

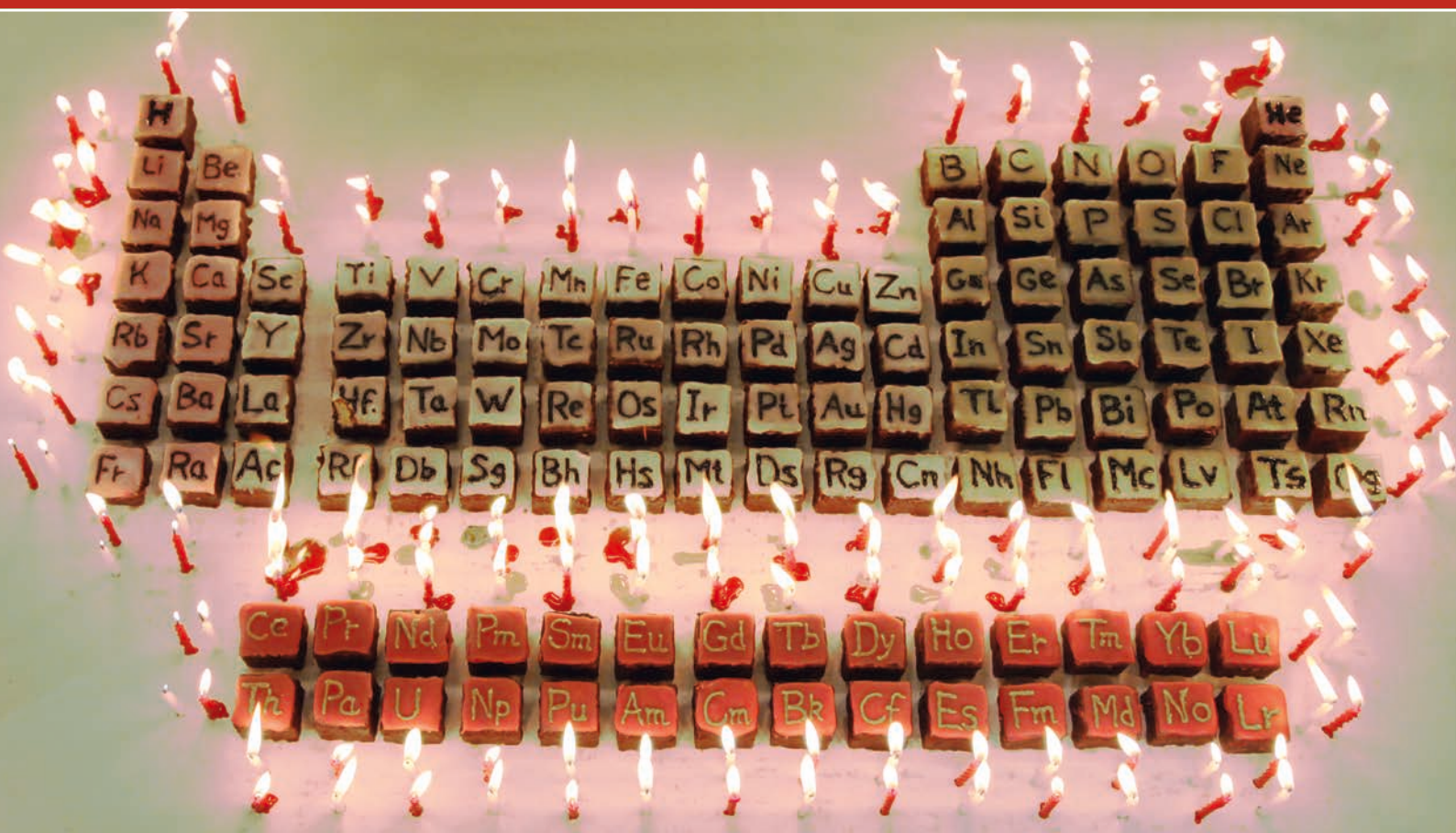
Dansk Kemi

Nummer 8 - November 2019 / 100. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

Anvendelse af
Aerosolmassespektrometri

Carlsbergulykken
og nitrose gasser



Periodesystemets næste 150 år

dialabxpo.dk

TAK OG PÅ GENSYN PÅ DIALABXPO

29. sept. – 1. okt. 2020 i MCH Messecenter Herning

f in

DiaLabXpo

MCH Messecenter Herning • 29. sept. - 1. okt. 2020

INDHOLD



8



10



18



30

1 Forside:

Forsiden med titlen "at brænde 150 lys på én gang" er udarbejdet af Jesper Bendix i anledning af afslutningen på fejringen af periodesystemets 150-års fødselsdag.

8 Verdensmål nr. 3: Sundhed og trivsel

WHO definerer sundhed som "a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity".

10 Anvendelse af Aerosolmassespektrometri

Med lanceringen af Aerosol Chemical Speciation Monitor, ACSM, er det nu blevet muligt at monitorere hovedparten af kemiske parametre i fine partikler online gennem perioder fra måneder til år.

14 Investeringsfonde katalyserer kommercialisering af banebrydende bioteknologi

Novo Seeds skaber nordiske opstartsvirksomheder i samarbejde med entreprenører og indgår aktivt i processen med at tiltrække vækstkapital fra danske og internationale investorer.

18 Carlsbergulykken

En dødsulykke på Carlsberg i 1968 grundet indånding af nitrose gasser fik stor medieomtale. De ramte var symptomfri på skadestuen, blev sendt hjem, men blev dårlige om aftenen og døde tidligt næste morgen grundet vand i lungerne.

23 Artikel 8: Periodesystemets næste 150 år

Causierierne omkring periodesystemet afrundes med nogle forsøg på at være lidt fremadskuende.

26 Grundstofnavnene i arbejde for kemien. IV. Additive navne

Komplekskemi: da det hele begyndte...

27 Løst og fast om grundstofnavnene selv, især de nyeste

Periodesystemets jubilæumsår går så småt på hæld og vil blive formelt rundet af af IUPAC i Japan i december.

29 Tilsmagning af saucer, supper, ragouter m.m.

Jeg har siden 2017 på systematisk vis gennemgået nogle grundlæggende elementer og teknikker i madlavningen; først med emnet "dispersioner", altså blanding af heterogene faser i for eksempel dressinger, røgeprocesser, brødbagning og skum.

TechMedia

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

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

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

Ledelse:

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

Redaktionskomité:

Professor Anne S. Meyer (formand)
Professor, dr. scient. Mikael Bols
Professor Morten J. Bjerrum
(Kemisk Forening)
Lektor, dr. phil. Carl Th. Pedersen
Lektor, ph.d. Peter Szabo
(Kemiingeniørgruppen)
Professor, forskningschef Lars Wiebe
Lektor, civilingeniør, ph.d.
Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foersom
(Næstformand, Kemilærerforeningen)
Konsulent Nikolai Stubkjær Nilsen
Procesindustrien
Seniorforsker, ph.d.
Peter Have Rasmussen
Gruppenleder, EHS, FMC site Rønland
Inge Margrethe Jensen
Fagkonsulent Mette Malmqvist

Bladsekretær

Heidi Thode
Tlf. 43 24 26 62
ht@techmedia.dk

Annoncer:

Jesper Bækmark
Tlf. 43 24 26 77
jb@techmedia.dk

Annonceproduktion:

Marianne Dieckmann
Tlf. 43 24 26 82
md@techmedia.dk

Hjemmeside:

www.kemifokus.dk

Layout:
Trine Plass

Trykt på miljøvenligt
papir med vegetabiliske
miljøfarver.

Tryk:
PE Offset A/S

Abonnement:

Ændring/opsigelse sendes til:
abonnement@techmedia.dk
Bestil abonnement direkte på:
www.techmedia.dk

Oplag: 4.196
Online læsere: 2.138

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

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



Scan og hent Dansk Kemi's
medieinformation 2020 her!
Hent QR Scanner,
hvor du normalt henter apps.

HOW SUITE IT IS



DISCOVER the **BEST**
DSC, TGA, SDT & DMA
systems **EVER**
designed.

- Highest sensitivity and flattest baselines
- Most accurate temperature control
- Best atmosphere control for optimal sample-gas interaction
- Rugged and reliable automation
- Unrivaled strain control and force sensitivity
- TRIOS the most versatile control and analysis software
- The industry's only 5-year furnace warranty



Helt nye metoder inden for genom- og proteinforskningen: Borgerinddragelse

”Åbne computerspil er et interessant eksempel på, hvordan løsningen af et komplekst videnskabeligt spørgsmål kan findes

”Phylo”, ”EteRNA” og ”Foldit” er navnene på en ny type gratis, online computerspil, hvor man via nettet inddrager ukendte spillere, såkaldte ”citizen scientists”, i at løse ægte videnskabelige problemstillinger. De tre spil nævnt her vedrører det protein-teknologiske område og handler om hhv. sammenligning af genomers DNA-sekvenser, design af RNA og design og foldning af proteiner. Forskningsopgaven løses dermed i et åbent laboratorium, hvor spillerne scorer point på at løse disse reelle forskningsfaglige problemstillinger, som man ikke har en optimal løsning på i forvejen. De her nævnte eksempler er samtidig områder, hvor størrelsen af udfaldsrummet er enormt stort. Dvs. hvor eksisterende algoritmer må benytte for mange restriktionsregler, da datakapaciteten til løsning via komplet sammenligning af de mulige udfald overgår dét, selv de stærkeste computere kan klare.

”Phylo” startede allerede i 2011, fordi det ikke var muligt at sammenligne større genomsekvenser, som indeholder milliarder af nukleotider, uden at indføre forskellige begrænsende restriktioner i algoritmen. Samme type problem gælder for RNA design og protein-foldning, hvor det erkendes, at for mange restriktioner begrænser prediktion og design af nye RNA og proteinmolekyler. ”EteRNA” fik hurtigt over 37.000 deltagere og i spillet ”Phylo” nåede man op på at modtage i alt over 250.000 mulige løsninger på et halvt år fra mere end 12.000 deltagere (heraf var ca. 25 procent på adskillige gange). Mens deltagerne spiller, sammenlignes resultaterne på et overordnet plan af udbyderne, som i disse tilfælde er forskellige universitetsmiljøer.

