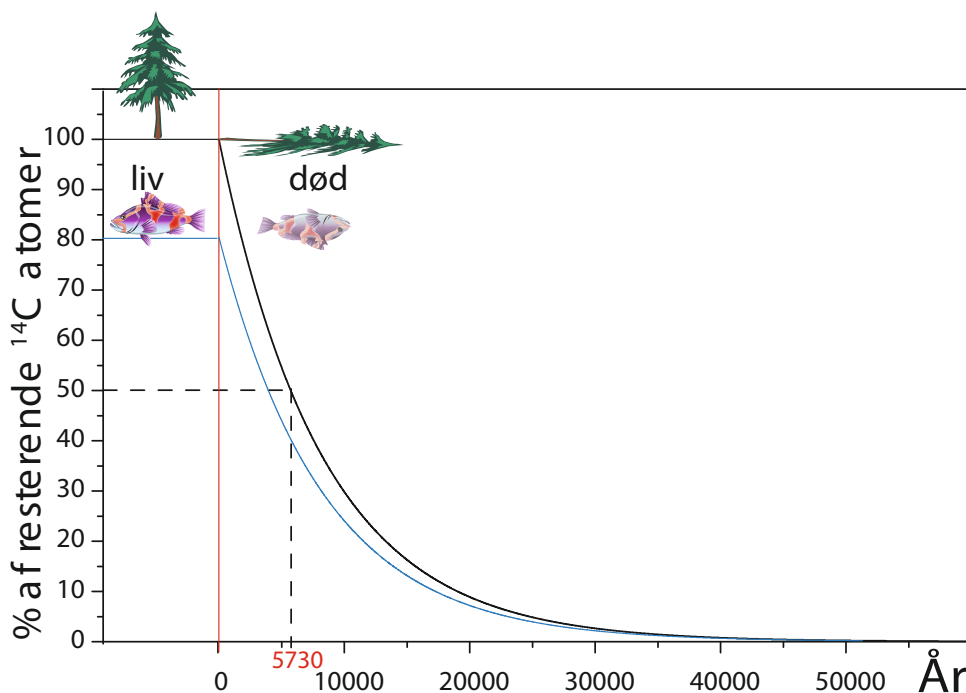
- ny fagmesse for laboratorieteknik



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

labdays.dk

Århus 23. - 24. september



Den sorte kurve betegner kulstof-14's henfaldslov med en halveringstid på 5.730 år. Man måler, hvor mange procent af den oprindelige kulstof-14 koncentration, der er tilbage og kan aflæse prøvens alder fra kurven. Men når prøven fra starten af indeholder mindre kulstof-14 (blå kurve), ville man på den måde aflæse en for høj alder – medmindre man ved, at der er tale om en reservoireffekt, og at man skal bruge den blå kurve. Tegnet af Bente Philippsen.

er varmere end i dag, der vokser vild vin i skovene, jagtbart vildt og spiselige planter findes i overflod, søer, åer og havet byder på fisk, skaldyr eller havpattedyr. Det meste af denne herlighed er dog svært fordøjeligt til decideret giftigt, medmindre man tilbereder maden.

Så er det heldigt, at en af civilisationens fremmeste opfindelser allerede er gjort – kogepotten.

I jægerstenalderen fremstillet af ler og brændt i åbent bål.



Jeg har indsamlet moderne prøver som referencemateriale: Vand, vandplanter, fisk og skaldyr. Foto: Sönke Hartz.

Den gør det muligt at tilberede mad uden alt for stort besvær og brændselsbehov, selv den mindste strandsnegl kan udkoges, og dens næringsstoffer slubres op af lerkarret. Det lyder næsten for godt til at være sandt – og så vidner arkæologernes fund da også om stenalderkøkkens uheld. Det skete nemlig ret ofte, at maden brændte på i de uglaserede lerpotter. Men stenalderkøkkens uheld er vores held! De forkullede madrester er ofte bevaret på potteskårne, selv efter tusindvis af år i jorden. Når man kulstof-14 daterer dem, tidsfæster man lerkarrets sidste anvendelsesdag.

Du er så gammel, som det du spiser

Nogle gange kan det gå helt galt med dateringen, og de brændte madrester bliver dateret mange hundrede år ældre end den sande alder. Det skyldes, at der blev tilberedt fisk i lerkarret. Fisk kan nemlig indeholde "gammelt kulstof": I havet transporterer havstrømme vandet ned til bunden, hvortil der ikke kan komme nye forsyninger af kulstof-14 fra

atmosfæren. Derfor bliver kulstof-14 koncentrationen mindre i havvandet – og en mindre kulstof-14 koncentration betyder en højere kulstof-14 alder. Når vandet kommer til overfladen igen, optager vandplanter kulstoffet i fotosyntesen og ser derfor også for gamle ud. Det samme sker for fiskene, som lever af disse vandplanter. Denne effekt kalder man "reservoireffekt", fordi den skyldes, at prøvens kulstof kommer fra et andet "reservoir" end atmosfæren. I havet omkring Danmark er der en reservoireffekt på cirka 400 år.



Som det næste vil vi undersøge, hvordan 14C-alderen og isotopværdierne ændrer sig, når madskorpen ligger begravet i jorden. Foto: Bente Philippsen.

Endnu værre bliver det, hvis fiskene er vokset op i ferskvand. Der kan opløsning af gammelt kalk fra undergrunden føre til reservoireffekter på flere tusinde år. Nogle fisk og planter, som jeg havde samlet fra nordtyske åer, havde en kulstof-14 alder på op til 3.000 år – selvom de var helt friskfanget/friskplukket.

Mennesker eller dyr, der lever af disse fisk, har den samme reservoireffekt, fordi de får alt deres kulstof fra maden.

Reservoireffekter af ingredienserne afspejler sig i kulstof-14 dateringen af brændte madrester. Det har vi afprøvet eksperimentelt, da vi lod maden brænde på i kopier af stenalderlerkar.

■ Du er, hvad du spiser, plus et par promille

Kulstof forekommer i naturen i tre udgaver: Det almindelige kulstof-12 (ca. 99% af al kulstof), det lidt tungere kulstof-13 (ca. 1%), og det endnu tungere, ekstremt sjældne og radioaktive kulstof-14. Om brugen af kulstof-14, det indbyggede ur i alt levende, kan du læse i faktaboksen på side 13. Men også kulstof-13 leverer ganske nyttige oplysninger: Koncentrationen af kulstof-13 er lidt højere i havet end på landjorden. Havplanter og -fisk indeholder også denne højere kulstof-13 koncentration. Når man spiser mange fisk, vil man derfor have en højere kulstof-13 koncentration i knoglerne. Det kan hjælpe til at forudsige reservoir effekter.

Variationerne i kulstof-13 koncentrationen er dog ganske små. For at få nogle håndterbare tal, måler man derfor $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -forholdet af prøven og $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -forholdet af et standardmateriale, som forskere verden over er blevet enige om. Forskellen mellem prøvens og standardmaterialets $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -forhold måler man i promille. Mennesker har typisk værdier omkring -20‰, hvis de udelukkende spiser mad fra landjorden og op til -13‰, hvis ernæringen er udelukkende marin.

Også andre grundstoffer findes i flere forskellige isotoper. Nyttigt til vores formål er kvælstof i dens naturlige udgaver kvælstof-14 og kvælstof-15. $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ -forholdet måles også i promille. Her er det interessante, at ^{15}N -koncentrationen stiger med 2 til 5‰, for hvert trin i fødekæden. Rovdyr har derfor højere ^{15}N -koncentrationer end planteædere. Fødekæderne i havet, søer og åer er længere end dem på landet. Derfor har de fisk, mennesker godt kan lide at spise, højere ^{15}N -koncentrationer end landdyr. Høje kvælstof-15 koncentrationer i knogler afslører derfor "akvatisk" ernæring – og dermed igen risikoen for reservoir effekter.

Hver gang, der blev tilberedt mad i stenalderlerkarret, opstod en mulighed for dateringsfejl. Og så har den uheldige stenalderkok ikke bare ødelagt et måltid mad, men også opstillet en fælde for dateringsfolket.

Dateringsfejl afslører sandheden om stenaldermad

Nu, hvor vi kender til muligheden for reservoir effekter i keramik-dateringen, kan vi advare arkæologerne, råde dem til andre dateringsmaterialer, eller hjælpe dem med at finde ud af, om der blev kogt fisk i lerkarret. Så kan vi sikre os, at vi på trods af reservoir effekter kan finde frem til keramikens korrekte alder.

Vi kan dog også bruge reservoir effekter som informationskilde: Når vi har aldersbestemt keramikken med andre metoder, og kulstof-14 dateringen er for gammel, afslører den, at der blev tilberedt fisk i lerkarret. Det samme gælder også for kulstof-14 dateringen af menneskeknogler: Når en person bliver dateret "for gammel", er det beviset for, at vedkommende spiste meget fisk. Faktisk var akvatiske ressourcer så vigtige i den ældre stenalder, at vi burde overveje, om jægerstenalderen ikke skulle tage navneforandring til fiskerstenalderen.

Hvad så med den arkæologiske sensation fra artiklens begyndelse? Det var kun en fiskesuppe, der var brændt på – og startskud på et forskningseventyr, der besvarede spørgsmål, vi oprindeligt ikke havde stillet.

E-mail:

Bente Philippsen: bphilipp@phys.au.dk

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 rengøringsprocessen 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

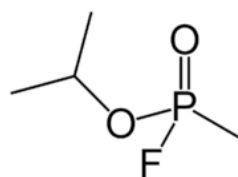
Kemiske våben i Syrien-konflikten

Det forsøges så vidt muligt at viderebringe facts om, hvad vi ved om kemiske våben i Syrien-konflikten. Det er ikke hensigten at placere ansvar hos hverken den ene eller anden part.

Af Lars Carlsen, Awareness Center

Den 21. april 2015 var det præcis 100 år siden, at kemiske våben for første gang i nyere tid blev anvendt. Det handlede om chlogas, anvendt af tyske enheder under 1. verdenskrig og dermed startede en æra inden for krigsførelse.

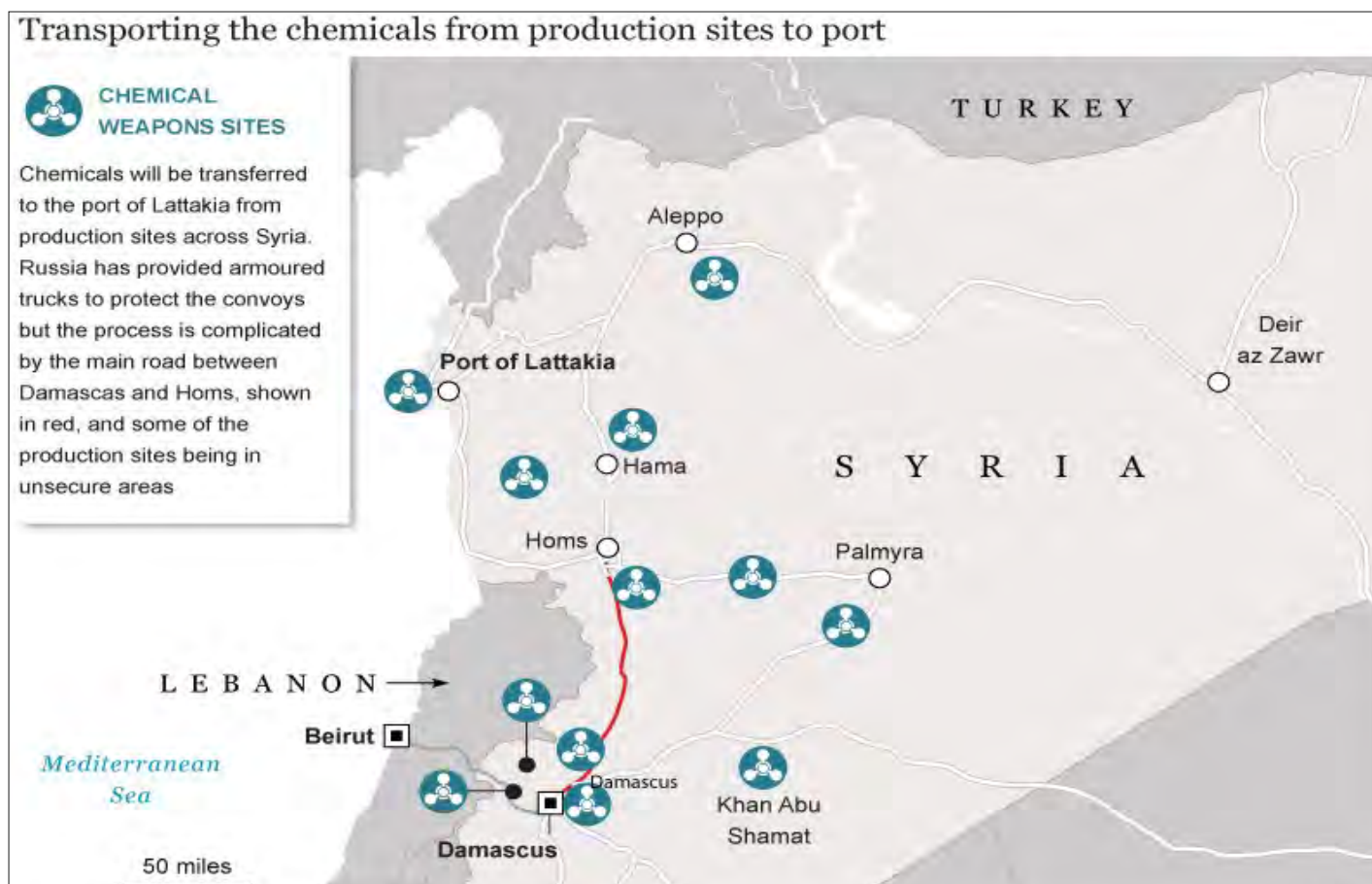
Anvendelsen af chlogas viste sig dog hurtigt ikke at være optimal som våben, da man af gode grunde ikke kunne styre vindretningen og dermed udsatte egne tropper for gassen. Dette blev startskuddet til udviklingen af en lang række kemiske våben over årene, herunder de såkaldte nervegasser, bl.a. Sarin, figur 1, der har spillet en væsentlig rolle i Syrien-konflikten. Imidlertid har de seneste uger igen bragt chlor som våben tilbage i overskrifterne, ikke mindst på baggrund af den video Sikkerhedsrådet i et lukket møde den 16. april 2015 fik forevist, der viser nogle af ofrene fra chlorangrebet i Sarmir, bl.a. en bedstemor og hendes to børnebørn, der ikke stod til at redde. Samtlige deltagere i mødet var dybt berørte, og som Samantha Power, USAs FN-ambassadør, sagde efter mødet til journalisterne: *"If there was a dry eye in the room I didn't see it"*.