”Phylo” udbydes af McGill University, Canada, ”EteRNA” er et samarbejde mellem Carnegie Mellon og Stanford University, USA og ”Foldit” udbydes af University of Washington, USA. Denne nye udnyttelse af kollektiv intelligens eller ”crowd sourcing” er relevant, fordi mange forskellige løsninger og tilgange kan afprøves. På denne måde opstår muligheden for at finde det optimale udfald. Som bekendt er for eksempel korrekt foldning af et protein en helt afgørende forudsætning for proteinets optimale biologiske funktion. Foldningen sker til den laveste energi-tilstand. I ”Foldit” scores resultatet via en energiberegning i Rosetta-program suiten, efter at deltagerne præsenteres for en aminosyresekvens (Rosetta er udviklet af David Bakers gruppe ved University of Washington. Den basale del af programmet er gratis til ikke-kommerciel brug). Nogle af de proteindesigns, som er opstået i spillet ”Foldit”, er blevet brugt i ægte forskningsprojekter, og det seneste nye er, at deltagerne herudover selv kan generere nye sekvenser og dermed designe nye proteinstrukturer, som nu har medført, at der er lavet syntetiske proteiner designet fra scratch (se <https://fold.it/portal/>).

Disse spil er et interessant eksempel på, hvordan løsningen af et komplekst videnskabeligt spørgsmål kan omdannes til et moderne computerspil. Sådanne åbne computerspil er samtidig en metode til at oplyse samfundet om forskning på, her for eksempel specifikt om molekylærbiologiske emner, eksempelvis hvordan et funktionelt protein afhænger af et korrekt fold. Det her kan også være en ny måde at tiltrække og udvikle forskningstaler til de vigtige STEM-uddannelser (Science, Technology, Engineering, Mathematics)!

Glædelig jul.

Anne Meyer, DTU



Double Beam UV-Vis/NIR

“One-Drop” & Integrating Spheres accessories

Absolute Reflectance accessory

IQ Accessory recognition

V-780 – Unique High Sensitivity NIR

Simultaneous Dual Wavelength Measurement



V-700 Series ... UV-Vis/NIR Spectrophotometers



Biolab A/S Sindalsvej 29 DK-8240 Risskov
Telefon +45 8621 2866 E-mail: sales@biolab.dk
www.biolab.dk

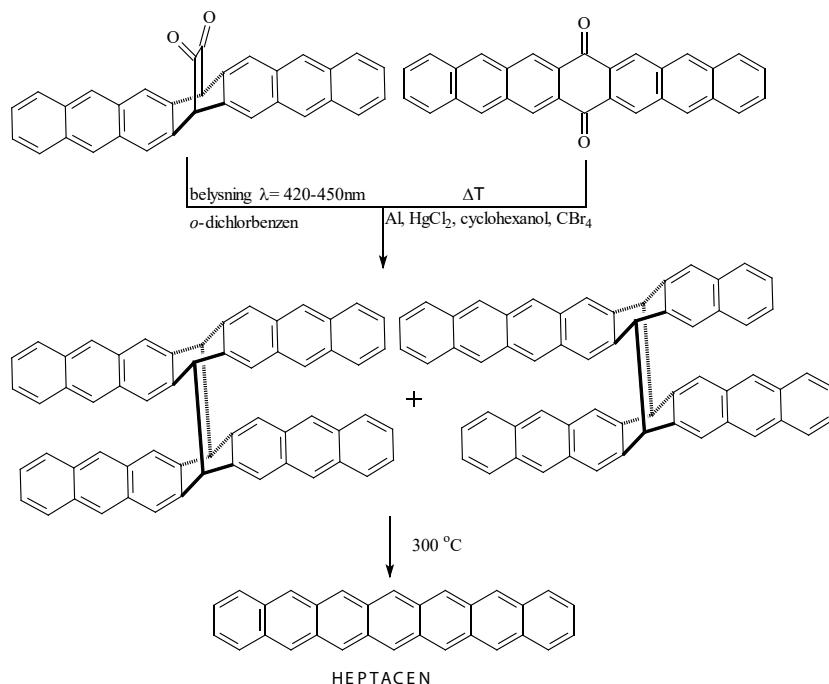
Nyt om ...

... Usædvanlige carbonhydrider – heptacen

Acener er lineært annelerede aromatiske carbonhydrider bestående af benzenkerner. Heptacen, som er opbygget af syv benzenkerner, blev påstået syntetiseret allerede i 1942. Det viste sig dog ikke at være korrekt. I 2006 blev den syntetiseret; men blev kun isoleret indesluttet i en polymermatrix, hvorfor man sluttede, at den var ustabil. Den er nu isoleret i fast tilstand som en film, der kan eksistere i fravær af oxygen i flere uger ved stuetemperatur. Det formodes, at den kan anvendes i lysdioder og solceller.

Carl Th.

Heptacene: Characterization in Solution, in the Solid State, and in Films, *Journal of the American Chemical Society* 2017, **139**, side 4435. DOI: 10.1021/jacs.6b13212.



Set på DiaLabXpo

Virtual Reality – det virtuelle laboratorium

På Holm og Halbys stand på DiaLabXpo-messen, der for nylig blev afholdt i Lokomotivværkstedet i København, kunne man blandt andet stifte bekendtskab med Virtual Reality. Her fik de besøgende et par VR-briller på, og så kunne de ellers prøve at arbejde i et virtuel LAF-kabinet.

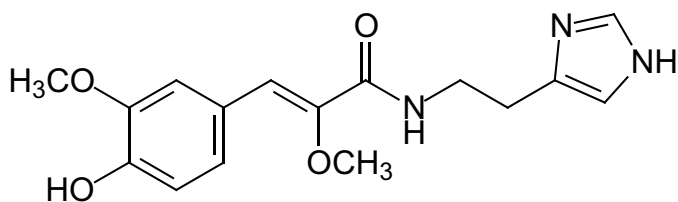
Baggrunden er, at Holm og Halby tilbyder et kursus i, hvordan man arbejder i et LAF-kabinet – et kursus, der afsluttes med, at man tager et LAF-kørekort. Og netop i forbindelse med dette kursus, anvendes der Virtual Reality.

På Holm og Halbys stand kunne man også se ”Blodbankernes favorit”, som er den nye -86 graders fryser fra Hayer. Den nye fryser har et væld af nye og praktiske features, som mange blodbanker sætter stor pris på.

Klaus Hansen

Nyt om ...

... Skorpiongift indeholder et alkaloid



Der har hidtil kun været isoleret polypeptider og proteiner fra skorpiongift. Der er nu blevet isoleret et alkaloid fra giften fra en 4 cm stor skorpion *Megacarmus gertschi*, der lever i Mexico. Alkaloidet, som udgør en væsentlig del af skorpionens gift, er identificeret som (Z)-N-(2-(1H-imidazol-4-yl)ethyl)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-methoxyacrylamid som vist. Det er blevet syntetiseret i 73 procent udbytte ud fra histamin og vanillinderivater. Forbindelsen minder i struktur om stoffer, der kan sænke blodtrykket.

Carl Th.



An Alkaloid from Scorpion Venom: Chemical Structure and Synthesis, *Journal of Natural Products*, 2018, **81** side 1899. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.8b00527.

Indstil kandidater til Den danske polymerpris – ATV | Elastyrenprisen 2020



Akademiet for de
Tekniske Videnskaber

Den danske polymerpris –
ATV | Elastyrenprisen uddeles hvert
år til en forsker, der har udmærket sig
gennem nytænkning og markante
resultater inden for kemisk forskning i
og udvikling af syntetiske eller biologiske
polymerer til medicinsk anvendelse.

Forskere fra såvel universiteter som
det private erhvervsliv kan komme i
betragtning.

Prisen er på 100.000 kroner og uddeles
på ATV's årsmøde. Prisen gives som en
personlig anerkendelse og kan deles
mellem flere prismodtagere.

**Indstilling eller ansøgning sendes
senest fredag den 21. februar 2020
til ATV på atvmail@atv.dk.**

Yderligere oplysninger ved henvendelse
til chefsekretær Lise Thurmann på
telefon **45 88 13 11** og på www.atv.dk

“**Lektor Henrik Birkedal er
en internationalt yderst
anerkendt forsker. Han
er førende inden for sit
felt, specielt hvad angår
forskning i og udvikling af
selvhelende polymergeler.**”

FRA PRISKOMITEENS BEGRUNDELSE
FOR AT TILDELE PRISEN I 2019 TIL LEK-
TOR HENRIK BIRKEDAL, INSTITUT FOR
KEMI, AARHUS UNIVERSITET



Verdensmål nr. 3:

Sundhed og trivsel

3 SUNDHED OG TRIVSEL



WHO definerer sundhed som *"a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity"*.



På globalt niveau er millioner af menneskers sundhed og trivsel på et uacceptabelt niveau. Selvom forekomsten af for eksempel smitsomme sygdomme som HIV og tuberkulose er for nedadgående, mens malaria er stagnerende, er det fortsat et massivt problem. Cancer dræber 9-10 millioner per år, heraf ca. 70 procent i lav- og middelindkomstlande. Mere end 8 millioner lider af tobaksrelaterede sygdomme. Urent drikkevand og fejlnæring bærer ansvaret for sygdom (og død) for millioner af mennesker, herunder ikke mindst svangerskabsrelaterede dødsfald og børnedødelighed.

Set gennem kemiske briller er de store udfordringer, og et specifikt delmål for Verdensmål 3, i væsentlig grad at reducere antallet af dødsfald og sygdomme, der kan relateres til farlige kemikalier,

vand- og jordforurening og kontaminering og ikke mindst luftforurening, der er ansvarlig for hjerte-kar- og luftvejs sygdomme med ca. 7 millioner årlige dødsfald til følge. Overordnet kan mere end 100 forskellige sygdomme relateres til forurening, udsættelsen for kemiske stoffer, klimaændringer og ultraviolet stråling.

Udfordringerne for kemikeren er til at få øje på, både i relation til at forebygge (rent vand, sanitet, hygiejne, forureningsbekæmpelse fra landbrug og industri, fødevarer, sikkerhed, uddannelse etc) og til at helbrede (sunde fødevarer, lægemidler etc).

Som eksempler kan nævnes danske virksomheder som Chr. Hansen, der hjælper fødevarereproducenter med naturlige ingredienser, der skal sikre sunde

■ Relaterede verdensmål:

- Mål 1: Afskaf fattigdom
- Mål 2: Stop sult
- Mål 4: Kvalitetsuddannelse
- Mål 5: Ligestilling mellem kønnene
- Mål 6: Rent vand og sanitet
- Mål 11: Bæredygtige byer og lokalsamfund
- Mål 17: Partnerskab for handling

produkter og Aquaporin, der udvikler membraner til vandrensning. Også BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) bidrager gennem deres arbejde med kemisk metrologi indirekte til en række af verdensmålene, herunder Mål 3, blandt andet omkring nødvendigheden af nøjagtige kemiske målinger i samarbejde med WHO.

Lars Carlsen,
lc@awarenesscenter.dk

For detaljer om verdensmål 3,
se <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg3>

Metrohm

– specialiseret miljøanalyse til vand-, jord- og luftprøver

Metrohm tilbyder dig komplette løsninger til specifikke analytiske problemstillinger. Som en førende producent af instrumenter til kemiske analyser, kender vi til disse udfordringer. Vi tilbyder dig state-of-the-art instrumenter

og systemer, som du kan bruge til at overvåge sammensætningen af dine vand-, jord- og luftprøver. Opdag de løsninger, Metrohm tilbyder, til analyse i miljøsegmenterne vand, jord og luft.



2060 MARGA – Online overvågning af luftkvalitet. Luftkvaliteten er kritisk for vores helbred og miljø. For at overvåge luftkvaliteten præsenterer Metrohm 2060 MARGA – "Monitor for AeRosols and Gases in ambient Air".

Nøglefunktioner

- ✓ Kontinuerlig overvågning og analyse af vandoopløselige gasser og aerosoler 24/7 året rundt.
- ✓ Målte gasser: Saltsyre (HCl), Salpetersyre (HNO₃), Salpetersyring (HONO), Svovldioxid (SO₂), Ammoniak (NH₃)
- ✓ Målte aerosol ioner : Klorid (Cl⁻), Nitrat (NO₃⁻), Sulfat (SO₄²⁻), Ammonium (NH₄⁺), Kalium (K⁺), Calcium (Ca²⁺), Magnesium (Mg²⁺)

Ionkromatografi – fleksibel og robust.

Metrohms applikationer indenfor ionkromatografi spænder vidt. Også indenfor miljøanalyser. Designet til forskning og sofistikeret metodeudvikling giver dig den ultimative fleksibilitet og robusthed, du kan forvente af en ionkromatograf.

Nøglefunktioner

- ✓ Robust og fleksibel - Brug enhver form for kolonne, gradient, væskehåndtering, suppression og detektion - der er ingen begrænsninger for systemkonfigurationen.
- ✓ Tidsbesparende - Kan kombineres med Metrohms automatiserede prøveforberedelser.
- ✓ Du sparer penge – Har lave forbrugsomkostninger, ingen udgifter til sprøjtefiltre og suppressor.



Du kan finde yderligere information på www.metrohm.dk eller kontakte os på mail@metrohm.dk eller tlf.: 70 200 561

Anvendelse af Aerosolmasse-spektrometri

Online-analyse af atmosfæriske partikler

Med lanceringen af Aerosol Chemical Speciation Monitor, ACSM, er det nu blevet muligt at monitorere hovedparten af kemiske parametre i fine partikler online gennem perioder fra måneder til år. Faktoranalyse af måledata giver desuden vigtige oplysninger om kilder, der kan anvendes i forbindelse med at nedbringe emissioner eller tilvejebringe oplysninger om eksponering af befolkningsgrupper.

Foto: Pixabay.com.



ACSM anvendes efterhånden i en række overvågningsopgaver, blandt andet inden for ACTRIS-netværket såsom i kontinental baggrund på Montsec i Pyrenæerne, Jungfrauoch og Paris, hvor instrumentet har muliggjort kemisk karakterisering af PM₁ over tidsserier fra måneder til år. Her illustreret ved et billede fra Pyrenæerne.

Af Jacob Klenø Nøjgaard,
Institut for Miljøvidenskab,
Aarhus Universitet

ACSM har til forskel fra AMS ikke mulighed for at analysere i høj opløsningsevne, opdele den kemiske sammensætning efter partikelstørrelse, endsize BC (se faktaboks). Opløsningsevnen er omkring 600 for ToF-ACSM-versionen med en 30 minutters detektionsgrænse, hvilket er sammenligneligt med ét-minuts målinger med AMS. Det betyder, at der er nogle molekylfragmenter, som ikke kan skelnes fra andre, hvilket i princippet kan føre til fejltolkninger. ACSM har 100 procent transmission af partikler i området 150-450 nm og 15 procent transmission for 1 µm partikler. For nylig er der dog udviklet et aerodynamisk inlet, der tillader passage af partikler op til 2,5 µm, hvilket er sammenligneligt med PM_{2,5} størrelsesfraktionen, der anvendes rutinemæssigt inden for luftkvalitet.

Ligesom AMS kvantificerer ACSM NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺, Cl samt OM, der kan fordampe ved temperaturer over 600°C og 10⁻¹⁰ bar.

Ved at kombinere ACSM-målinger med online BC-målinger fås en quasi-PM₁ eller quasi-PM_{2,5}, dvs. en tilnærmet værdi for PM₁ eller PM_{2,5}, da disse komponenter udgør langt størstedelen af partikelmassen. De vigtigste komponenter som udelades, er Na⁺ og Cl⁻ fra marine kilder og vejsaltning. Målingerne af OM med aerosolmassespektrometre har til gengæld den store fordel, at de måler OM og ikke blot organisk kulstof (OC), hvor der efterfølgende skal estimeres en faktor OM/OC for at konvertere til OM. Der har været afholdt to store intercomparisons [1] af ACSM i 2013 og 2016, hvor variationen instrumenter imellem var fundet til at ligge inden for 30 procent.

Måling af partikler i høj tidsopløsning

ACSM anvendes efterhånden i en række overvågningsopgaver, blandt andet inden for ACTRIS [2] netværket såsom i kontinental baggrund på Montsec i Pyrenæerne [3], Jungfrauoch [4] og Paris [5], hvor instrumentet har muliggjort kemisk karakterisering af PM₁ over tidsserier fra måneder til år. Netop måling af partikler i høj tidsopløsning har i praksis kun været mulig med AMS over kortere kampanjer, mens lange tidsserier i daglig tidsopløsning har været beholdt offline analyse af partikelfiltre. Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab har desuden haft en ToF-ACSM stående ►

Velkommen til fremtiden

29. september – 1. oktober 2020



Styrk dine kunderelationer på FoodTech 2020

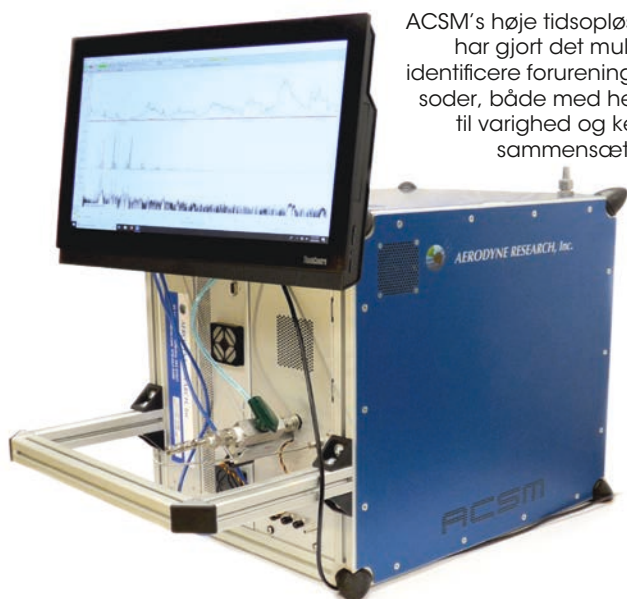
FoodTech er fødevareindustriens mødested. Her kan du finde inspiration, opleve fremtidens løsninger, skabe relationer og få ny viden med hjem – alt samlet på ét sted.

Vær med til at sætte fokus på fremtidens fødevareindustri på FoodTech.

Reserver din standplads allerede nu.

Læs mere på foodtech.dk/tilbud-messestand

FOODTECH
PROCESSING & PACKAGING | 29 SEPT. - 1 OCT. 2020



ACSM's høje tidsopløsning har gjort det muligt at identificere forureningsepisoder, både med hensyn til varighed og kemisk sammensætning.

på Villum Research Station i Nordgrønland i forår-sommer 2016 og måle arktisk baggrund.

I Pyrenæerne, 1.570 m over havet, har et 10 måneders studie afsløret variationen i organiske aerosoler. Her var 71 procent såkaldt *Oxygenated Organic Aerosol* (OOA), hovedsageligt SOA. Fem procent var *Hydrocarbon-like Organic Aerosol* (HOA), dvs. primære partikler fra afbrænding af oftest fossile brændstoffer, og 24 procent stammede fra biomasseafbrænding (BBOA). OOA kunne videre opdeles i semi-volatility (SV-OOA) og low volatility (LV-OOA) fraktioner, der blandt andet bestemmes af historikken med hensyn til atmosfærisk oxidation. Dette kan sammen med døgnvariationen i kilderne udnyttes til at vurdere betydningen af lokale kilder versus langtransporterede partikler. En anden og mere simpel metode, der også er anvendt på Jungfraujoch er at kigge på andelen af for eksempel m/z 43, 44 og 60 i forhold til det samlede organiske signal kombineret med back-trajectory analyser eksempelvis med Hysplit [6]. Ofte bruges faktoranalyse, typisk *Positiv Matrix Factorisation* (PMF) og markørioner kombineret med Hysplit til at udrede kilder til atmosfæriske partikler. I omegnen af Paris blev ACSM og målinger af BC således kombineret til en quasi- PM_{10} partikelkoncentration og kilderne hertil samt geografisk oprindelse bestemt på baggrund af en toårig måleperiode. Dette studie viste i overensstemmelse med flere andre

Aerosolmassespektrometre

De mest almindelige aerosolmassespektrometre er *Aerosol Mass Spectrometer* (AMS) og *Aerosol Chemical Speciation Monitor* (ACSM), begge fra det amerikanske firma Aerodyne [8] i Boston, Massachusetts. AMS [9] er i sin mest avancerede udgave, *Soot-Particle-High Resolution-Time-of-Flight-Aerosol Mass Spectrometer* (SP-HR-ToF-AMS) et forskningsinstrument med en høj opløsningsevne af en masseenhed (Dalton) på 5.000, der udover standardkomponenterne nitrat (NO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}), ammonium (NH_4^+), klorid (Cl) og organisk stof (OM) kan kvantificere sod (engelsk *Black Carbon* (BC)) og sammensætningen heraf i høj tidsopløsning (sekunder).

Kemisk sammensætning af atmosfæriske partikler i real-time kvantificeret efter partikelstørrelse i intervallet 40-1.000 nm med så lave detektionsgrænser som 30 ng/m^3 for ét-minuts målinger har gjort, at AMS er solgt i over 100 eksemplarer og er velkendt i de fleste forskningsgrupper inden for atmosfærekemi.