Figur 1. Sarin (GB); CASN: 107-44-8.

Oversigt over angreb med kemiske våben

I denne artikel forsøges sammenfattet, hvad vi i dag ved om kemiske våben i Syrien-konflikten. Det er ikke hensigten at placere ansvar hos hverken den ene eller anden part. Dette er langt hen ad vejen baseret på spekulationer, hvor begge parter gensidigt beskylder hinanden. Der er fremlagt en række mere eller mindre valide beviser i den sammenhæng, men det er op til læseren at danne sig sit eget billede på baggrund af, hvad der er fremkommet i pressen. Her forsøges så vidt muligt at viderebringe facts.



BBC har givet en liste over angreb med kemiske våben i Syrien med dødelig udgang:

- 19. marts 2013: Sarin-angreb i Aleppo (19 døde).
- 21. august 2013: Sarin-angreb i to forstæder i Damaskus (mellem 200 og 1.400 døde).
- April/maj 2014: Chlor-angreb på tre landsbyer i Idlib-provinsen (13 døde); OPCW konklusion.
- Marts 2015: Gasangreb på fire landsbyer i Idlib-provinsen, herunder Sarmir 16. marts (seks døde og mindst 206 personer påvirket).

Destruktion af kemikalier

Meldinger om brug af kemiske våben i Syrien resulterede i et stigende internationalt pres på landet, hvilket endte med, at Syrien den 14. oktober 2013 som land nummer 190 underskrev Chemical Weapons Convention (CWC) og hermed forpligtede sig til at indgive en oversigt over landets lagre af kemiske våben samt kemikalier, der kunne bruges til fremtidig fremstilling af sådanne. Samtidig forpligtede landet sig til, at disse kemikalier skulle destrueres. Indsamlingen og den efterfølgende destruktion blev varetaget af en række lande og den seneste opgørelse fra Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) pr. 5. februar 2015 siger, at 100% af de såkaldte prioritet 1-kemikalier er destrueret og 89.8% af prioritet 2-kemikalierne. Totalt er 98.0% af de afleverede kemikalier destrueret.

Prioritet 1-kemikalierne omfatter udgangskemikalier der bruges til fremstilling af Sarin og Sennepsgas, samt en mindre portion allerede fremstillet Sennepsgas, mens prioritet 2-kemikalierne er en samling giftige materialer, ikke ulig industrielle kemikalier.

Betegnelserne prioritet 1 og 2 må ikke forveksles med Schedule 1- og Schedule 2-kemikalier, der er defineret i CWC's Annex on Chemicals.

Destruktionen af de afleverede kemikalier er, om end med nogen forsinkelse, foregået mere eller mindre i henhold til den opstillede tidsplan. Prioritet 1-kemikalierne blev kemisk destrueret til søs på det specialudstyrede skib MV Cap Ray ved en hydrolyse, mens prioritet 2-kemikalierne er destrueret i et samarbejde mellem en række lande (England, Tyskland, Finland og USA) primært ved termisk destruktion.

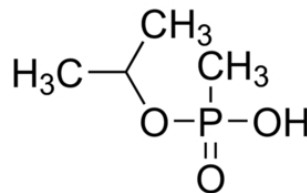
Chlor

Det skal her bemærkes, at chlor ikke var mellem de kemikalier, der blev forlangt destrueret. Dette er hverken nogen overraskelse eller en forglemmelse. Chlor har en bred industriel anvendelse og er ikke omfattet af CWC og dermed ikke at opfatte som et kemisk våben, før det anvendes som sådan. Dette gælder i øvrigt ikke blot for chlor, men langt mere generelt, som udtrykt af J. Psaki fra US State Department: *"The use of any toxic chemical with the intent to cause death or harm is a clear violation of the convention"*. Chlor udgør i denne sammenhæng således en gråzone. Med de vidnesbyrd, der ligger og de skader, der blev observeret hos ofrene, er der imidlertid ingen tvivl om, at chlogas nedkastet i tønders – formodentlig i komprimeret form sammen med en passende sprængladning – har været anvendt, bl.a. ved angrebet i Sarmir den 16. marts 2015.

Verificeret anvendelse af Sarin

Anvendelsen af Sarin er derimod verificeret gennem kemiske analyser af bl.a. jord- og tøjprøver. Analyserne er gennemført af det engelske militærs laboratorium Porton Down. Der er ikke offentliggjort detaljer, men intakt Sarin er normalt vanskeligt at finde, da stoffet meget hurtigt nedbrydes ved kontakt med vand, herunder sved fra ofret eller ved reaktion med luftfugtighed. Typisk leder man efter O-isopropyl methylphosphorsyre, IMPA, figur 2, der kun kan komme fra Sarin, og som almindeligvis

opfattes som fuldgældigt bevis på, at der har været Sarin til stede. IMPA er i sig selv ikke specielt giftigt. Således opgiver USEPA en NOAEL-værdi på 279 mg/kg-dag for oral indgift til rotter. Sarin har en LC₅₀-værdi på 100 mg·min/m³ ved udsættelse for dampe eller aerosoler, mens LD₅₀ værdien ved hudkontakt er 1,7 g beregnet for en 70 kg person.



Figur 2. O-isopropyl methylphosphorsyre (IMPA); CASN 1832-54-8.

Et uløst problem

Så langt så godt – eller hvad? Er problemerne med kemiske våben i Syrien, bortset fra chlorproblemet, løst. Desværre er svaret her nok et – i bedste fald - forsigtigt ”nej”. Syrien skulle med udgangen af april 2014 enten have afleveret eller destrueret de kemiske våben, der var deklareret til OPCW. På dette tidspunkt var der fortsat ca. 14% i Syriens besiddelse. Den 24. april 2014 kom Syrien således med en revideret liste, der omfattede 500 ton højtoksiske kemiske våben og 700 ton industrikemikalier. Det må formodes, at disse nu er inkluderet i den opgørelse fra OPCW vedr. destruktion. Det store spørgsmål er så, om det hermed er slut. Man kan kun gisne om, om alt er blevet redegjort for, eller om der er gemt noget til ”bedre tider”. Og frem for alt står tilbage endegyldigt at få placeret ansvaret for anvendelsen af kemiske våben i Syrien.

E-mail:

Lars Carlsen: LC@AwarenessCenter.dk

Kilder, bl.a.

Chemical Weapons Convention, www.opcw.org/chemical-weapons-convention/.

Syrian Chemical Destruction Data, www.opcw.org/special-sections/syria/destruction-statistics.

F.R. Sidell, Nerve agents, i: Textbook of Military Medicine, R. Zajtchuk, editor in chief, Office of The Surgeon General Department of the Army, United States of America, kap. 5.

Syrian chemical weapons: how lab tests uncover evidence of sarin gas, www.theguardian.com/world/2013/sep/05/syrian-chemical-weapons-tests-sarin (5. september 2013).

Syria's chemical weapons wild card: chlorine gas, www.reuters.com/article/2014/04/22/us-syria-crisis-chlorine-idUSBREA3L11I20140422 (22. april 2014).

Syria war: "Chlorine" attack video moves UN to tears, www.bbc.com/news/world-middle-east-32346790, (17. april 2015).

Horrorifying Videos Shown at UN Display Carnage of Suspected Chlorine Attacks in Syria, <https://news.vice.com/article/horrifying-videos-shown-at-un-display-carnage-of-suspected-chlorine-attacks-in-syria> (17. april 2015).

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

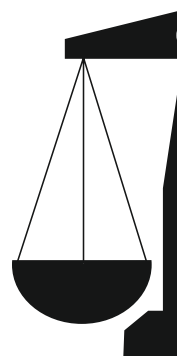
Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

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



Komplekse metalhydrider

Nye multifunktionelle materialer

Nye typer af metalhydrider kan meget mere end at opbevare hydrogen. Eksempelvis er nogle metalhydrider gode faststofelektrolytter og kan bruges i batterier, andre kan være sensorer eller "intelligente vinduer". Mulighederne er mange.

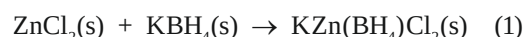
Af Elisabeth Grube, Lars H. Jepsen og Torben R. Jensen, Institut for Kemi, Interdisciplinær Nanoscience Center, Aarhus Universitet

Hydrogen, det simpleste grundstof af alle, har en utrolig mangfoldig kemi, og danner forbindelser med de fleste andre grundstoffer med mange forskellige typer bindinger. Den seneste forskning har ført til opdagelsen af en række nye metalhydrider med stor variation i både struktur og sammensætning, og med mange nye spændende egenskaber. Resultaterne viser, at metalhydrider både har potentialet til kompakt opbevaring af hydrogen og samtidig kan have andre fascinerende egenskaber, figur 1 [1].

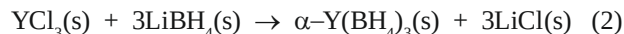
Fremstilling af komplekse metalhydrider

Komplekse metalhydrider (se faktaboks) kan fremstilles mekanokemisk eller fra en opløsning under inerte betingelser, figur 2. Mekanokemisk syntese, udført ved højenergikugleformaling,

har givet en række helt nye forbindelser, der måske ikke kan fremstilles ved andre metoder. Den simpleste reaktion, der kan forløbe, er additionsreaktionen eksemplificeret ved syntesen af $\text{KZn}(\text{BH}_4)\text{Cl}_2$ ud fra ZnCl_2 og KBH_4 , se reaktionsskema 1. $\text{KZn}(\text{BH}_4)\text{Cl}_2$ indeholder komplekset $[\text{Zn}(\text{BH}_4)\text{Cl}_2]^-$. Dette viser tydeligt, at bindinger brydes, og nye kemiske bindinger dannes ved mekanokemisk syntese [2].



Dobbeltsubstitutionsreaktion er nok den mest almindelige mekanokemiske reaktion. Reaktionsskema 2 viser dannelsen af yttriumborhydrid og et typisk problem, nemlig at det ønskede produkt ofte er kontamineret med et inert salt, her LiCl .

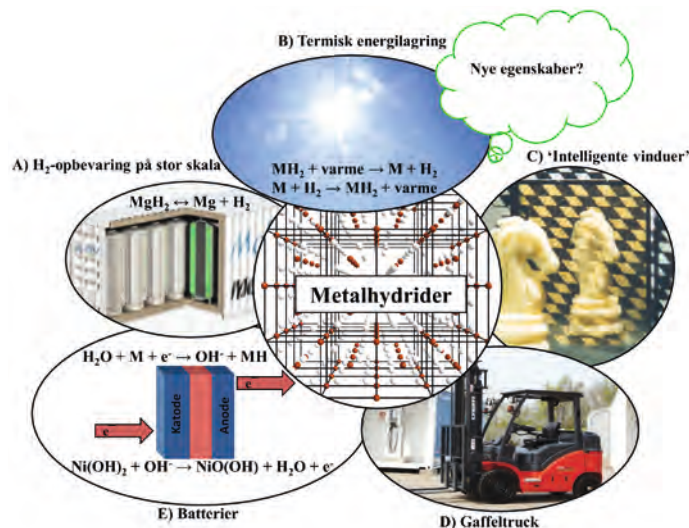


Reaktionerne kan også være mere komplekse, f.eks. syntesen af natriumzinkborhydrider. En lille ændring i sammensætning af reaktanterne fra 1:2,5 til 1:3 giver stor ændring i sammensætning og struktur af produktet, se reaktionsskema 3 og 4 [2]. Forbindelsen $\text{NaZn}_2(\text{BH}_4)_5$ indeholder den dinukleære komplekse anioner $[\text{Zn}_2(\text{BH}_4)_5]^-$, hvorimod $\text{NaZn}(\text{BH}_4)_3$ indeholder anionen $[\text{Zn}(\text{BH}_4)_3]^-$.



Meget tyder på, at mekanokemiske reaktioner sker på grund af trykpåvirkningen under kugleformaling. Metoden kan derfor opfattes som komplementær til traditionel faststof syntese, hvor faste stoffer opvarmes, og reaktioner finder sted på grund af diffusion af primært kationer. Dog har mekanokemi også sine begrænsninger. Eksempelvis er der monometalliske metalhydrider, der kun kan fremstilles på ren form via solventbaserede metoder [2].

Syntese af serier af metalborhydrider med varierende antal koordinerende ammoniakmolekyler er for nyligt blevet udviklet på Aarhus Universitet. Eksempelvis er serien $\text{Y}(\text{BH}_4)_3 \cdot n\text{NH}_3$ $n = 1, 2, 4, 5, 6$ og 7 blevet fremstillet ved at kombinere solventbaseret kemi, faststof-gas reaktioner, mekanokemi og termisk behandling. Dette åbner nye muligheder inden for koordinationskemi for at syntetisere serier af komplekser med forskelligt antal ligander. Disse forskningsresultater giver nye muligheder for kontrolleret at "skræddersy" nye kemiske forbindelser med ønskede forbedrede egenskaber, som er meget vigtigt inden for materialeforskning. Mekanokemi har et stort



Figur 1. Illustration af forskellige anvendelser af metalhydrider. Figuren er modificeret fra [1].

- Opbevaring af hydrogen på stor skala ved brug af magnesiumhydrid.
- Varmeoptagelse/frigivelse ved hydrogenafgivelse/optagelse bruges til termisk energilagring.
- Metalhydrider kan bruges i "intelligente vinduer", f.eks. YH_2/YH_3 -systemet, som skifter mellem at være reflekterende (metallisk) og transparent (ionisk).
- Nogle metalhydrider kan reversibelt opbevare hydrogen på fast form og samtidig være ballastvægt i gaffeltrucks.
- Metalhydrid-batterier er kommercielle i dag.



Figur 2. Illustration af en række forskellige syntesemetoder. Ved at kombinere flere metoder som eksempelvis solvent-baseret kemi og mekanokemi (kuglemølle) åbnes nye muligheder for at skræddersy sammensætningen af nye kemiske forbindelser, der ikke tidligere er beskrevet.

ikke-udforsket potentiale inden for koordinationskemi, hvor en række forbindelser givetvis kan fremstilles, som ikke kan syntetiseres med andre metoder.

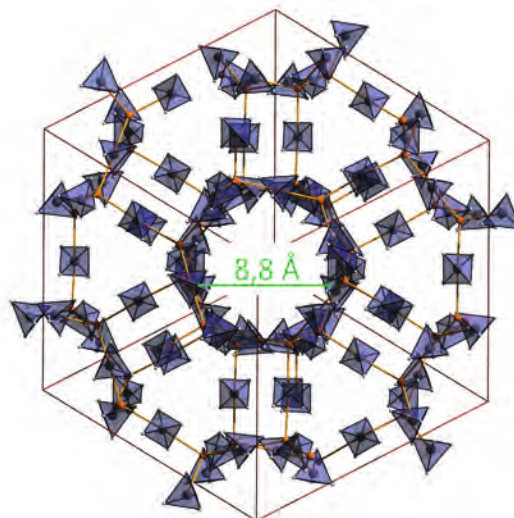
Hydrogenopbevaring

Den stigende integration af vedvarende energi gør energiopbevaring mere og mere nødvendig. Populært sagt skal strøm, dannet fra sol og vind, kunne gemmes til vindstille nætter. En ny EU-rapport [3] fastslår, at hydrogen, H_2 , kan blive en vigtig del af et nyt energisystem og give stor fleksibilitet til energisystemet, som også vil tillade udnyttelse af sol- og vindenergi til transport, f.eks. i biler. Hydrogen kan let fremstilles ved

■ Metalborhydrider

Komplekse metalhydrider, hvor hydrogen er kovalent bundet til lette grundstoffer som bor, nitrogen eller aluminium, har stor bevågenhed til hydrogenopbevaring, f.eks. $LiBH_4$, $LiNH_2$ og $NaAlH_4$, som indeholder kompleksene $[BH_4]^-$, $[NH_2]^-$, $[AlH_4]^-$. Tetrahydridoboranationen, BH_4^- (ofte kaldet borhydridionen), kan opfattes som en fleksibel tetraedisk ligand, der typisk koordinerer til metaller ved kantdeling (η^2) eller evt. fladedeling (η^3). Strukturen af monometalliske borhydrider varierer fra ionisk til kovalent, så der kan dannes saltlignende stoffer, f.eks. $NaBH_4$ med $NaCl$ strukturtype og faste stoffer med netværksstrukturer, f.eks. $Mg(BH_4)_2$, der kendes som syv forskellige polymorfe. Metalborhydrider har ofte strukturer, der er relateret til strukturerne af metaloxider, sikkert fordi $[BH_4]^-$ og O^{2-} er isoelektroniske. BH_4^- har dog næsten dobbelt så stor radius (2,03 Å) og den halve ladning sammenlignet med oxidoionen, O^{2-} , og har derfor større tendens til at lade sig polarisere og danne mere retningsbestemte og kovalente bindinger. En række eksperimentelle studier peger på, at den termiske stabilitet af metalborhydrider falder med øget elektronegativitet af metallet. Desuden ser det ud til, at kun de overgangsmetaller med elektronfiguration d^0 , d^5 eller d^{10} , er stabile ved stuetemperatur. Under anden verdenskrig var der stor interesse for molekylære borhydrider, f.eks. $U(BH_4)_4$, der kan anvendes til destillation af uranisotoper.

elektrokemisk spaltning af vand og kan bruges direkte som energilager, transporteres i rør eller måske reageres med CO_2 og danne metanol eller metan [1,4].



Figur 3. Strukturen af nanoporøst magnesiumborhydrid, $\gamma\text{-Mg}(\text{BH}_4)_2$, der har ~30% hulrum i strukturen og et 3D-netværk af kanaler med en porestørrelse på op til ~8,8 Å, hvor små molekyler som hydrogen kan adsorberes, så der dannes, $\gamma\text{-Mg}(\text{BH}_4)_2 \sim 0,8H_2$.

For at opnå stor vægt- og rumfangsmæssigt energi/hydrogenindhold fokuseres der på faste stoffer baseret på lette grundstoffer såsom bor, nitrogen eller aluminium, der kan absorbere hydrogen.

UNIVERSITY OF COPENHAGEN

2015 NOBEL CRYSTAL BALL

Invitation

Hvem kan forudsige Nobelprisen i kemi 2015? Hør syv topforskernes profeti. Ledere og studerende, gymnasielærere og opfindere, rådgivere, journalister og kemientusiaster inviteres til at stemme om den mest overbevisende spådom. Nyd en festlig aften i krystalkuglens skær og se ind i kemiens fremtid.

Dato: Torsdag 1. oktober 2015 kl 16:30 – 19:00

Sted: Universitetsparken 5, HC Ørstedes Instituttet, Auditorium 1

Sprog: Letforståeligt engelsk

Pris: Gratis. Tilmelding nødvendig.

Læs mere og tilmeld dig på www.kemi.ku.dk



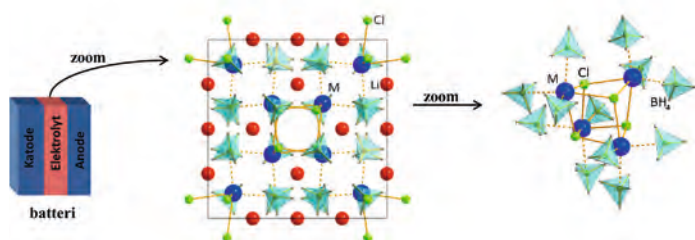
KØBENHAVNS UNIVERSITET
KEMISK INSTITUT

Kemisk forbindelse	Hydrogen- og energitæthed				Temperatur for H ₂ -afgivelse (°C)
	pr. rumfang (g H ₂ /L)	(MJ/L)	pr. masse (vægt% H ₂)	(MJ/kg)	
LiBH ₄	123	14,7	18,5	22,2	380
γ-Mg(BH ₄) ₂	82	9,9	14,9	17,9	250
δ-Mg(BH ₄) ₂	147	17,6	14,9	17,9	250
NaAlH ₄	94	11,3	7,5	9,0	210
Tryktank, p(H ₂) = 700 bar*	~28	~3,4	~3	~3,6	25
Benzin	-	32,0	-	43,9	-

* Værdier angivet inkluderer rumfang og masse af tryktanken.

Tabel 1. Hydrogen- og energiindhold samt temperaturer for hydrogenafgivelse af en række komplekse metalhydrid-er. Værdierne er sammenlignet med benzin og hydrogen opbevaret som gas ved 700 bar tryk.

Metalborhydrid-er har vakt stor opmærksomhed på grund af den meget kompakte pakning af hydrogen. Polymorfen δ-Mg(BH₄)₂ har ekstremt højt volumetrisk hydrogenindhold (ρ_v = 147 g H₂/L), som er dobbelt så højt som densiteten af ren flydende hydrogen (ρ_v = 71 g H₂/L) [1]. Polymorfen γ-Mg(BH₄)₂ er det første nanoporøse metalhydrid, der reversibelt kan adsorbere små molekyler som f.eks. H₂, N₂, CH₂Cl₂ og derved danne forbindelsen, γ-Mg(BH₄)₂·~0,8H₂, som har et ekstremt højt hydrogenindhold på ~17,4 vægt% H₂, se figur 3.



Figur 4. Strukturen af en ny lithium-ionleder, LiCe(BH₄)₃Cl (i midten), der indeholder isolerede komplekse anioner [Ce₄Cl₄(BH₄)₁₂]⁴⁻ (højre), der bliver ladningsbalanceret af Li⁺-kationer. Li, Ce og Cl er vist som hhv. røde, blå og grønne kugler, mens BH₄⁻ er lyseblå.

En standard familiebil skal bruge 5 kg hydrogen for at opnå en rækkevidde på 500 km. Denne mængde hydrogen (5 kg) svarer til ca. 60 m³ gas (ved trykket 1 bar og stuetemperatur), men det fylder kun 34 L og vejer 34 kg, hvis det er opbevaret i magnesi-umborohydridet, δ-Mg(BH₄)₂ [1].