Instrumentet er imidlertid kompliceret og arbejdskrævende at anvende, og behovet for et simplere instrument førte hurtigt til udviklingen af ACSM, først med et simpelt quadrupol-massespektrometer [11] og senere med et Time-of-Flight massespektrometer [12]. ACSM er simplere at anvende end AMS og egner sig til at monitorere atmosfæriske partiklers sammensætning over lang tid, også på lokationer med et minimum af uddannet personale, da mange opgaver kan løses med fjernadgang.

AMS og ACSM opsamler partikler og gasser gennem et aerodynamisk inlet bestående af en række linser, som tillader passage af partikelstørrelser på op til 1.000 nm. Ligesom for andre online massespektrometre er der ingen kromatografi før ioniseringen, hvilket betyder, at detektoren måler alle molekylfragmenter fra alle fordampelige stoffer på én gang. Der anvendes *elektron impact* ionisering med en energi på 70 eV, hvilket forårsager en udtalt fragmentering af de fleste stoffer. Dette har betydning for anvendelsen af resultaterne.

Typisk kvantificeres enkeltstoffer i monitorerings-sammenhæng, eksempelvis det kræftfremkaldende stof benzo[a]pyren, der overvåges i det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA), delprogram for Luft varetaget af Aarhus Universitet.

Aerosolmassespektrometre giver derimod kun oplysninger om enkeltkomponenter, hvis de har specifikke molekylfragmenter eller specifikke forhold herimellem. Det gælder NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ og Cl, men kun få organiske stoffer som *Polycykliske Aromatiske Hydrocarboner* (PAH), der giver stabile molekylarioner ved *elektron impact* ionisering. De enkelte organiske molekylfragmenter afhænger af de funktionelle grupper i det oprindelige molekyle, og dermed også kilderne til partiklerne.

Partikler fra forbrænding af fossile brændstoffer indeholder alkaner og aromatiske forbindelser, mens Sekundære Organiske Aerosoler (SOA) er rige på oxygen fra carboxylsyrer mv., der danner fragmentionerne CO^+ og CO_2^+ .

Methansulfonsyre er et oxidationsprodukt af dimethylsulfid fra havorganismer. I aerosolmassespektrometre dannes fragmentet CH_3-SO_2 ved m/z 79, der er en markør for marin SOA. Ved biomasseafbrænding dannes sukkeranhydridet levoglucosan ved pyrolyse af cellulose. Levoglucosan danner fragmenterne m/z 60 og m/z 73.



I omegnen af Paris blev ACSM og målinger af BC kombineret til en quasi- PM_{10} partikelkoncentration. Studiet viste, at de højeste partikelkoncentrationer blev observeret om vinteren og i foråret, mens sommerperioden udviste de laveste forureningsniveauer.

nordeuropæiske studier, at de højeste partikkelkoncentrationer blev observeret om vinteren og i foråret, mens sommerperioden udviste de laveste forureningsniveauer. OM dominerede PM_{10} efterfulgt af NH_4NO_3 . Ved at benytte forholdet mellem SO_4^{2-} og optiske målinger af BC ved flere bølglængder i høj tidopløsning, var det desuden muligt at identificere flere lokale og regionale brænderøgsepisoder.

Vigtige fordele ved brug af ACSM

ACSM's høje tidsopløsning har gjort det muligt at identificere forureningsepisoder, både med hensyn til varighed og kemisk sammensætning. Koblingen af ACSM måledata med faktoranalyse gør endvidere metoden særdeles egnet til kildeidentifikation. Værktøjet *Source Finder* (SoFi) er udviklet til ACSM og anvender PMF til at tilordne de organiske molekylfragmenter til kilder, der har specifikke markører eller sammensætning af molekylfragmenter. Kilder til organiske partikler på en landlig lokation uden for Utrecht [7] i Holland i juli 2012-juni 2013 udgjorde således 8-16 procent trafikemissioner, 0-23 procent brænderøg og 61-84 procent SOA, der kunne opdeles videre i HULIS med et højt O/C-forhold og en anden såkaldt oxygenet organic Aerosols.

De åbenlyse fordele ved ACSM, og især anvendelsen af kildeidentifikation, taler for en større udbredelse af instrumentet, både til at kortlægge og begrænse antropogene kilder, men data kan også have sundhedsmæssig relevans, eksempelvis til at vurdere eksponeringen af befolkningsgrupper for partikelforurening.

E-mail:

Jacob Klenø Nøjgaard: jakn@envs.au.dk

Referencer

1. Freney et al., 2019. The second ACTRIS intercomparison (2016) for Aerosol Chemical Speciation Monitors (ACSM): Calibration protocols and instrument performance evaluations. *Aerosol Science and Technology* 53, 830-842.
2. ACTRIS, www.actris.eu.
3. Ripoll et al., 2015. Long-term real-time chemical characterization of submicron aerosols at Montsec (southern Pyrenees, 1570 m a.s.l.). *Atmos. Chem. Phys.* 15, 2935-2951.
4. Fröhlich et al 2015 Fourteen months of on-line measurements of the non-refractory submicron aerosol at the Jungfraujoch (3580 m a.s.l.) – chemical composition, origins and organic aerosol sources. *Atmos. Chem. Phys.* 15 11373 11398.
5. Petit et al 2015 Two years of near real-time chemical composition of submicron aerosols in the region of Paris using an Aerosol Chemical Speciation Monitor (ACSM) and a multi-wavelength Aethalometer. *Atmos. Chem. Phys.* 15, 2985-3005.
6. <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>.
7. Schlag et al., 2016. Aerosol source apportionment from 1-year measurements at the CESAR tower in Cabauw, the Netherlands. *Atmos. Chem. Phys.* 16 8831-8847.
8. www.aerodyne.com.
9. Dansk kemi 94, 9, 2013, side 22-23.
10. Oplosningsevne eller Resolution betegner et massespektrometers formåen til at adskille ioner ved to masseladningsforhold m_1 og m_2 , og $DM = m_2 - m_1$. Jo højere oplosningsevne, des tættere liggende masser kan adskilles.
11. Ng et al., 2011. An aerosol chemical speciation monitor (ACSM) for routine monitoring of the composition and mass concentrations of ambient aerosol. *Aerosol Sci. Technol.* 45 (7), 780-94.
12. Fröhlich et al., 2013. The ToF- ACSM: A portable aerosol chemical speciation monitor with TOFMS detection. *Atmos. Meas. Tech.* 6 (11), 3225-41.

GERSTEL



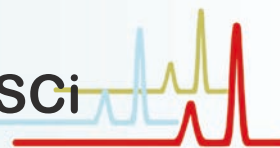
Automatiseret

Dynamisk HeadSpace

- til GC og GCMS
- ppt niveau
- følsomhed 50 x statisk headspace
- følsomhed 10 x SPME
- DHS - large volume
- mulighed for DHS-FE



MSCi



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

Investeringsfonde katalyserer kommercialisering af banebrydende bioteknologi

Novo Seeds skaber nordiske opstartsvirksomheder i samarbejde med entreprenører og indgår aktivt i processen med at tiltrække vækstkapital fra danske og internationale investorer.

Af Thomas Grotkjær, Principal, Novo Seeds, Morten Graugaard Døssing, Partner, Novo Seeds og Søren Møller, Managing Partner, Novo Seeds, Novo Holdings A/S

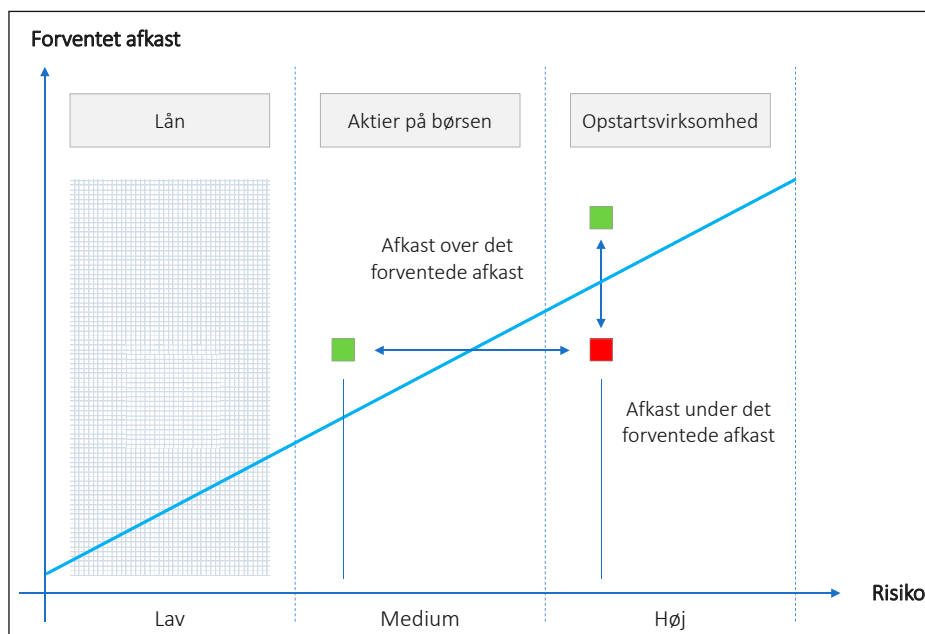
Universiteterne er en rugekasse for nye ideer, som har potentialet til at være af kommerciel værdi for forskere, entreprenører, investorer og ikke mindst samfundet. I langt de fleste tilfælde er der en lang og risikofyldt vej fra idé til

kommerciel succes. Dette skal specielt ses i lyset af den internationale konkurrence inden for teknologiudvikling, hvor universiteter, hospitaler og virksomheder konstant patenterer deres ideer for at opnå en unik markedsposition. Tiden til at opbygge og cementere en stærk teknologi- og markedsposition er derfor begrænset, og vækstkapital er derfor en nødvendighed for at accelerere udviklingen. Novo Seeds er en specialiseret biotekinvestor, som hjælper nordiske opstartsvirksomheder i den tidlige fase med at udvikle forretningen samt tilvejebringe den nødvendige kapital.

Fødekæden til nye virksomheder inden for (bio)teknologi starter typisk med banebrydende forskning samt en eller flere entreprenører, som gerne vil forfølge ideen kommercielt. I andre brancher startes der oftere med et større fokus på forretningskonceptet og markeds potentialet, men endemålet er det samme for alle ideer: Drømmen er at skabe en succesfuld virksomhed.