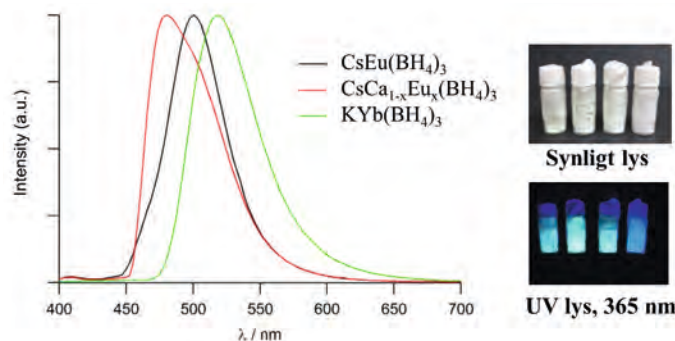
Metalborhydrid-er er ofte relativt stabile (stor dannelsesentalpi) og skal derfor opvarmes til ret høje temperaturer, før de afgiver hydrogen, tabel 1. Termodynamikken kan forbedres ved at lade to eller flere hydrid-er reagere, så kemiske reaktioner kan adderes. Et godt eksempel på en såkaldt "reaktiv hydrid komposit" er LiBH₄-MgH₂-systemet, som reversibelt opbevarer 11,5 vægt% H₂. Det skal anvendes i et EU-finansieret demonstrationsprojekt (Bor4store) [5]:



Termodynamisk set (ΔH = 41 kJ/mol H₂) skal reaktion (5) afgive hydrogen ved T = 170°C og p(H₂) = 1 bar, i praksis skal der dog varmes op til 300°C på grund af den langsomme kinetik i de faste stoffer [5].

Nye ionledende metalhydrid-er

En serie af isostrukturelle metalborhydridklorider baseret på sjældne jordarter, LiM(BH₄)₃Cl, M = La, Gd eller Ce er blevet fremstillet. Det var meget vanskeligt at bestemme strukturerne, som indeholder isolerede tetranukleære anioner [M₄Cl₄(BH₄)₁₂]⁴⁻ bestående af en forvredet kube af M₄Cl₄ som kerne, figur 4 [1]. Det var kun muligt ved at kombinere synkrotronrøntgendiffraktion og neutron-diffraction og ved at optimere alle de eksperimentelt bestemte strukturmodeller med teoretiske beregninger (DFT). Tilsyneladende er denne struktur



Figur 5. De nye perovskit-forbindelser, MM'(BH₄)₃, kan fremstilles med mange forskellige metaller eller substitueres med en lille mængde af f.eks. europium. Billederne til højre viser prøver af metalborhydrid-perovskitter med forskellig sammensætning i hhv. synligt og ultraviolet lys, og figuren til venstre viser, at lysudsendelsen kan modificeres ved at ændre sammensætningen af stoffet [6].

stabiliseret af høj entropi og ikke lav energi. Det stemmer godt overens med, at lithiumionerne kun fylder 2/3 af de ledige krystallografiske positioner. Det viste sig efterfølgende, at LiCe(BH₄)₃Cl har en meget høj lithiumionledningssevne, σ = 1.03 · 10⁻⁴ S cm⁻¹, ved stuetemperatur [1]. Ydermere har faststof NMR vist, at Li⁺-ionmobiliteten og BH₄⁻-dynamikken (muligvis rotation) sker på samme tidsskala, så ionledningen kan siges at skyldes en "skovl-hjul"-mekanisme (eng.: "paddle-wheel").

Perovskitter med ekstrem variation i sammensætning

Faste stoffer med perovskitstrukturer er kendt for en lang række teknologisk vigtige materialeegenskaber såsom piezoelektricitet, superledning og optiske egenskaber, som kan bruges i lysudsendende dioder (LED) med forskellige farver.

Konklusion

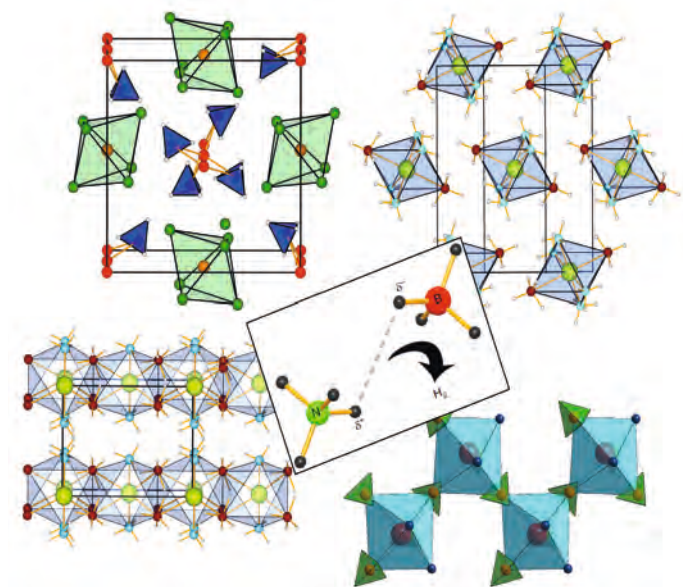
I fremtiden bliver vi i stigende grad afhængige af udvikling af lukkede kredsløb for alle råstoffer og kemikalier, vi anvender. Alt skal genbruges for at skabe en ren og miljøvenlig fremtid. Desuden bliver udviklingen af et nyt energisystem baseret på vedvarende energi mere og mere nødvendigt – ikke på grund af mangel på fossilt brændstof – men primært af miljøhensyn. Her vil hydrogen givetvis komme til at spille en central rolle i forbindelse med opbevaring, transport og måske omdannelse af energi til andre former, evt. metan. Fremstilling af nye materialer med nyttige egenskaber kan være udgangspunktet for helt nye løsninger til de problemer, vi står overfor. Materialevidenskab, nye syntesemetoder og større forståelse af sammenhæng mellem strukturer og egenskaber er helt centralt. Denne artikel viser, at kemien af metalhydrid er mangfoldig, og at vi er på vej mod rationelt design af nye materialer med nyttige egenskaber.

E-mail:

Torben R. Jensen: trj@chem.au.dk

Referencer

1. Complex hydrides for hydrogen storage – new perspectives, Morten B. Ley, Lars H. Jepsen, Young-Su Lee, Young Whan Cho, José Bellosta von Colbe, Martin Dornheim, Masoud Rokni, Jens Oluf Jensen, Michael Sloth, Yaroslav Filinchuk, Jens Erik Jørgensen, Flemming Besenbacher, Torben R. Jensen, *Mater. Today*, 2014, 17(3), 122-128.
2. Mechanochemical Synthesis of Hydrogen Storage Materials, J. Huot, D.B. Ravnsbæk, J. Zhang, F. Cuevas, M. Latroche and T.R. Jensen, *Prog. Mater. Sci.* 2013, 58, 30-75.
3. Commercialisation of energy storage in Europe, Fuel Cell and Hydrogen joint undertaking, March 2015.
4. Energiopbevaring – nøglen til en fossilfri fremtid, Lars H. Jepsen og Torben R. Jensen, *Aktuel Naturvidenskab*, 2014, 6, 20-24.
5. Boron-nitrogen based hydrides and reactive composites for hydrogen storage, Lars Jepsen, Morten B. Ley, Young Su-Lee, Young Whan Cho, Martin Dornheim, Jens Oluf Jensen, Yaroslav Filinchuk, Jens Erik Jørgensen, Flemming Besenbacher, Torben R. Jensen, *Mater. Today*, 2014, 17(3), 129-135.
6. Structure and properties of complex hydride perovskite material, Pascal Schouwink, Morten B. Ley, Antoine Tissot, Hans Hagemann, Torben R. Jensen, Lubomir Smrčok and Radovan Černý, *Nature Comm.*, 2014, 5, 5706. 1-10.
7. Tailoring the Properties of Ammine Metal Borohydrides for Solid-State Hydrogen Storage, Lars H. Jepsen, Morten B. Ley, Yaroslav Filinchuk, Flemming Besenbacher, Torben R. Jensen, *ChemSusChem*, 2015, 8, 1452-1463.
8. C.H. Christensen, R.Z. Sørensen, T. Johannessen, U.J. Quaade, K. Honkala, T.D. Elmøe, R. Köhler, J.K. Nørskov, Metal Ammine Complexes for Hydrogen Storage. *J. Mater. Chem.* 2005, 15 (38), 4106-4108.



Figur 6. I en lang række nye forbindelser fremstillet på Aarhus Universitet er hydrogen kovalent bundet til hhv. N og B, hvormed det er delvist positivt, $H^{\delta+}$, og delvist negativt ladet, $H^{\delta-}$. Dermed opnås stærke dihydrogen-vekselvirkninger, der er delvist ansvarlige for hydrogenafgivelse ved lavere temperaturer end traditionelle metalborhydrid.

Fornylig beskrev vi 30 nye metalborhydrid med perovskit-strukturer og meget forskellige sammensætninger i samarbejde med universitetet i Geneve [6]. Ydermere kan man udføre anionsubstitution, så BH_4^- udskiftes med Cl^- , Br^- eller I^- og på den måde få en glidende overgang til halidbaserede perovskitter. Forbindelsen $CsPb(BH_4)_3$ er det første halvledende metalborhydrid med et båndgab på ~ 1.5 eV ved stuetemperatur. Disse metalborhydrid er endnu et eksempel på ekstrem fleksibel sammensætning og struktur, hvilket fører til *multifunktionalitet*, dvs. hydrogenopbevaring kombineret med eksempelvis optiske egenskaber, halvleder- eller magnetiske egenskaber, figur 5 [6].

Ekstremt hydrogenholdige stoffer med dihydrogenbindinger

Forbindelsen ammoniumborhydrid, NH_4BH_4 (24.5 vægt% H_2), indeholder omtrent lige så meget hydrogen som metan, men den er ustabil og henfalder langsomt til NH_3 og BH_3 ved stuetemperatur. NH_4^+ har ca. samme størrelse som K^+ , hvilket inspirerede til at substituere K^+ med NH_4^+ i $KCa(BH_4)_3$, hvorved der dannes $NH_4Ca(BH_4)_3$ [6]. $NH_4Ca(BH_4)_3$ er stabil ved stuetemperatur og afgiver store mængder H_2 under $150^\circ C$. Hydrogen er kovalent bundet til hhv. N og B, hvorved det bliver delvist positivt, $H^{\delta+}$, og negativt ladet, $H^{\delta-}$. Dermed kan der dannes dihydrogenbindinger, $H^{\delta+} \cdots H^{\delta-}$, hvis styrke er af samme størrelsesorden som "almindelige" hydrogenbindinger [5]. Dihydrogenbindinger er også observeret i en række andre nye metalborhydridammoniak-forbindelser, $M(BH_4)_m \cdot nNH_3$, som eksempelvis $Mn(BH_4)_2 \cdot nNH_3$ ($n = 1, 2, 3$ og 6) [7]. Strukturerne af disse har visse ligheder med metakloridammoniak-forbindelser, der kan anvendes til ammoniakopbevaring og indirekte hydrogenopbevaring [8]. Dog har borhydridkomplekset BH_4^- en mere fleksibel koordinering end kloridionen og kan lave dihydrogenbindinger, figur 6. Det har vist sig, at forholdet mellem antal BH_4^- - og NH_3 -molekyler ofte afgør gassammensætningen, der frigives under opvarmning: Hvis $NH_3/BH_4^- \leq 1$ frigives renere hydrogen, hvorimod stigende mængder ammoniak frigives ved $NH_3/BH_4^- > 1$ [5,7].



Pipetteservice

Akkrediteret kalibrering
Reparation • Vedligeholdelse

Gilson Center of Excellence • Certificerede teknikere • 20 års erfaring
• Alle førende fabrikater • Elektroniske certifikater • Serviceaftaler



Biolab A/S,
Sindalsvej 29, DK-8240 Risskov,
Tlf: 8621 2866 Fax: 8621 2301
E-mail: pipetteservice@biolab.dk
www.biolab.dk



Cal. Reg. Nr. 482

Kemisk sørestaurering

– fjernelse af fosfor i vandmiljøet ved tilsætning af kemikalier

Ved kemisk sørestaurering fjernes fosfor i søer ved tilsætning af kemikalier, der binder fosfor og dermed gør det utilgængeligt som næringsstof. Vi har undersøgt effektiviteten af fosfatfjernelsen i vandprøver indsamlet fra 16 danske søer. Studiet viser, at DOC i søen påvirker fosfatfjernelsen og dermed reducerer effektiviteten.

Af Kasper Reitzel², Line Dithmer^{1,2} og Ulla Gro Nielsen¹

¹ Biologisk Institut, Syddansk Universitet

² Institut for fysik, kemi og farmaci, Syddansk Universitet

Fosfor i vandmiljøet er ofte historisk betinget og udledt fra spildevand og landbrugets gødning og repræsenterer et stort miljøproblem, der har ført til, at kun ca. 40% af alle europæiske søer opfylder EU's vandrammedirektiv [1].

Fosfor i form af fosfat er ofte det næringsstof, der begrænser algeproduktionen i søer, og et højt indhold af fosfor fører derfor til en øget algeopblomstring i søen, figur 1. Derved forringes søens lysklima, hvilket ofte resulterer i en ændring af fiskepopulationen, som kan være med til at bibeholde søen i en uklar tilstand, selv efter en reduktion af de eksterne fosfortilførsler. Strammere krav til spildevandsudledning og brug af gødning i

landbruget har reduceret problemet med de eksterne fosfortilførsler, men ofte tilbageholdes den historisk tilførte fosfor i søsedimentet af bl.a. oxideret jern (Fe(III)), hvorved fosfat gøres utilgængeligt for algeproduktionen. Biologisk nedbrydning af organisk materiale i sommerperioden øger sedimentets iltforbrug, hvorved Fe(III) reduceres til Fe(II) og det tilbageholdte fosfat frigives efterfølgende til søvandet, hvorved algeproduktionen stimuleres yderligere.

Kemisk sørestaurering

Der findes flere metoder til restaurering af vandmiljøet i fosforbelastede søer. En af disse løsninger er kemisk sørestaurering, hvor søen tilsættes specifikke kemikalier, der binder fosfor i tungtopløselige kemiske forbindelser. De to mest anvendte metoder til kemisk sørestaurering er tilsætning af aluminium (Al^{3+}) og produktet Phoslock®. Ved tilsætning af aluminium bindes fosfor til aluminiumhydroxider, en metode, der også anvendes til at mindske fosforindholdet i spildevand på rensningsanlæg. Desværre kan Al^{3+} ikke anvendes i søer med lav alkalinitet (bufferkapacitet), da det tilsatte Al^{3+} sænker søens pH og er giftigt for dyrelivet.

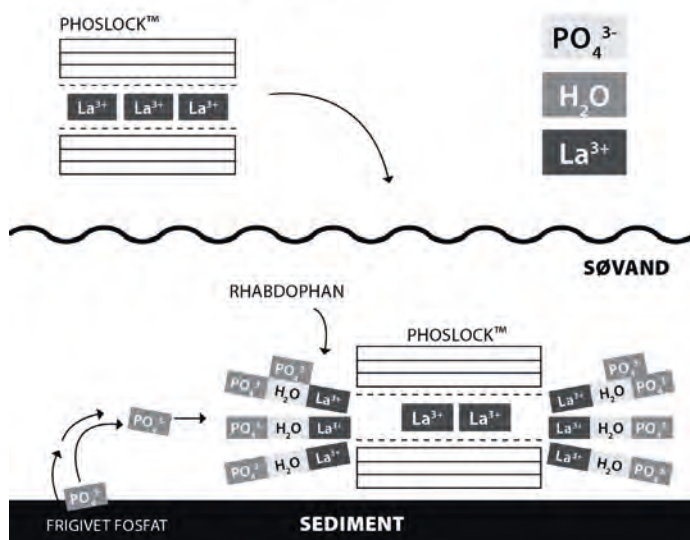
Et alternativ til aluminium er det kommercielle produkt, Phoslock®, der ikke har samme begrænsninger i forhold til alkalinitet som aluminium. Desværre er Phoslock® op til fem gange dyrere end aluminium, hvilket er den primære årsag til, at produktet endnu ikke er testet i fuld skala i Danmark. Det fosfatbindende element i Phoslock® er lanthan(III). Lanthan(III) kan dog ikke direkte tilsættes søen, da det er giftigt i vandmiljøet. Men dette problem er omgået i Phoslock®, hvor lanthan(III) er indbygget i lerarten bentonit ved ionbytning. Phoslock® tilsættes til søen som en opslæmning, hvor det i vandet kommer i kontakt med opløst fosfat og danner lanthanfosfat. Phoslock® synker til bunds og fortsætter med at optage det fosfat, som måtte blive udledt fra jorden, figur 2.

Restaurering af søens vandmiljø ved hjælp af kemisk sørestaurering kræver et detaljeret kendskab til de faktorer, der påvirker det kemiske produkts effektivitet, så den bedste metode og korrekte dosis kan forudsiges.



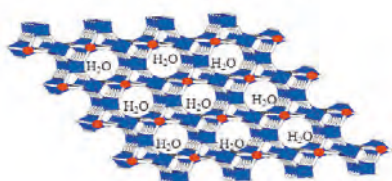
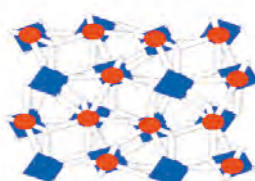
Figur 1. Brændegård sø ved Fåborg er et eksempel på en sø med høj koncentration af fosfor. Dette ses ved en høj koncentration af grønalger. Foto: Line Dithmer.

FOSFATFJERNELSE MED PHOSLOCK™



Figur 2. Mekanismen bag fosforfjernelse med Phoslock®. Phoslock® består af bentonit, en lerart, hvor lanthan er ionbyttet ind i mellemgulvet. Ved tilsætning i søvandet kommer produktet i kontakt med fosfat og reagerer under dannelse af rhabdophan.

Som regel evalueres effektiviteten af kemiske produkter ud fra en kvantitativ bestemmelse af den mængde fosfor, der er tilbage i vandet, efter en restaurering. Desværre får man ud fra disse målinger ingen information om, hvordan fosfor er bundet i sedimentet. Denne viden er nødvendig for at kunne fastslå, om fosfor er permanent bundet eller evt. kan frigives fra sedimentet på et senere tidspunkt. Vores overordnede forskning fokuserer derfor på at bestemme, hvordan forskellige sørestaureringsprodukter binder fosfat, og hvordan søens kemiske karakteristika som f.eks. pH, alkalinitet og organisk materiale (DOC) påvirker fosforfjernelsen ved brug af disse sørestaureringsprodukter som Phoslock® og aluminium.

Rhabdophane ($\text{LaPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)Monazite (LaPO_4)

Figur 3. Krystalstrukturen af lanthanorthofosfat-mineraler: Rhabdophan ($\text{LaPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), der har 1-3 vandmolekyler i strukturens tunneller og den vandfri monazit (LaPO_4). Faststof ^{31}P NMR viser, at rhabdophan indeholder 10-20% overfladebundet fosfat, der potentielt kan frigives igen.

Hvordan virker Phoslock®?

Der findes to forskellige lanthanfosfatmineraller: Rhabdophan ($\text{LaPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) og monazit (LaPO_4), figur 3. Rhabdophan dannes ved normalt tryk og temperatur, men kan omdannes irreversibelt til det mere kompakte og stabile mineral monazit. Identifikation af den dannede lanthanfosfat i Phoslock® efter fosfatfjernelsen er en stor udfordring, da lanthanfosfat udgør mindre end 10% af den samlede prøve.

For at undersøge, hvordan fosfat bliver bundet af Phoslock® på molekylært niveau, blev en række adsorptionsforsøg med forskellige koncentrationer af fosfat samt med og uden tilste-

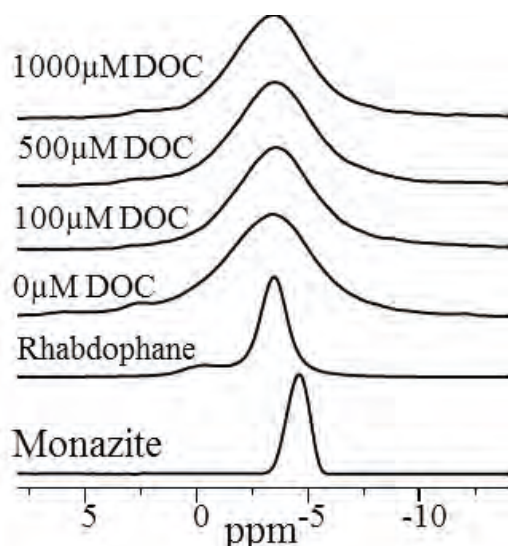


Figur 4. Ph.d.-studerende Line udtager og konserverer prøver til måling af fosfat-koncentration fra en række vandprøver.

deværelsen af organisk materiale, udført på laboratorieskala, figur 4. Prøverne blev efterfølgende studeret med faststof ^{31}P NMR-spektroskopi, figur 5, samt La L_{III} EXAFS, faststof ^{139}La NMR-spektroskopi og røntgendiffraktion.

Faststof NMR-spektroskopi og EXAFS viste, at fosfat reagerer med lanthan(III) og danner rhabdophan i alle prøverne. Derudover blev der observeret, at 10-25% af fosfat i prøverne findes på overfladen af rhabdophan, hvor den er svagere bundet end inde i rhabdophan-strukturen, og måske kan frigives over tid eller hvis der sker ændringer i søens kemiske betingelser.

EXAFS og ^{139}La NMR er avancerede teknikker, hvor vi har udført målinger på henholdsvis MAXlab, Sverige og Pacific Northwest National Laboratory, USA. I modsætning hertil kan faststof ^{31}P MAS NMR-spektre optages på NMR-spektrometre med standardudstyr til faststof NMR i løbet af 2-12 timer. Studiet viser, at faststof ^{31}P NMR-spektroskopi giver et detaljeret indblik i antallet af forskellige fosforspecier i prøven og deres relative koncentration.



Figur 5. Faststof ^{31}P MAS NMR-spektre af fire vandprøver med forskellig koncentration af humussyre (Ha), hvor en opslæmning af Phoslock® er tilsat fosfat i den anbefalede dosis (1:1). Til sammenligning er vist ^{31}P MAS NMR-spektrene af rhabdophan ($\text{LaPO}_4 \cdot \text{nH}_2\text{O}$) og monazit (LaPO_4). Der observeres i alle vandprøverne kun resonanser fra rhabdophan.

Hvordan påvirker organisk materiale fosfatfjernelsen?

Det er tidligere vist, at DOC opløst i vandet kan påvirke effektiviteten af Phoslock® [2,3]. DOC stammer fra f.eks. nedbrydning af planter og døde dyr og findes naturligt i alle søer, om end i varierende koncentration. Laboratorieforsøg med søvand fra Hostrup Sø, beriget med forskellige koncentrationer af DOC, har vist, at højere DOC-koncentrationer ($> 5 \text{ mg L}^{-1}$) nedsætter effektiviteten af Phoslock® betragteligt, figur 6, hvilket yderligere understøttes af andre undersøgelser [2]. Et komparativt studie med 16 danske søer [4] viste samme tendens, men dog også at andre af søens parametre, især en høj alkalinitet, måske kan modvirke den negative påvirkning fra DOC.

Desuden viser adsorptionsstudierne også, at den negative ef-

fekt, som DOC har på Phoslock®'s evne til at binde fosfat, bliver ophævet med tiden, hvilket indikerer, at effekten er kinetisk betinget. Man får dog ingen information om, hvordan og hvor fosfat er bundet ved udelukkende at anvende adsorptionsstudier.

De molekylære studier af resultaterne fra adsorptionsstudierne bekræfter, at uanset DOC koncentration og alkalinitet fældes fosfat som rhabdophan, der formentlig omdannes til monazit over tid. Desuden bliver den kinetiske effekt på lanthanfosfatbindingen understøttet ud fra EXAFS-analysen, der viser, at en stor del af lanthan ikke har reageret med fosfat, især ved høje DOC-koncentrationer.

Konklusion

Vores undersøgelser viser, at størsteparten af fosfor formentlig er permanent bundet til Phoslock i sedimentet og dermed ikke længere er tilgængeligt for planter og dyr. Avancerede måleteknikker, som faststof NMR-spektroskopi og EXAFS, har i kombination med adsorptionsstudier givet et detaljeret indblik i, hvordan fosfor fjernes ved det modificerede ler-produkt Phoslock® og langtidsvirkningen af produktet.