Venturekapital er til virksomheder med kapitalkrav og et stort vækstpotentiale

I denne artikel beskriver vi, hvordan venturekapital bruges til at opbygge teknologitunge virksomheder. I den forbindelse skal det nævnes, at der selvfølgelig er andre måder at opbygge en virksomhed på. En konsulentvirksomhed



Figur 1. Illustration af det forventede afkast som funktion af risikoen for en investering (blå linje). En investering i en opstartsvirksomhed er betydeligt mere risikofyldt end i en typisk børsnoteret virksomhed, så derfor skal det forventede afkast også være større. Der kan således opnås et positivt afkast for en opstartsvirksomhed, som ikke kompenserer for risikoen. For langt de fleste opstartsvirksomheder er lån ikke en mulighed, da virksomheden ikke kan stille tilstrækkelig sikkerhed (reducere risikoen for tab væsentligt) for den udlånte kapital.

#	Kriterie	De kritiske spørgsmål til ideen
1	Team	Har personerne erfaring og motivation til at gøre virksomheden til en succes?
2	Technology	Er teknologiplatformen unik og er den patentbeskyttet?
3	Transformation	I hvor høj grad er ideen nyskabende (differentierende) og ikke kun inkrementel?
4	Total market	Er markedspotentialet stort nok til at retfærdiggøre en større investering?
5	Traction	Er der evidens for ideens potentiale, f.eks. gennem samarbejdsaftaler, salg, etc.?
6	Timing	Rammer ideen markedet på det rette tidspunkt, så forretningen kan skaleres?
7	Ten X	Kan investorerne få den investerede kapital 10 gange igen?
8	Transaction	Hvordan kommer investorerne ud af deres investering efter en årrække?

Tabel 1. De 8 T'er (på engelsk) repræsenterer vigtige kriterier ved en vurdering af en virksomhed, som søger venturekapital. Vægtningen af de forskellige kriterier kan diskuteres, men der er generel konsensus om, at selve teamet spiller den væsentligste rolle for succes. Tabellen er en udbygning af modellen udviklet af byFounders VC.

er et godt eksempel på, hvordan det er muligt at opbygge en forretning uden de store kapitalkrav. Kapitalen kunne her komme fra egen opsparing eller et mindre banklån.

En forudsætning for lånefinansiering er, at långiver (banken) har en vis sikkerhed for, at lånet tilbagebetales. Virksomheder kan give banken sikkerhed i bygninger og udstyr, mens banker normalt ikke værdisætter patenter og udviklingsprojekter. Det er således sjældent, at bankerne udgør en større del af finansieringen af en opstartsvirksomhed. En ventureinvestering med lille eller uden sikkerhed regnes derfor som værende en højrisikoinvestering, som er mere risikobetonet end køb af aktier på børsen. En rationel investor vil således kun lave en investering i en opstartsvirksomhed, hvis der kan opnås et væsentligt højere afkast end i et børsnoteret selskab, figur 1. De fleste investorer er ikke parate til at tage den forøgede risiko, så det er her investeringsfonde kommer ind i billedet.

Investorer ser mere på teamet end på teknologien

Ideen omkring venturekapital blev udviklet i Silicon Valley i starten af 60'erne, hvor finansieringsmodellen var med til at skabe en lang række revolutionerende virksomheder inden for halvlederteknologi [1]. Ideerne bredte sig efterhånden til andre markeder i USA, for eksempel it og bioteknologi, og efterhånden også til Europa. I Danmark findes der få investeringsfonde, som hver især har specialiseret sig i forskellige typer af opstartsvirksomheder. Novo Seeds er et investeringsteam i Novo Holdings, som opbygger nye selskaber og har et specielt fokus på det nordiske økosystem inden for bioteknologi [2]. Novo Holdings er Novo Nordisk Fondens holdings- og investerings-selskab, som inkluderer ejerandelene i Novo Gruppen bestående af Novo Nordisk og Novozymes. Der er desuden omkring 100 porteføljeselskaber fra Europa og Nordamerika med et bioteknologisk fokus, hvilket gør Novo Holdings til en af de absolut største investorer i bioteknologi på europæisk plan.

Hvert år har Novo Seeds løbende dialog med flere hundrede opstartsvirksomheder, men der laves kun nogle få nye investeringer. Det er der flere grunde til. I mange tilfælde er investeringsoplægget uden for investeringsområdet, hvormed Novo Seeds ikke er den rette medejer af et selskab. I andre tilfælde har Novo Seeds måske allerede investeret kraftigt i området, hvormed en yderligere investering giver en overeksponering af et enkelt område i porteføljen. Der er også en naturlig båndbredde på, hvor meget et investeringsteam kan sige ja til, da det er ganske ressourcekrævende at investere i et selskab og følge

selskabet over en flerårig periode. Pointen er at Novo Seeds og andre investorer er nødt til at sige nej tak til selv gode ideer.

Den enkelte investering i et selskab er i store træk baseret på en evaluering af otte kriterier, her benævnt "8 T'er", tabel 1. Teamets erfaringer og motivation er den vigtigste parameter for en investering, og på mange måder er de resterende syv parametre en direkte funktion af teamet med dets forskere og entreprenører. Et godt team ved, hvornår teknologi er dif-

Busch Vakuump teknologi til den kemiske industri

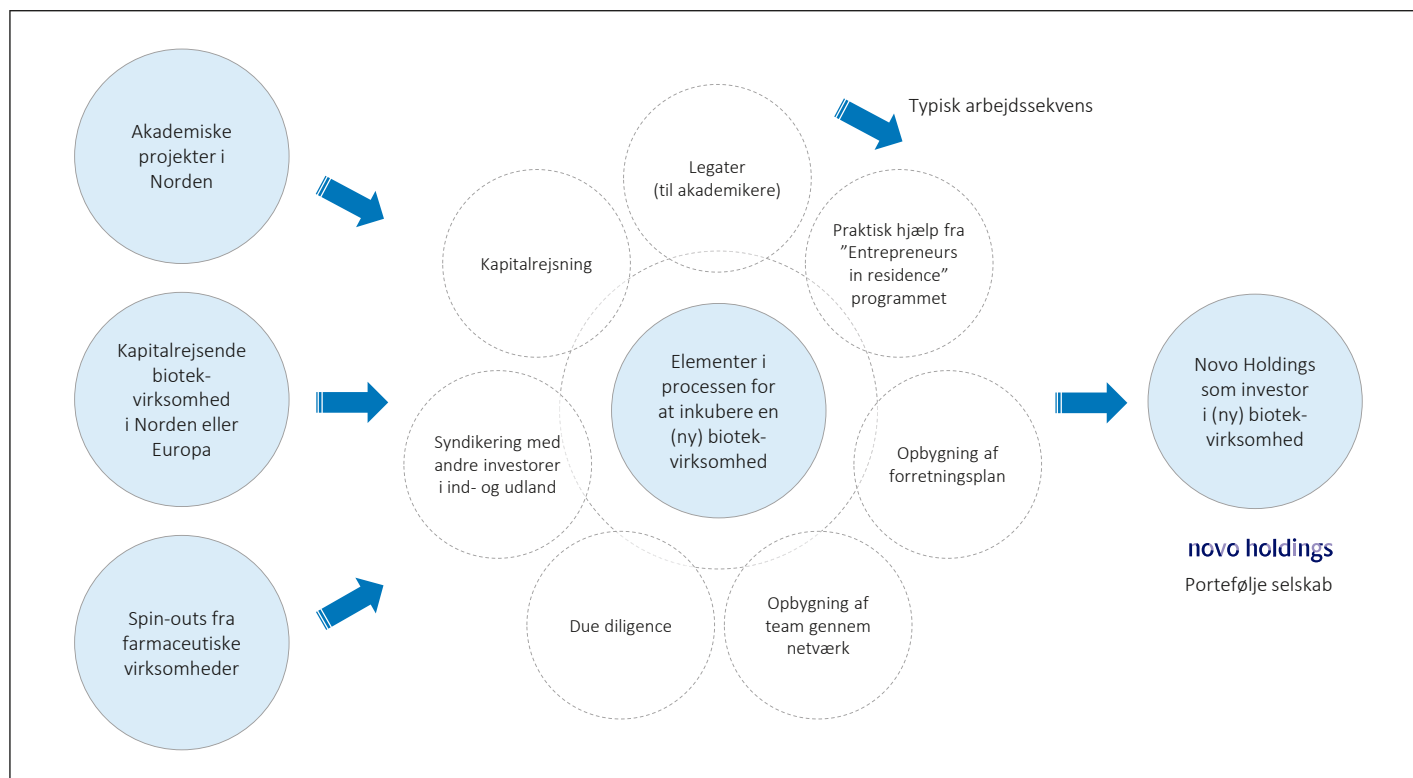
Busch tilbyder et bredt produktsortiment, så du kan finde den bedste vakuump løsning til din kemiske eller farmaceutiske anvendelse.

Stol på en pålidelig vakuump partner.
Stol på Busch.



Busch Vakuump teknik A/S
+45 87 88 07 77 | info@busch.dk
www.busch.dk





Figur 2. Investeringsprocessen i et venturemiljø er en iterativ proces, hvor virksomheden og investorer diskuterer ideer og de fremtidige planer inden selve kapitalrejsningen. Helt nye virksomheder skal tillige modnes med hensyn til teknologi, forretningsplan og organisationsopbygning. Det er almindelig praksis, at en investering laves i samarbejde med andre investorer (syndikering) for at dele risiko og for at få adgang til ekspertise. Når investeringsprocessen er slut, så hjælper Novo Seeds teamet med den fortsatte udvikling af det nye porteføljeselskab i Novo Holdings.

ferentieret og patenterbart, de forstår markederne, og de forstår, hvad der skal til for at gøre et godt team endnu bedre. I tabel 1 er det angivet, at investorerne skal have en mulighed for at få deres penge ti gange igen. Tallet passer med den memotekniske regel, "8 T'er" og illustrerer, at en investering skal have et stort potentiale for at retfærdiggøre en ventureinvestering, figur 1. I den reelle verden bliver afkastet meget sjældent ti gange den investerede kapital på grund af de risici, der er knyttet til en ventureinvestering. Projektet trækker ud, budgettet overskrides, konkurrencen stiger og i andre tilfælde mistes hele den investerede kapital.

Der er normalt ikke den store forskel på investeringskriterierne mellem investeringsfonde, selvom en teknologi-investor som Novo Seeds i starten vil vægte teknologiplatformen højere end andre fonde, for eksempel fonde med større fokus på ekspansion af markedet. Succesen af en investeringsfond er i meget høj grad afhængig af kvaliteten af de indkomne investeringsforslag og hvordan selskabet udvikler sig i samarbejde med entreprenørerne. En investor i bioteknologi bruger derfor langt mere tid på at opbygge et selskab end selve investeringsprocessen og den finansielle transaktion.