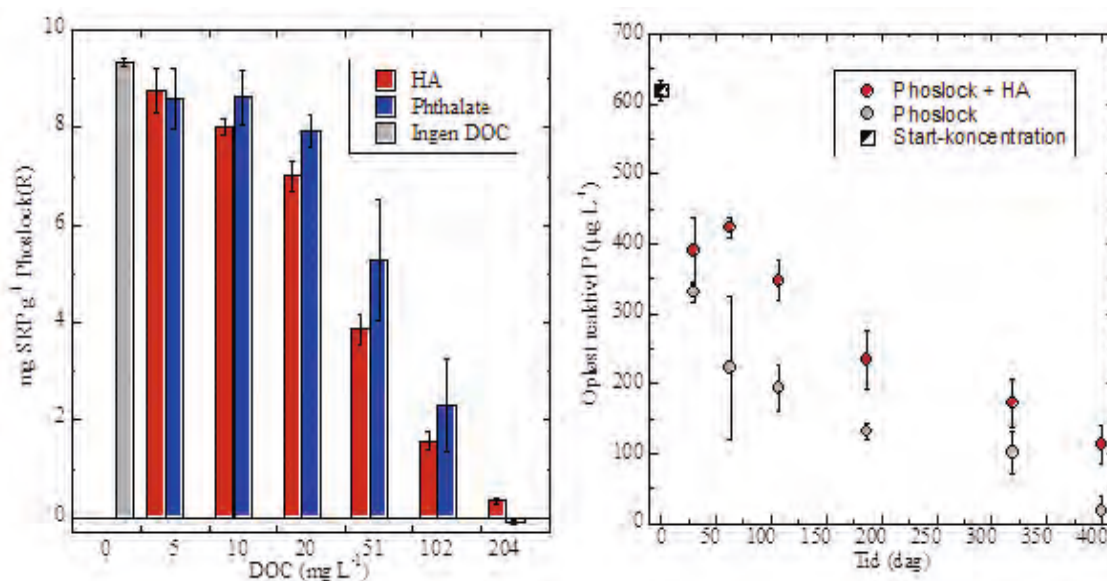
Der er dog stadig nogle problemer forbundet med brugen af både aluminiumsprodukter og Phoslock®. Derfor er det vigtigt, at der fortsat udvikles metoder til kemisk sørestaurering og i den forbindelse vil de anvendte analyseteknikker være yderst relevante for at kunne bestemme, hvordan og hvor fosfor bliver bundet, også i nye produkter.

Tak

Projektet har modtaget økonomisk støtte fra Villumfonden i form af et Villum Young Investigator Fellowship (UGN, LD) og Villum Kann Rasmussens Center for sørestaurering (CLEAR) (LD, KR). Højfelts NMR-studier er udført på Center for Environmental Molecular Science, Pacific Northwest National Laboratory, USA og EXAFS-måling på MAXLab, Lund Universitet, Sverige.

E-mail:

Ulla Gro Nielsen: ugn@sdu.dk



Figur 6. Adsorptionsstudier, der a) viser effekten af tilsætning af humus (HA), phtalat (DOC-model-forbindelse) og uden (No DOC) på effektiviteten af Phoslock. Der ses en tydelig effekt over ca. 20 mg DOC pr. liter og b) viser, hvor hurtigt fosfat fjernes af Phoslock i vand med og uden HA. Der er her anvendt en koncentration af HA på 51 mg L^{-1} . Fosforkoncentrationen er bestemt UV-VIS spektrofotometri ved en kompleksreaktion mellem fosfat og molybdæn, der resulterer i et farvet kompleks.

Litteratur

1. Spears, B.M., Dudley, B., Reitzel, K. and Rydin, E. (2013) Geo-Engineering in Lakes-A Call for Consensus. *Environmental Science & Technology* 47(9), 3953-3954.
2. Lüring, M., Waajen, G. and van Oosterhout, F. (2014) Humic substances interfere with phosphate removal by lanthanum modified clay in controlling eutrophication. *Water Research* 54(0), 78-88.
3. Dithmer L., Lipton, A.S., Reitzel, K., Warner, T.E., Lundberg, D. and Nielsen, U.G. (2015) Characterization of phosphate sequestration by lanthanum modified bentonite clay: A solid-state NMR, EXAFS and PXRD study. *Environmental Science & Technology*, 49, 4559-4566.
4. Dithmer, L.; Nielsen U.G.; Lundberg D.; and Reitzel, K., Influence of dissolved organic carbon on the efficiency of P sequestration by a lanthanum modified clay 2015 (Submitted).

ReCoverP – genvinding af fosfor fra spildevandsslam

Det overordnede mål med ReCoverP-projektet er at mindske Danmarks afhængighed af fosfor, at opgradere de danske renseanlæg til produktion af høj-værdi fosfor-produkter og derved globalt forbedre den danske spildevandsindustri konkurrenceevne. Her beskrives den overordnede forskning i projektet.

Af Kasper Reitzel¹, Per Halkjær Nielsen^{2*}, Morten Lykkegaard Christensen³, Haiyan Qu⁴, Reinhard Wimmer², Marta Nierychlo², Charlotte Jørgensen¹ og Ulla Gro Nielsen⁵

¹ Biologisk Institut, Syddansk Universitet

² Center for Microbial Communities, Sektion for Bioteknologi, Aalborg Universitet

* Per Halkjær Nielsen er leder af projektet ReCoverP

³ Institut for Kemi og Biovidenskab, Aalborg Universitet

⁴ Institut for Kemi-, Bio- og Miljøteknologi, Syddansk Universitet

⁵ Institut for Fysik, Kemi og Farmaci, Syddansk Universitet

Fosfor er et essentielt næringsstof, der potentielt kan begrænse den globale fødevareproduktion. I modsætning til kvælstof findes der ingen mikroorganismer, der kan omdanne fosforforbindelser til plantetilgængeligt fosfor (fosfat), og det er derfor nødvendigt at tilføre store mængder fosfatgødning til landbrugsjorde. Denne fosfor udvindes ved minedrift som uorganiske fosfater, men disse fosforrige depoter er dog begrænsede og forventes udtømt inden for 60-130 år, hvilket vil øge priser på fosfor og derfor også på fødevarer [1].

Siden 1950 er der på verdensplan udvundet ca. 1 milliard ton fosfor, hvoraf ca. 25% er blevet udledt til vandmiljøet eller deponeret, således at det nu er afkoblet fødevareproduktionens fosforkredsløb. Dette, samt fremtidens fald i fosforreserver, vil derfor øge behovet for genbrug af fosfor fra alternative kilder. Det forventes, at fosfor i det danske spildevand potentielt kan dække 15-25% af det årlige danske fosforbehov på ca. 50.000 ton, og det er derfor attraktivt at udvikle teknikker til udnyttelse af denne fosforressource [2].

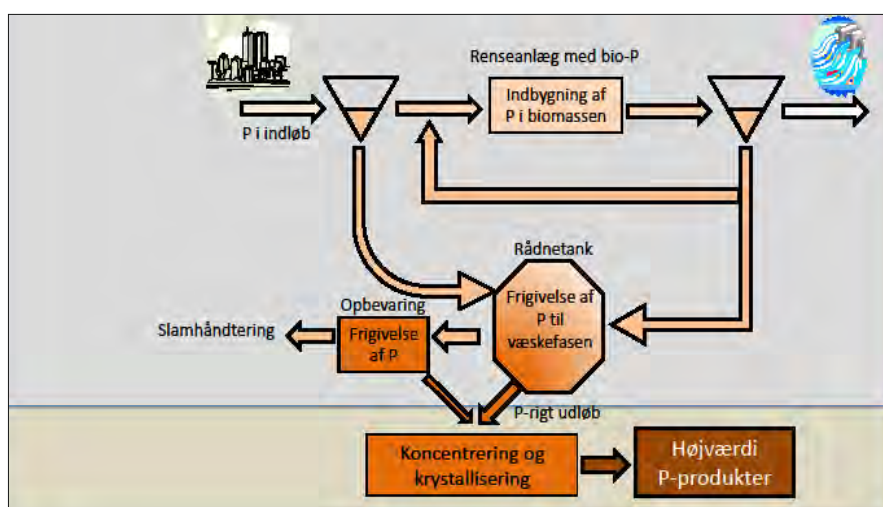
Om ReCoverP

Gennem det firårige forskningsprojekt "ReCoverP" bevilliget af Innovationsfonden foreslår vi derfor en ny strategi til optimeret fosfor-genbrug fra spildevandssystemer funderet på en bedre forståelse af fosforkomponenternes sammensætning i spildevand, renseanlæg, overskudsslam og biogasreaktor. Forskningsprojektet er et samarbejde mellem Aalborg Universitet, Syddansk Universitet, udenlandske samarbejdspartnere, samt forsyninger (VandCenter Syd, Århus Vand, Aalborg Kloak A/S, ARWOS, Billund Vand)

og rådgivere (Krüger A/S). De mange partnere vil sikre, at den nye viden kommer det danske samfund til gode, både via forbedrede teknologier til fosfor-genbrug og via nye arbejdspladser i forbindelse med en øget konkurrenceevne på det globale marked.

I projektet kombineres ny viden inden for økologi, kemi og mikrobiologi med forskellige teknologier på de involverede renseanlæg, og projektet stiller således mod en øget genvinding af fosfor fra spildevand uden at gå på kompromis med kvaliteten af det udledte rensede spildevand. Dette mål skal opfyldes gennem en forbedret udnyttelse af specialiserede bakterier til akkumulering af en fosforrig biomasse, hvorfra fosfor efterfølgende kan frigives til væskefasen (også kaldet rejktvandet) i forbindelse med bioforgasning. Høj-værdi fosforprodukter målrettet mod hhv. landbrug samt industri vil blive udfældet fra det fosforrige rejktvand ved hjælp af en ny kombination af ionbytning, reaktiv krystallisering og membranfiltrering. Det overordnede mål er at mindske Danmarks afhængighed af importeret fosfor, at opgradere de danske renseanlæg til produktion af høj-værdi fosfor-produkter, samt derigennem at forbedre konkurrenceevnen af den danske spildevandsindustri på det globale marked.

En samlet oversigt over projektet ses i figur 1.



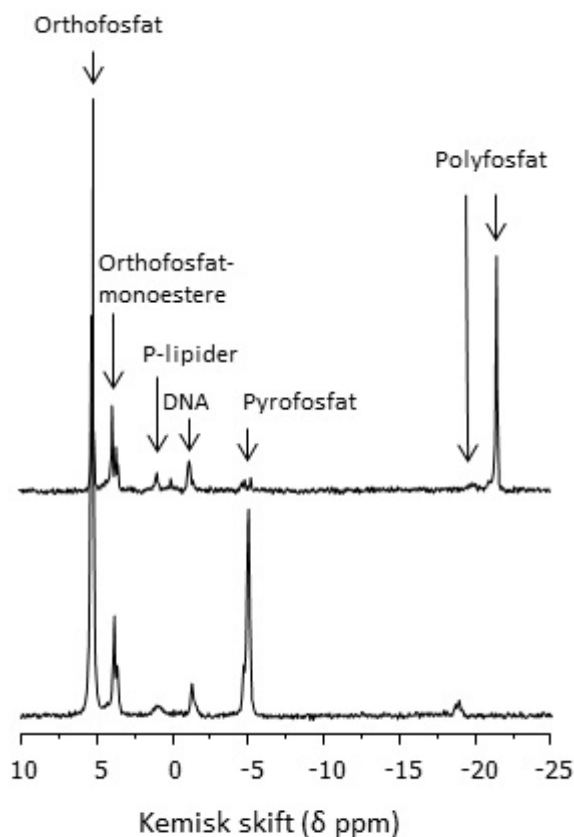
Figur 1. Figuren viser, hvordan fosfor fra spildevandet dels overføres direkte til biogasreaktoren (rådnetanken) via en primærfældning og dels indbygges i den mikrobielle biomasse (aktivt slam), hvorfra den overskydende del føres til rådnetanken. I rådnetanken vil fosfor blive frigivet til væskefasen. ReCoverP fokuserer på at optimere optag i biomassen og frigivelse af fosfor til væskefasen for derefter at opkoncentrere og udkrystallisere fosfatforbindelser til brugbare produkter.

Design af mikrobielt samfund for optimal P-genindvinding

Ved biologisk fosforfjernelse drager man allerede i dag nytte af, at visse bakterier (PAO'er) er i stand til at optage og lagre store mængder af fosfat som polyfosfat under oxiske forhold i de aktive slambassiner, billede 1 og 2. Dette kaldes også aktivt slam. Disse organismers evne til at akkumulere store mængder fosfor spiller en vigtig rolle i den potentielle genvinding af fosfor fra spildevand, da de kan "transportere" fosfat fra spildevandet og videre til biomassen i biogasreaktoren, hvorefter de frigiver fosforen, typisk som orthofosfat [3]. Man kender dog kun lidt til mængden af fosfor, som disse bakterier optager og frigiver i biogasreaktoren, samt mekanismen bag denne proces. Det er derfor formålet med dette delprojekt at få et dybdegående kendskab til artssammensætning og aktivitet af disse PAO'er, deres skæbne i biogasreaktoren og deres evne til at frigive fosfor under forskellige operationelle forhold. Denne viden vil gøre det muligt at designe et mikrobielt samfund, der både sikrer et optimalt fosfatoptag fra spildevandet, og samtidig er i stand til at frigive fosfor igen i biogasreaktoren. Der vil blive udført forsøg, hvor aktivt slam inkuberes i biogasreaktorer under forskellige vilkår for at følge frigivelsen af fosfor fra det aktive slam. Identiteten af fosforforbindelser i biomasse og rejektvand vil blive fulgt med bl.a. faststof/væskefase NMR-spektroskopi og Raman-mikrospektroskopi, mens DNA-teknikker vil blive brugt til at identificere sammensætning og aktivitet af mikroorganismerne før og efter bioforgasning.