Opbygning af en ny biotekvirksomhed er som at samle et puslespil

På rejsen fra teknologisk idé til virksomhed er det vigtigt først at anskueliggøre ideens videnskabelige og kommercielle perspektiver. Dette sker ofte i samarbejde mellem entreprenør og investor. Den første opgave er at undersøge, i hvor høj grad ideen er unik, og hvorfor den har kommerciel relevans. Det er bestemt ikke nogen trivial opgave at beskrive den kommercielle idé, når teknologien ikke er moden og entreprenøren måske har langt mere teknisk end kommerciel erfaring. I den ideelle verden er det derfor en god idé hurtigt at opbygge et stærkt team, hvor videnskabelige, operationelle og forretningsmæssige kompetencer er repræsenteret. En velfunderet idé med et stærkt team gør kapitalrejsningen nemmere, jf. argumenterne i tabel 1. Novo Seeds spiller også en aktiv rolle i den opbyggende fase, da det er svært at skabe et godt team uden kapital, og det er svært at få kapital uden et godt team!

I Novo Seeds er der etableret en struktureret proces til at opbygge nye virksomheder, figur 2. Der er kun ganske få fonde, som giver økonomisk støtte til kommercialisering af meget tidlige projekter fra universiteter og hospitaler. Novo Nordisk Fondens Pre-Seed pro-

gram, der administreres af Novo Seeds, giver entreprenørerne en mulighed for at modne deres ideer inden en egentlig kapitalrejsning. Novo Seeds hjælper entreprenørerne med forretningsplanen, tekniske problemstillinger og skaber kontakt til rådgivere, som kan besvare vigtige spørgsmål i den indledende fase. Desuden har Novo Seeds skabt et stærkt netværk, "entrepreneurs in residence" programmet, hvor erfarne entreprenører i en kortere eller længere tidsperiode kan være med til at opbygge virksomheden. Dette betyder, at selskabet kan modnes på en fleksibel måde og gøres klar til en større investeringsrunde, som kan udbygge virksomheden yderligere med fastansat personale.

Novo Seeds spiller også en vigtig rolle i at tiltrække internationale investorer til de nye selskaber. Det er almindelig praksis, at den investerede kapital i en investeringsrunde, deles af flere i et såkaldt syndikat [3]. Formålet med at danne et syndikat er at dele risiko, men også udnytte hinandens ekspertise. En lokal investor kan trække på et lokalt netværk i rekrutteringen og giver internationale investorer en større sikkerhed for, at de nystartede virksomheder opfylder lokal lovgivning. Når investeringsrunden er færdig, skal selskabet til at eksekvere på forretningsplanen.

Værdiskabelse gennem aktivt ejerskab

De to opstartsvirksomheder BioPhero, faktaboks 1, og NMD Pharma, faktaboks 2, illustrerer, hvordan Novo Seeds opbygger selskaber inden for to forskellige grene af bioteknologi, figur 2. BioPhero har udviklet en avanceret gæringsplatform, som de bruger til at udvikle produkter inden for landbrugssektoren, mens NMD Pharma udvikler lægemidler til behandling af en række sjældne neuromuskulære sygdomme.

BioPhero har rejst 22 millioner kroner i kapital, mens NMD har været igennem to investeringsrunder, hvor der henholdsvis er blevet rejst 20 og 280 millioner kroner. Eksemplerne viser, at de fleste selskaber er nødt til at rejse kapital ad flere omgange. Investorerne følger virksomhederne efter de forskellige investeringsrunder og deltager aktivt i ny kapitalrejsning, formidling af kontakter til samarbejdspartnere, fremtidige købere af virksomheden, etc. Den første investeringsrunde er således mere starten på et længere samarbejde end en afsluttet proces, hvor virksomheden overlades til sig selv.

Venturekapital i fremtidens Danmark

I Danmark er der stor bevågenhed blandt politikere omkring

Faktaboks 1:

■ BioPhero

Grundlæggere: Irina Borodina, Carina Holkenbrink og Kristian Ebbensgaard

Sted og stiftelsesår: Kgs. Lyngby, 2016

Seneste kapitalrejsning: 22 millioner kroner (Serie Seed)

Investorer: Novo Holdings (DK), Syddansk Innovation (DK) og Syngenta Ventures (CH)



Historie

Ideen til BioPhero opstod i forbindelse med et forskningsprojekt mellem professor Christer Löfstedt ved Biologisk Institut på Lund Universitet og seniorforsker Irina Borodina ved Center for Biosustainability på Danmarks Tekniske Universitet. Christer Löfstedts forskningsinteresse er kommunikation mellem insekter, mens Irina Borodina forsker i, hvordan mikroorganismer kan bruges til bæredygtig produktion af kemikalier. I fællesskab identificerede de enzymerne til, hvordan gær kan producere en klasse af signalstoffer, som kaldes feromoner.

En lang række skadedyr finder hinanden og parrer sig via feromoner. Hunnen udskiller små mængder af feromoner, hvormed hannen kan finde hende på lang afstand. I landbruget kan denne mekanik udnyttes ved at sprøjte feromoner ud på markerne, så hannerne ikke kan finde hunnerne. Antallet af skadedyr falder herpå drastisk uden brug af traditionelle kemiske pesticider.

Irina Borodina og hendes post.doc. Carina Holkenbrink fik i 2014 støtte fra Novo Nordisk Fondens Pre-Seed program og senere EU-projektet Olefin. Virksomheden BioPhero blev grundlagt i 2016, og i 2018 blev Kristian Ebbensgaard en del af teamet, som rejste 22 millioner kroner.

Fremtid og markedspotentiale

Selskabet arbejder nu på at optimere gæringsprocessen for de første produkter og identificere nye feromoner. Der er planer om at opskalere processen inden for en kortere tidshorisont, hvormed produkterne kan sælges. Hvis produktionsprisen på feromoner kan reduceres, så er der meget store muligheder for at penetrere det meget store marked for skadedyrsbekæmpelse.

Faktaboks 2:

■ NMD Pharma



Grundlæggere: Thomas Holm Pedersen, Ole Bækgaard Nielsen og Claus Elsborg Olesen

Sted og stiftelsesår: Aarhus, 2015

Seneste kapitalrejsning: 280 millioner kroner (Serie A)

Investorer: Novo Holdings (DK), Lundbeckfonden Emerge (DK), Roche Venture (CH) og Inkef Capital (NL)

Historie

NMD Pharma tog sit afsæt i forskning på Institut for Biomedicin på Aarhus Universitet, hvor Thomas Holm Pedersen sammen med sin tidligere vejleder, professor Ole Bækgaard Nielsen, efter mere end 15 års forskning har udviklet en dyb forståelse for kommunikationen mellem nerver og muskler. I samarbejde med Claus Olesen udviklede de ideen til, hvordan deres indsigt og teknologiplatform kunne bruges til at bekæmpe neuromuskulære sygdomme.

Teamet fik støtte til at modne projektet gennem Novo Nordisk Fondens Pre-Seed program i 2014, og i 2016 investerede Novo Seeds og de danske investeringsfonde Capnova og Lundbeckfonden Emerge 20 millioner kroner i selskabet i en såkaldt Seed finansieringsrunde. Resultaterne fra de efterfølgende to års forskning var særdeles positive og i 2018 kunne selskabet rejse yderligere kapital fra et internationalt syndikat, som også inkluderede to europæiske investeringsfonde.

Fremtid og markedspotentiale

Selskabet arbejder i øjeblikket på en teknologiplatform, som kan bruges til at behandle en række sjældne neuromuskulære sygdomme, for eksempel myasthenia gravis, amyotrofisk lateral sklerose (kendt som ALS) og spinal muskulær atrofi. Alle sygdomme har meget store konsekvenser for patienterne, specielt ALS, så der er en stor efterspørgsel for produkter inden for området.

I de kommende år skal NMD Pharma vise, at deres ideer til behandling af sjældne sygdomme kan overføres fra forsøgsdyr til mennesker. Det vil kræve yderligere kapital, selv om selskabet fik en meget stor kapitalindsprøjtning for bare et år siden.

innovation og kommercialisering af forskning. Det er ikke uden grund, for investeringsfonde og venturekapital har været en meget vigtig katalysator for opbygning af store virksomheder i USA [1]. Det er vores håb, at denne artikel anskueliggør, at investeringsfonde og venturekapital er en integreret del af fødekæden fra forskning til kommercialisering af forskningstung teknologi. I dagens Danmark er brugen af venturekapital stadigvæk begrænset, men en større brug af venturekapital vil være en katalysator til, at mere god forskning vil blive kommercialiseret til gavn for forskere, entreprenører, investorer og ikke mindst samfundet.

E-mail:

Thomas Grotkjær: tgr@novo.dk

Referencer

1. Gompres PA & Lerner J (2001) The Money of Invention, Harvard Business School Press, 1. udgave.
2. Hjemmeside: <https://www.novoholdings.dk/investments/seeds/>.
3. Feld B & Mendelson J (2016) Venture Deals, Wiley, 3. udgave.

Carlsbergulykken



Carlsbergbyen som den så ud på ulykkestidspunktet. Fotoet er venligst udlånt af Carlsberg, der pointerer, at der nu benyttes gulvspande af plast.

En dødsulykke på Carlsberg i 1968 grundet indånding af nitrøse gasser fik stor medieomtale. De ramte var symptomfri på skadestuen, blev sendt hjem, men blev dårlige om aftenen og døde tidligt næste morgen grundet vand i lungerne.

Af Frank Huess Hedlund

Det lumske forgiftningsforløb, hvor symptomerne efter indånding af NO_x -dampe først opleves som en mild irritation af luftvejene for derefter helt at forsvinde, men timer senere kan udvikle livstruende komplikationer, fik stor medieomtale. Denne ulykke er hovedårsagen til, at man ved mistanke om NO_x -forgiftning hyppigt vælger at indlægge patienten til observation natten over, bare for at være helt sikker.

Mange har hørt noget om denne ulykke, men næsten altid ad omveje, da beskrivelsen i åbne kilder er sparsom og mangelfuld. Det rådes der herved bod på, da ulykken trods sin alder på godt 50 år stadig står som et skrækkesejpe, bevidst eller ubevidst, i den kollektive forståelse af farligheden af giftige indåndingsgasser.

Forgiftningen

Tirsdag den 12. november 1968 ved 14-tiden mødte to bryggeriarbejdere op på fjerde sal i Carlsbergs bryghus i Valby. De var blevet bedt om at hente to zinkspande med noget sulfosæbe til en rengøringsopgave. Spandene var sat frem til dem sammen med klud og børste og stod udenfor

et aflåst materielkammer. Arbejderne tog hver en spand og gik hen mod elevatoren for at køre ned til tredje sal.