Identifikation af fosforforbindelser i spildevandssystemer

Spildevand og spildevandsslam indeholder store mængder fosfor, der kemisk forekommer som mange forskellige organiske og uorganiske forbindelser. En del af denne fosfor vil være bundet, f.eks. i DNA og fosfolipider, mens der også vil være store mængder af kondenserede uorganiske polyfosfater, der syntetiseres af PAO'erne. Identiteten og den relative forekomst af de forskellige fosforforbindelser er bestemmende for, hvilke metoder, der giver den optimale genvinding af fosfor. Generelt er vores viden om disse fosforforbindelser og deres potentiale for genvinding begrænset. Vi vil derfor følge og karakterisere de forskellige fosforforbindelser i slammet gennem de forskel-

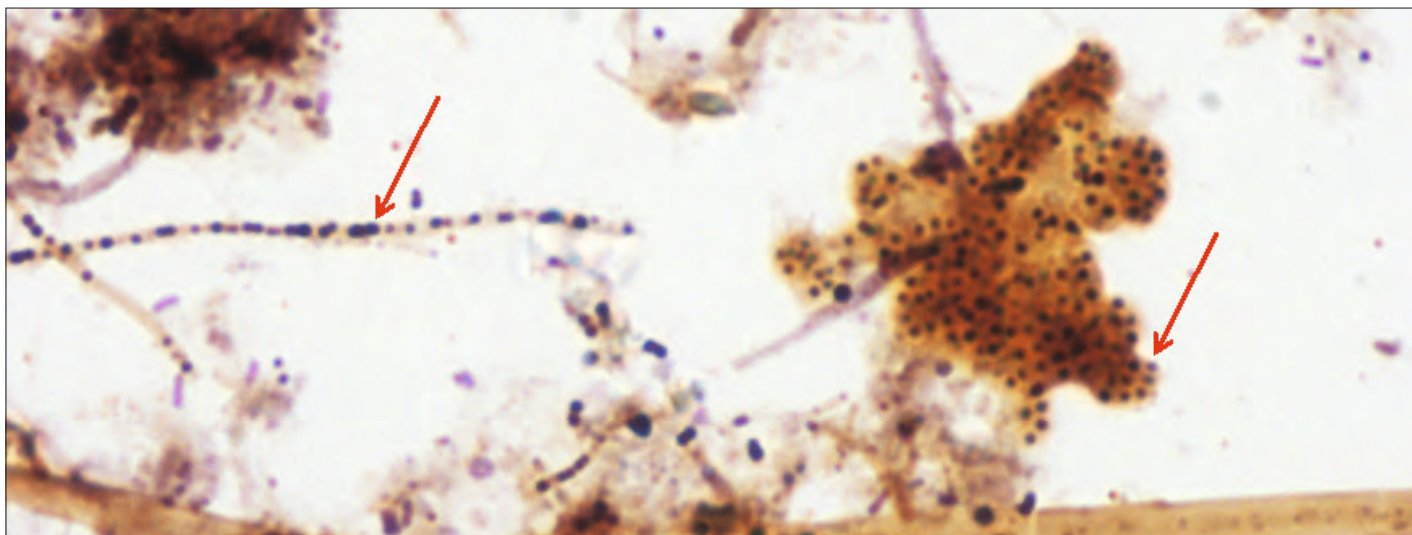


Figur 2. ^{31}P væskefase NMR-spektre af aktivt slam. Figuren viser to analyser af det samme slam, som er forberedt til NMR på to forskellige måder. Det ses, hvordan behandling A (øverste panel) bevarer de langkædede polyfosfater, mens disse nedbrydes til pyrofosfater ved brug af behandling 2 (nederste panel). I ReCoverP vil vi derfor udvikle en standardprocedure til NMR-analyser af aktivt slam, der sikrer den bedst mulige information om fosforforbindelserne i det aktive slam.

lige processer i renseanlægget. Til dette formål vil der bl.a. blive anvendt væskefase ^{31}P NMR-spektroskopi, der har vist sig at være meget anvendelig til identifikation af forskellige fosforforbindelser i aktivt slam, figur 2. Denne viden om de specifikke fosforforbindelser skal efterfølgende danne grundlag for



Billede 1. Ulla Gro Nielsen og Charlotte Jørgensen foran et aktivt slambassin med polyfosfat-akkumulerende bakterier (PAO'er). Ejby Mølle renseanlæg, Vandcenter Syd. Foto: Kasper Reitzel.



Billede 2. Bakterier i aktivt slam. En del af bakterierne er PAO'er og indeholder store mængder fosfor. De røde pile illustrerer nogle af disse, som er fyldt med polyfosfat (farvet mørkeblåt).

udvikling af processer/metoder, hvori fosforspecifikke enzymer kan bruges målrettet til at nedbryde de forskellige fosforforbindelser til fosfat, som efterfølgende kan opkoncentreres og udkrystalliseres til høj kvalitets fosforforbindelser.

Opkoncentrering og udkrystallisering af veldefinerede fosforforbindelser

Efter bioforgasning fjernes tørstoffet fra rejektvandet, når det føres ud af rådnetanken. Størstedelen af fosforen skulle nu gerne være opløst i rejektvandet i form af frit fosfat. Det frie fosfat skal efterfølgende omdannes til høj kvalitets fosforforbindelser, der kan bruges som råstof i industrien eller gødning i landbruget. Omdannelsen kan bl.a. ske ved at udkrystallisere fosforen. Desværre er udbyttet ofte lavt, kræver et stort forbrug af kemikalier, og produktet kan være forurenet med uønskede stoffer som tungmetaller og suspenderet stof. Omdannelsen af frit fosfat i rejektvandet til høj kvalitet fosforforbindelser kræver derfor, at rejektvandet oprenses, hvorved de uønskede elementer fjernes. For at sikre et højere udbytte og et lavt kemikalieforbrug skal fosforindholdet i rejektvandet desuden opkoncentreres, og der findes flere metoder til dette. I ReCoverP fokuseres der på brug af ionbyttningsmaterialer med høj affinitet for fosfat og på brug af membraner. Lagdelte dobbelthydroxider (LDH'er), der er en af de få kendte uorganiske anionbytterere, har stor affinitet for fosfat, og herved er det muligt selektivt at opkoncentrere fosfat fra rejektvandet, mens miljøproblematisk stoffer, som f.eks. tungmetaller og organiske forbindelser forbliver i væskefasen. LDH-filtermaterialet med fosfat indbygget kan derefter isoleres og fosfat frigives igen, hvorved man får en koncentreret, ren opløsning af fosfat, hvorfra det efterfølgende er nemmere at udfælde uorganiske fosfatforbindelser af høj kvalitet.

Membraner kan anvendes til at adskille og opkoncentrere fosfor fra rejektvandet. Der findes membraner, der kun tillader passage af vand, mens eksempelvis fosfat tilbageholdes – de såkaldte omvendt osmose membraner, der i dag anvendes til afsaltning af vand. For at undgå tryksætning af rejektvandet vil vi anvende en teknologi kaldet "forward osmosis", hvor havvand benyttes til at trække det ferske rejektvand ud gennem membranen. Det kan lade sig gøre, da havvand har et højt saltindhold og derfor et højt osmotisk tryk. Herved kan man reducere udgiften til opkoncentreringen. Projektet vil belyse, hvordan opkoncentreringen påvirker fosforudbyttet, kemikalieforbruget og kapaciteten af krystallisatoren.

Når fosforen i rejektvandet er blevet opkoncentreret, skal den raffineres til fosforforbindelser, der er attraktive som gødningsprodukt eller som råstof i industrien. Her er et af delprojekterne at udvikle en flertrins udkrystalliseringsproces, hvor man ved tilsætning af forskellige kemikalier kan sikre, at den genvundne fosfor omdannes til krystallinske fosforforbindelser, som f.eks. struvit og kalcium-fosfater. Man kan derved udkrystallisere fosfatforbindelserne baseret på deres opløselighed, således at de fosfatforbindelser med den laveste opløselighed udkrystalliseres i det første trin af processen. I de efterfølgende trin udfældes andre fosfatforbindelser ligeledes baseret på deres opløselighedsprodukt. Formålet med denne flertrinsproces er at optimere renheden og mængden af de udkrystalliserede fosfatforbindelser.

Yderligere information

Mere information om ReCoverP projektet kan findes på hjemmesiden www.en.bio.aau.dk/recoverp. Projektet har modtaget økonomisk støtte fra Innovationsfonden. Derudover støttes Ulla Gro Nielsen af et Villum Young Investigator Fellowship.

E-mail: Kasper Reitzel: reitzel@biology.sdu.dk

Litteratur

1. Cordell, D., Drangert, J.O. and White, S. (2009). The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* 19(2), 292-305.
2. Miljøstyrelsen (2013). Innovationspartnerskab for anvendelse af fosfor fra spildevand og spildevandsslam fra spildevandsforsyninger. Miljøprojekt nr. 1460.
3. Nielsen P.H., Saunders A.M., Hansen A.A., Larsen P., Nielsen J.L. 2012. Microbial communities involved in enhanced biological phosphorus removal from wastewater - a model system in environmental biotechnology. *Current Opinion in Biotechnology* 23, 452-459.

HIGH PERFORMANCE CRUSHING

RETSCH's new benchtop jaw crusher BB 50 reduces hard, brittle and tough samples with a feed size of up to 40 mm in one single operation to a final fineness of down to 0.5 mm!

SKANLAB

Kvinderupvej 30 · 3550 Slangerup · Tlf: 4738 1014 · www.retsch.dk

Solutions in Milling & Sieving

Nyhed!

Kryddersnaps



Snapsessenser under udtrækning.

Fra venstre: Egeknopper, bøgeknopper, salvie, skovmærke og mælkebøtterod.

Af Jens Folke

Foråret er over os. En fantastisk tid for naturstokkemikere og køkkenentusiaster. Prøv at se for en frodighed af ramsløg, foto 1, her i slutningen af april. Det er også tiden for kryddersnapse-entusiaster til at komme i gang efter vinteren. Ekstraktion er jo en af de ældste kemiske separationsteknikker, og det er jo sådan set den, der er i spil her. Vi kender den til dagligt, når vi laver kaffe og the. Ønsker vi flere upolære stoffer med over i væskefasen, kan vi blande vandet med mere eller mindre ethanol, og så er vi ovre i kategorien for kryddersnaps.

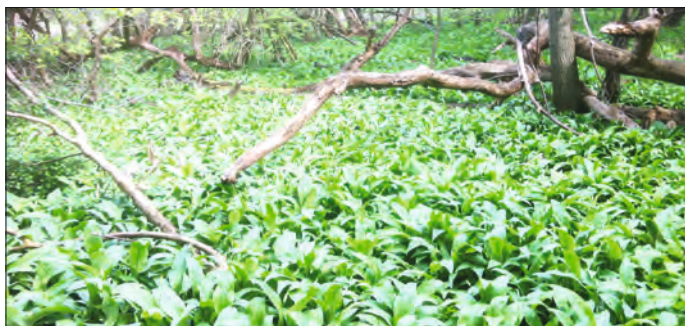


Foto 1. Ramsløg i skoven.

Jeg var på en snapsetur her i slutningen af april med Jens. S. Holm, agronom, som turler [1] og lærte et par nye ting, eksempelvis om knopper af bøg og eg, om kviste af pil og om blodrod (tormentil-rod). Specielt kan eg efter måneders ekstraktion med vodka og et til flere års lagring producere en helt fantastisk kryddersnaps, som nærmest bør kaldes nordisk cognac. Tilsvarende giver bøg en kryddersnaps med noter i retning af nordisk whisky. Klassikeren blandt snapsentusiaster er valnød. Der skal trækkes på grønne valnødder, høstet fra omkring juli-august [2].

Ved udtrækning af essenser bør man som sagt være opmærksom på alkoholprocenten i den spiritus, man anvender. Som hovedregel udtrækker vodka under 40% bedst de flygtige aromastoffer, der giver aromatiske og frugtige snaps. Man kan gå helt ned til 25% og stadig få en langtidsholdbar essens.

Bitterstoffer er ofte mere upolære og udtrækkes derfor bedst med større alkoholprocenter, hvilket kan kræve iblanding af finsprit til

vodkaen. Hvis man har husket at skrive sin logbog på flaskerne, kan man efterfølgende blande sin snaps til en ønsket drikkestyrke, omkring 35-45% for de fleste danske snaps, evt. lavere for likører.

Opskrifter og teknikker er omfattende. Selv har jeg haft stor fornøjelse af Ehler *et. al* [3]. Her deler forfatterne snapseurter op i tre kategorier:

1. De frugtige (hyldebær, æble, appelsinskal m.fl.).
2. De aromatiske (tormentil-rod (kort trækketid), krydderurter som salvie, timian m.fl.).
3. De bitre (strandmalurt, røllike, rejnfang, tormentil-rod (lang trækketid), mælkebøtterod).

Retningslinjer for trækketider er:

- Blade og blomsterknopper: Dage.
- Blomster og bær: Uger.
- Rødder og kviste: Måneder.

Ud fra essenserne kommer så tilsmagningen. Man skal have den rette balance mellem de tre smagskategorier for at lave et balanceret produkt. Eksempelvis er Jubilæumsakvavit en 40% snaps blandet af skærmdild og koriander tilsmagt med lidt eg.

Kryddersnaps er en billigere fornøjelse end de færdige købesnaps. 70 cl 37,5% vodka fås eksempelvis for 57 kr. i Netto.

Charlottes Valnøddesnaps/likør (efter Jens S. Holm)

1 liter finsprit 96%

1 kilo sukker

1 liter rødvin

25 grønne valnødder, skåret i kvarte

1 teskefuld salt

Bland det hele i en stor glasflaske og stil det køligt (gerne kælder) i knapt et halvt år.

E-mail:

Jens Folke: jens.folke@lean6sigma.eu

Referencer

1. www.nvnf.dk/Cms_Data/Contents/NVNF_Content/Media/billeder/prog-april-oktober-2015.pdf
2. www.munkholm.auget.dk/411680544.
3. Marianne B. Ehler, Niels Ehler & Jørgen Mønster Pedersen, Kryddersnaps, Politikens Forlag, 2002.

Transmitter til meget lave lufthastigheder

EE660 transmitteren fra E+E Elektronik er designet for højpræcisionsmåling af meget lave lufthastigheder. Transmitteren er den perfekte løsning til flowmåling af laminære flow og til overvågning af specielle ventilationsanlæg som f.eks. renrumsapplikationer.

E+E er kendt for at udvikle egne sensorer, og tyndfilmsensoren i EE660



arbejder efter varm film anemometer princippet, der giver fremragende nøjagtighed ned til en lufthastighed på 0,15 m/s og samtidig er ufølsom overfor forurening. Måleværdierne kan leveres som spændings- og strømsignal samt aflæses på det baggrundsbelyste LCD-display. Måleområdet (1, 1,5 eller 2 m/s) og reak-

tionstid vælges med en jumper. Målenøjagtigheden er helt ned til $\pm 0,04$ m/s i det laveste måleområde.

EE660 kan leveres for kanalmontering med sensor og transmitter i én enhed eller med transmitter og separat probe.

Yderligere information:

Hans Buch A/S
Flemming Bøge
Tlf. 43 68 52 36

Intelligente niveaumålere

Pulsars nye dBi Transducer-serie udgør en række selvstændige, intelligente, berøringsfri ultralyd-niveaumålere, som kan anvendes til såvel flydende som pulverformige medier.

Niveaumålerne fås til måleområderne 3, 6, 10 eller 15 m dybde, og kan specificeres i forskellige udførelser, afhængigt af anvendelsen, eksempelvis forsynet med flange, Teflon-belagt til korrosive betingelser, med skumbelægning eller neddykningsbeskyttelse eller med gevindtappe for nem installation.

Niveaumålerne fås i to serier:

- dBi HART-serien giver øget nøjagtighed af målingerne gennem automatisk



temperaturkompensation. Den kan også anvendes til at omregne niveauet til volumen gennem det indbyggede bibliotek over typiske tankformer, eller gennem dens evne til at anvende en 16-punkts kurvetilpasning for atypiske tankformer. - dBi Profibus-serien udnytter de høje datatransmissionshastigheder med Profibus PA til at give fuld digital kommunikation fra en DATEM-aktiv transducer.

Systemets høje opløsningsevne giver en høj nøjagtighed og et ultrahurtigt respons på kun ca. 1 sekund.

Yderligere information:

Aquasense
Sabine Rose Nørgård
Tlf. 42 42 50 80
E-mail: srn@aquasense.dk
www.aquasense.dk

Speedy Breedy til detektion af bakterier

En hurtig og sikker detektion af bakterier er vigtig for at sikre, om en prøve er steril, under grænseværdien eller kontamineret, og dette udstyr giver mulighed for at få resultatet inden for 3-24 timer.

Bactest har lanceret Speedy Breedy, et meget følsomt transportabelt instrument, der kan detektere helt ned til én bakterie i en prøve. Denne høje følsomhed gør den egnet til at måle bakterieforholdene i ethvert organisk produkt,

såfremt det kan komme ned i den sterile engangskapsel. Speedy Breedy er hurtig, deraf navnet, til at detektere, når bakterier formerer sig og er derfor optimal ved målinger, der skal foretages hurtigt efter produktion, før en vare ender i butikken. Der kan testes generelt for bakterier, samt specifikt for MRSA/Stafylokokker, Salmonella, E.coli, Streptokokker, Listeria, Pseudomonas aeruginosa og en stribe flere. Drikkevand kan undersøges præventivt eller efter en kontaminering for at se, om systemet er rent.

Hyppige applikationer er mælkeprodukter og rått kød, men generelt kan alle typer fødevarer testes. Prøven kan tilsættes kapslerne som væske, som svab, eller som knust/udblødt prøve. Andre opgaver er at teste vand på hospitaler, teste blod før det gives til patienten, teste ballastvand på skibe samt at kontrollere maling for kontaminering. Det er muligt at teste udstyret, hvis der ønskes en evaluering.

Yderligere information:

Svanholm.com
Nordic Pharma & Analyser Center
Tlf. 70 26 58 11
E-mail: julia@svanholm.com
www.svanholm.com



Svar til Tip en 13'er

Spørgsmål 1:	200 mg
Spørgsmål 2:	Reservoireffekten
Spørgsmål 3:	10 ¹⁴
Spørgsmål 4:	Chlorgas
Spørgsmål 5:	De psychrofile
Spørgsmål 6:	Jern
Spørgsmål 7:	Kinesisk malurt
Spørgsmål 8:	Thallium
Spørgsmål 9:	Marie Curie
Spørgsmål 10:	Radium
Spørgsmål 11:	August Krogh
Spørgsmål 12:	1909
Spørgsmål 13:	H.C. Ørsted

Leverandørregister

Analyse

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 analyser
udvalg til lab, pilot og proces

FTIR-udstyr



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

G

Gasdetektorer



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

Gasser

A Member of
The Linde Group | **AGA**

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
MS til styring af fermentering og
farmaceutisk pulvertørring

Mikrobiologi, udstyr t.



Bruker Daltonics Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +45 20 58 68 66 -
Fax +46 8 655 25 99
karina.petersen@bruker.com
www.bruker.com

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
NIR til QbD og PAT ved pulvertørring,
tabletproduktion 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



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

R

RAMAN-udstyr



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Råvare-identifikation og
onlinemåling i R&D og GMP

Produktion

E

Etikettering

LSS Etikettering A/S

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

F

Faremærkning



Pekema A/S

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

H

Hygiejne & Rengøring



Procurator A/S

Stærevej 2
6705 Esbjerg Ø
Tlf. 76 11 50 00 - Fax 76 11 50 01
info@procurator.dk
www.procurator.dk
Vi sikrer tryghed!

Personligt sikkerhedsudstyr



Procurator A/S

Stærevej 2
6705 Esbjerg Ø
Tlf. 76 11 50 00 - Fax 76 11 50 01
info@procurator.dk
www.procurator.dk
Vi sikrer tryghed!

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

Lyskær 9
2730 Herlev
Tlf. 44 50 00 00 - Fax 44 50 00 01
draeger-safety.dk@draeger.com
www.draeger.dk

Service & miljø

M

Miljøbeskyttelse og sikkerhed

Dansk Polyglas A/S

Industrivej 12
5672 Broby
Tlf. 62 64 12 00
www.polyglas.dk
Glasfiberarmerede miljøbokse
til krævende miljøer

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



LBK PATENT ApS

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

Software

A

Arbejdspladsbrugs- anvisninger og etiketter



CHYMEIA ApS

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

Find også dansk kemi her:

www.danskkemi-online.dk

www.facebook.com/UNG.KEMI

Eksempel på optagelse i leverandørregistret:

Fagbladsforlag (produktoverskrift) - kr. 234



(firmalogo) - kr. 222

TechMedia A/S

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

Nordens største fagbladsforlag (ekstra linie) - kr. 60

Samlet pris for ovenstående optagelse er kr. 516

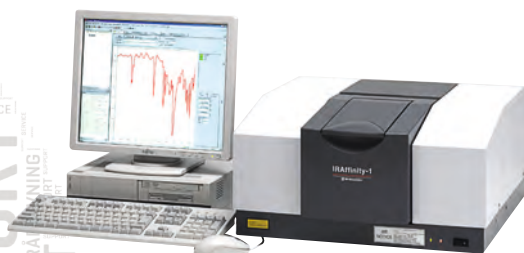
Alle priser er pr. stk. pr. udgave ekskl. moms



Shimadzu AA-7000

– AAS FTIR-instrument til de krævende applikationer.

- ✓ Findes både til Flamme og Grafit-ovn afhængig af behovet for følsomhed
- ✓ Modulært system som kan udvides efter behov
- ✓ Karrusel med plads til 6 lamper sparer tid og øger fleksibiliteten
- ✓ Højt sikkerhedsniveau med vibrationssensor og gas-leak-detektor
- ✓ Stort tilbehørsprogram til alle applikationer



Shimadzu IRTracer-100

– FTIR-instrument til de krævende applikationer.

- ✓ Uhørt følsomhed med signal/støj-forhold på 1:60.000
- ✓ Opnå bedste nøjagtighed og identifikation ved hjælp af high-resolution spectra (Resolution: 0,25 cm⁻¹)
- ✓ Yderst velegnet til kinetik-studier med mulighed for op til 20 spectra pr. sekund
- ✓ Stort tilbehørsprogram til alle applikationer

 SHIMADZU



ICPE-9000

- ✓ Høj følsomhed og lav støj med CCD detektor
- ✓ Både axial og radial observation for at øge følsomheden og undgå forurening ved høje koncentrationer
- ✓ Vacuum spectrometer giver høj følsomhed og reducerer drift-omkostningerne, da der ikke skal anvendes detektorgas
- ✓ CCD detektor med 1024 x 1024 pixel og antirefleksbehandling



Shimadzu UV-3600

– Til den krævende opgave - Ultra lavt Stray light, Høj følsomhed og høj resolution

- ✓ UV-VIS- NIR 185-3300nm
Ultra lavt Stray light
< 0.00005% (340 nm, NaNO₂)
- ✓ Laveste Støj i verden: 0.00005 Abs (500 nm), 0.00008 Abs (900 nm), 0.00003 Abs (1500 nm)
- ✓ Slit width 2nm, RMS value at 1 sec. response
- ✓ Stort tilbehørsprogram kan tilkøbes: Ekstra stort prøverum, Integrating Sphere, Polariometer etc.



Shimadzu UV-1800

– Til rutine og forskning, der kræver præcision, robusthed og nem datahåndtering

- ✓ Bredt arbejdsområde 190-1100nm
- ✓ Standalone eller PC-styret (PC-software medfølger) eller tag data ud på USB-pen
- ✓ Slitbredde 1nm (Lever op til Farmakopeen)
- ✓ Dobbeltstrålet
- ✓ Bredt tilbehørsprogram

Info uden støj