En anden bryggeriarbejder havde rensset nogle stålting med koncentreret salpetersyre (60%) og havde efter endt arbejde efterladt en fem-liters plastdunk med syren udenfor materielkammeret. De to bryggeriarbejdere tog plastdunken med i den tro, at der var tale om noget mere sulfosæbe.

Ved elevatoren mødte de en elektriker,

Serie om ulykker med farlige stoffer

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

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

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

som også skulle ned. Han kom med i elevatoren, som kunne rumme 13 personer. Pludselig gik elevatoren i stå, kun 40 cm fra gulvet på tredje sal.

For at udnytte tiden til noget fornuftigt, hældte den ene bryggeriarbejder noget af dunkens indhold over i den ene spand, hvorefter der hurtigt blev dannet store mængder rødbrune NO_x-gasser, som fyldte elevatorstolen. Ingen af de tre mænd forstod, hvad der skete, men dampene irriterede åndedrættet. Elektrikeren knuste det armerede glas i et rundt kighul i elevatordøren med sine bare næver for at få dampene ud. Desuden blev spandens indhold tømt ud på gulvet, så væsken løb ned i skaktens bund.

Flere var på det tidspunkt kommet til på tredje sal, og der blev stukket gasmasker fra gærkælderen ind til de tre mænd gennem den knuste rude i døren. Så vidt vides brugte den ene bryggeriarbejder (36 år) gasmasken hele tiden. Han overlevede som den eneste. Den anden bryggeriarbejder (39 år) brugte gasmaske noget af tiden, mens elektrikeren (35 år) helt afviste at bruge den.

Ingen symptomer

Elevatorstolen måtte manuelt sænkes de 40 cm, før de tre mænd blev befriet. Ifølge oplysningerne gik de nærmest glade og muntre ud af elevatoren, som om intet var hændt.

Alle tre nægtede at lade sig køre til hospitalet. Ambulance var imidlertid allerede tilkaldt, og bryggeriet insisterede på, at de skulle afsted. Mændene blev ledsaget af bryghusformanden, der på skadestuen fortalte, hvad der var sket.

De ankom til skadestuen 14:45. Der var flere ventende patienter, og de måtte vente 30-40 minutter. Mændene gik rundt og var blandt andet ude for at trække frisk luft. Pressedækningen oplyser, at den kvindelige læge konstaterede, at de havde en let krillerhoste, og de kort efter blev sendt hjem. De fik hver en kopi af skadestuerapporten til brug for deres egen læge, hvis de senere måtte tilkalde ham.

Blev dårlige om aftenen

De tre mænd boede på Køge-egnen og fortalte, hvad der var sket, da de kom hjem. Ingen af dem fejlede noget på det tidspunkt.

Elektrikeren var den første, der blev sløj. Han blev dårlig ved 18-tiden og blev allerede 10 minutter senere tilset af familiens læge. Kl. 19:05 blev han indlagt på Roskilde Sygehus, men kl. 23:10 var hans tilstand så forværret, at han blev overflyttet til Rigshospitalet. Her døde han kl. 07:55 næste morgen. Dødsårsagen var kvælning som følge af lungeødem (væskeansamlinger i lungen).

Den 36-årige bryggeriarbejder, som havde brugt gasmaske hele tiden, blev indlagt på Roskilde Sygehus kl. 20:15. Han var livsfarligt medtaget og måtte ligge i respirator i flere dage, men overlevede. Den 39-årige bryggeriarbejder, der kun havde brugt maske noget af tiden, blev indlagt samme sted kl. 22:30. Han døde kl. 07:50 næste morgen, også af lungeødem.

Bestyrtelse

Tragedien vakte stor bestyrtelse og førte øjeblikkelig til spekulation og undersøgelser. Bryghusformanden, som ledsagede de tre mænd til skadestuen, var forundret over, at lægen næsten intet gjorde. Han havde for en sikkerheds skyld gentaget over for lægen, at de havde indåndet salpetersyredampe. Han havde endda direkte sagt til lægen, at han syntes, at hun burde gøre noget mere. Politiet havde skriftlige beviser: Skadestuerapporten nævnte, at de havde indåndet salpetersyredampe.

Forsiden af Berlinske citerede ansvarlig chef for skadestuen, overlæge professor Erik Husfeldt for, at der var tale om et

fejlskøn af den pågældende læge, som jo havde fået at vide, at der var tale om en forgiftning med salpetersyredampe. Overlæge Aage Grut fra Arbejdstilsynet udtalte, at de tre mænd ikke burde være blevet sendt hjem fra Rigshospitalet, når det var oplyst, at de havde indåndet nitroøse gasser. Både Aage Grut og farmakologen professor Knud O. Møller udtalte til pressen, at dødsfald kan hindres ved rigtig og hurtig behandling. Rigshospitalets direktør Palle Boelskov ønskede Retslægerådet ind i billedet i forbindelse med bedømmelsen af lægens optræden.

Lægen var så nedtrykt over det skete, at hun ikke kunne passe sit arbejde og blev umiddelbart tjenestefritaget. På et hasteindkaldt møde besluttede Sundhedsstyrelsen og Rigshospitalets ledelse dog at undlade at suspendere hende. Men hvis en undersøgelse viste, at hun havde udvist grov uagtsomhed, kunne hun blive frakendt retten til at praktisere. Der skulle også tages stilling til hospitalets civilretslige ansvar, idet de efterladte formentlig ville kræve erstatning for tab af forsørger.

Lægen blev dagen efter afhørt af drabsafdelingens opdagelsespoliti.

Undersøgelserne

De første oplysninger i pressen angav, at indespærringen i elevatoren varede 30-40 minutter. Politiets og Carlsbergs egne undersøgelser klarlagde dog, at der højst havde været tale om fire-fem-seks minutter. Hjælp var hurtigt til stede, og det var nemt manuelt at fire elevatorstolen de 40 cm ned. Årsagen til at elevatoren standsede, kunne ikke fastslås. Der havde været et internt strømudfald på Carlsberg, men det blev senere klarlagt, at strømudfaldet skete efter standsningen, ikke før.



COMPLIANCE IN PACKAGING



ApodanNordic PharmaPackaging A/S

Kigkurren 8M • 2300 Copenhagen S • Denmark
+45 3297 1555

packaging@apodanpharma.dk • www.apodanpharma.dk

Established in 1962

■ Carlsbergulykken var skelsættende

Ulykken med nitrøse gasser på Carlsberg i 1968 har været skelsættende for opfattelsen af farligheden af ikke blot NO_x, men også andre giftige indåndingsgasser. Ulykken nævnes ofte, når patienter bliver indlagt til observation ved mistanke om indånding af giftig gas.

Godt to måneder efter Carlsbergulykken, den 17. januar 1969, blev elleve arbejdere fra vaskepulverfabrikken Skandinavisk Henkel indlagt på hospitalet efter at have indåndet nitrøse gasser. Uheldet skete, da en blandingsbeholder med fosforsyre og salpetersyre sprang læk, og 1.500 liter syre løb ud over gulvet, gennem en galvaniseret gulvrist og ned i et lukket gulvafløb. Ved kontakt med ristens galvaniserede overflade (zinken) blev der dannet NO_x.

De tre mænd, der arbejdede i hallen, blev straks kørt til forgiftningsafdelingen på Bispebjerg Hospital. Da man der hørte, at andre arbejdere under udluftningen af hallen også kunne have indåndet gasserne, blev de omgående hentet og kørt til tre forskellige hospitaler. Af frygt for en gentagelse af Carlsbergulykken blev de holdt under observation i et døgn, skrev dagspressen.

Den 23. juni 1970 blev 46 børn og unge kørt til sygehuse i Viborg og Kjellerup efter udsivning af klorgas i Hammershøj Fri-luftsbad. Carlsbergulykken stod i vores tanker som en manende advarsel, da vi beordrede de mange andre i seng til observation i nat, sagde reservelægen på sygehuset i Viborg. Tre af børnene måtte behandles. En af de tre var i livsfare ved indlæggelsen.

Klorgassen kom fra flaske i vandbehandlingsanlægget og havde trængt ind i pigernes omklædningsrum.

Den 26. juni 1971 udtalte professor Poul Bonnevie, at selv personer, som kun perifert har været i kontakt med rødbrune nitrøse gasser, bør holde sig vågne i mindst 12 timer og have let mulighed for at tilkalde ambulance med iltudstyr. Ellers er der faktisk ikke andre muligheder end at indlægge alle mistænkte på hospitalet til observation, indtil faren er overstået.

Udtalelsen skete i forbindelse med nogle masseindlæggelser efter brande i NPK gødningslagre rundt om på landbrugsgårde. Bonnevie henviste til erfaringerne fra Carlsbergulykken.

Den 9. januar 1979 blev nogle jernplader ved en fejl nedsænket i salpetersyre i stedet for saltsyre på forsøgsanlægget Risø. Det udviklede omgående nitrøse gasser, som spredte sig over anlægget.

150 personer blev evakueret, og af frygt for en gentagelse af Carlsbergulykken blev 15 indlagt på sygehuset. Alle indlagte var heldigvis langt fra gasserne og udenfor fare.

Den 7. december 1979 skrev overlæge Jørgen Røgel i Fredericia Dagblad, at belært af erfaringerne fra Carlsberg blev ammoniakforgiftede arbejdere fra Superfos indlagt og holdt under meget nøje observation. I 1975 havde der været et udslip af 100 liter ammoniak fra en tankvogn, som havde dræbt chaufføren.

Røgels indlæg var polemisk og stærkt kritisk overfor Vejle Amts beslutning om at give Superfos tilladelse til at opføre en koldtank på 5.000 tons ammoniak centralt i Fredericia by, tæt på boligområder.

Den 19. juli 2001 blev 29 personer indlagt til observation efter et udslip af giftige dampe på Ceres Bryggerierne i Aarhus. Ambulancelægen tog ingen chancer i forbindelse med de 30 personer, der havde været udsat for indånding af nitrøse gasser.

Beskrivelsen er noget uklar, men otte personer havde brugt salpetersyre ved rengøring af en maskine. Gasudviklingen var sket kl. 9:30 og den værst ramte person fik det dårligt med vand i lungerne omkring kl. 12, hvor der blev slået alarm.

Problemet med nitrøse gasser er, at de ætser i lungerne, det kan fremkalde vand i lungerne, sagde indsatslederen. Vand i lungerne kunne udvikle sig i løbet af natten, oplyste vagthavende ved Aarhus Politi.

Carlsbergulykken er ikke nævnt, men den spøger tydeligt i baggrunden. Det bør måske præciseres, at vand i lungerne kan udvikle sig på alle tider af døgnet, men hvis det ikke opdages om natten grundet dyb søvn, bliver den nødvendige behandling måske sat i gear for sent.

Den 10. december 2005 kørte politiet rundt på gader og veje i Hornslet på Djursland og bad beboerne om at gå indenfor og lukke vinduer og døre. Samtidig fik DSB ordre til midlertidigt at indstille togdriften på Aarhus-Grenå banen.

Årsagen var et giftigt udslip af kvælstofdampe (sic) – såkaldt nitrøse gasser – på virksomheden Helms Scandinavia uden for byen, hvor der var gået hul på nogle beholdere med svovlsyre, salpetersyre, eddikesyre og myresyre (sic). Vi kender ikke årsagen til udslippet, men virksomheden har tilsyneladende ikke brudt reglerne om opbevaring, sagde vagthavende hos Aarhus Politi.

Nitrøse gasser er kendt for at forårsage vand i lungerne hos folk, der har indåndet selv små mængder. I værste fald kan dampene medføre døden. Så politiet tog ingen chancer, men stoppede toggangen og lukkede hele byen inde, skrev Jyllandsposten.

Denne overfladiske og nærmest infantilt ubehjælpssomme dækning af hændelsen er karakteristisk for genren, værdiløs for den forebyggende indsats og en af årsagerne til, at der er en artikelserie om danske ulykker i *Dansk Kemi*. Der er en verden til forskel på pressens dækning af Carlsbergulykken knapt 40 år tidligere.

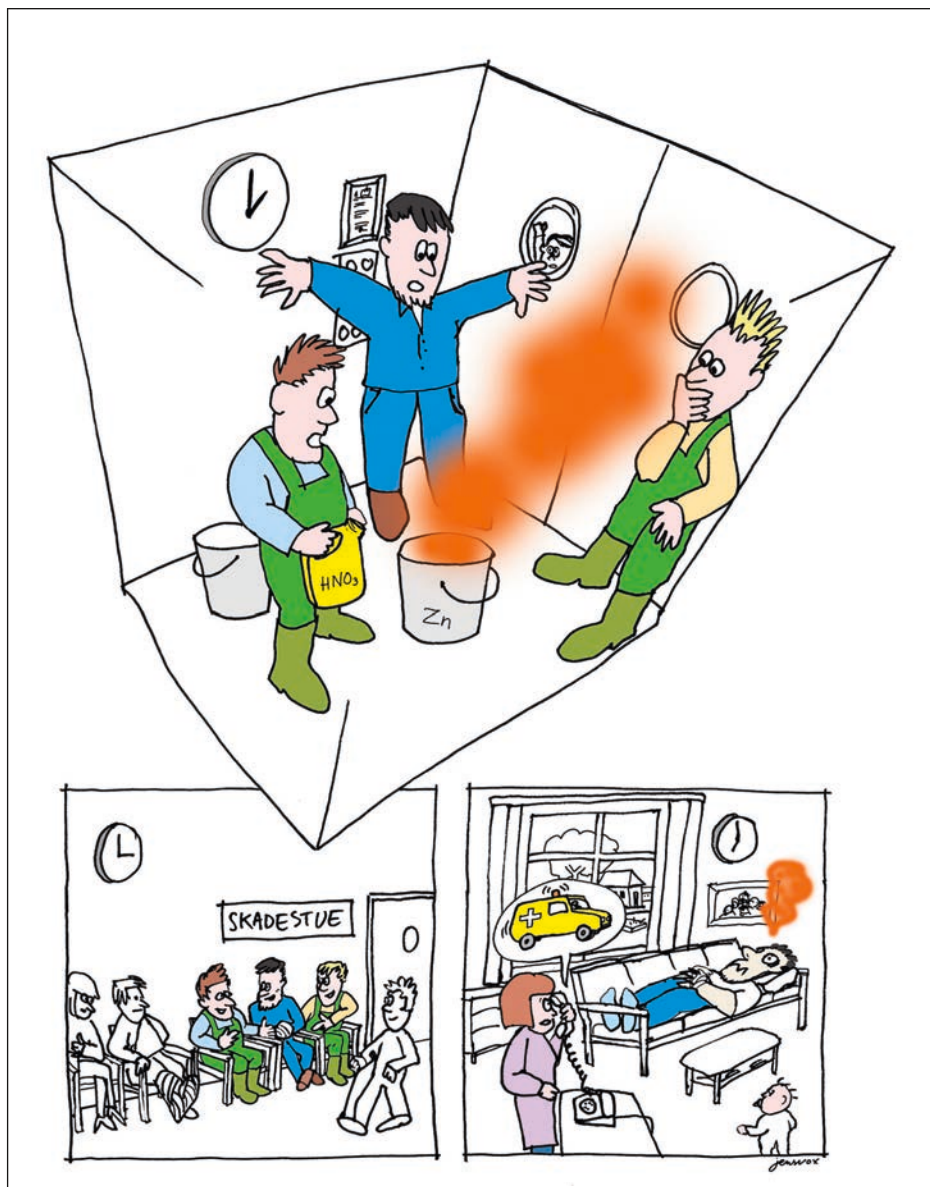
– Frank Hedlund

Bryghusforvalteren havde forgæves ventet på de to bryggeriarbejdere, som to gange havde fået besked på at komme til materieldepotet, og han havde til sidst stillet spandene uden for depotet, hvor-

efter han gik. Han var væk, da dunken med syre blev stillet uden for depotet nær spandene. Dunken var tydeligt mærket "Salpetersyre" med spritpen.

Flere havde hørt, at bryggeriarbej-

deren, som hældte syren i spanden, var kommet med et udbrud, at han virkelig troede, at der var tale om sulfo. Den overhældte syremængde var formentlig en halv liter [1].



Elevatoren var gået i stå mellem to etager, og for at udnytte ventetiden hældte den ene bryggeriarbejder, hvad han troede, var sulfo, men var salpetersyre, i en galvaniseret spand. Det udviklede rødbrune nitrose gasser, som forvandlede det lille indelukke til et gaskammer. De blev hurtigt befriet og gik nærmest glade og muntre ud af elevatoren. På akutmodtagelsen fejlede de intet og blev sendt hjem. Først om aftenen blev de dårlige. To døde tidligt næste morgen. Den tredje var livsfarligt medtaget, men overlevede. Illustration: Jens Vox.

Kemisk ulykke

Ulykken fik forståeligt nok stor opmærksomhed grundet den lumske senvirkning af gassen og de to dødsfald grundet lægefejl. Ufrivillig indespærring i et lille klaustrrofobisk rum, som pludselig forvandles til et gaskammer, er eksistentielt skræmmende. Det bliver kun værre, hvis gassen udvikles ved en uventet kemisk reaktion.

Bare et halvt år senere, den 19. maj 1969, skete der en anden dødsulykke på Carlsberg, hvor fejlagtig åbning af en luge på en stor silo medførte, at to mænd blev begravet under udstrømmende varm malt. Den ene blev dræbt og den anden hårdt kvæstet. Her var pressedækningen behersket.

Principielle aspekter om ansvar

Sinja Sveinsdottir fra Ingeniørens Ugeblad skrev kort efter om ulykken og særligt vinklet på Arbejdstilsynets vurdering af virksomhedens ansvar. Virksomheden skal ved instruktion og rimeligt tilsyn sikre, at arbejdet udføres forsvarligt. Den har også pligt til at vide, hvilken førstehjælpsbehandling, der skal til ved forgiftning. Man kan ikke forvente, at lægerne umiddelbart skal kende alt om forgiftnings- og ætsningstilfældene med de mange stoffer, der i dag bruges på virksomhederne, oplyste indlægget [2].

I en lederspalte kort før (1970) der skulle falde dom i retssagen mod lægen om pligtforsømmelse, fremhævede Sinja

Sveinsdottir igen de principielle aspekter om ansvarsforholdene, som sagen rejste. En række sikkerhedsbestemmelser var sandsynligvis overtrådt på Carlsberg, mente hun, men Arbejdstilsynet havde skønnet, at der ikke skulle rejses tiltale mod virksomheden. Så var det urimeligt, at det allersidste led i ansvarskæden, nemlig den vagthavende læge, og end ikke skadestuen som institution, som den eneste skulle have sit ansvar prøvet ved domstolene [3].

Disse overvejelser om ansvar er frem-synede og stadig relevante i dag. Lederens beskrivelse af ulykken skæmmes dog af flere faktuelle fejl.

Lægens version

Efter lidt detektivarbejde lykkedes det ultimo 2019 at finde frem til den pågældende læge. Det primære formål med den telefoniske henvendelse var at få oplyst retssagens udfald, idet det havde været svært at finde oplysninger om denne detalje.

Hun var nu 89 år, men helt åndsfrisk. Hun huskede tydeligt hændelsen i 1968, som på alle måder havde været en stor belastning for hende. Hun hævdede dog ikke at vide, at de tilskadekomne kom fra Carlsberg, hvilket er noget svært at forstå. Hendes version kaster nyt lys over sagen.

Hun var på det tidspunkt på kirurgisk afdeling. Der var travlhed på skadestuen og hun fik en patient ind med en skåret hånd, som skulle sys. Han havde skåret den på en knust elevatorrude. Hun vidste ikke, at han havde indåndet noget gas.

På det pågældende tidspunkt var der forsøgsmæssigt indsamling af oplysninger ▶

**FT-Analysis becomes more
Productive, Precise and
Intuitive**

BRUKER



**The
NEW INVENIO**

Contact us for more details:
www.bruker.com/invenio

til statistisk brug, hvor en sygeplejerske registrerede, hvilke skader, der ankom til skadestuen. En mørkhåret kvinde stod for denne indsamling. Det var denne kvinde, som bryghusformanden, der led-sagede de tre mænd til skadestuen, havde talt med. Han havde forvekslet hende med lægen, som også var mørkhåret.

En lille pressenotits om Københavns opdagelsespolitets rapport til Sundhedsstyrelsen bekræfter dette. Formanden havde kun talt med en sygeplejerske, ikke lægen.

Sveinsdottir var klarsynet. En gentagelse forebygges bedst ved at ændre arbejds-gange, altså ved at se på skadestuen "som institution" – ikke ved at straffe lægen. I nutidig risikoterminologi taler man om organisatoriske svigt. Det er stadig en svær øvelse – det er alt for nemt at forfalde til simple årsagsforklaringer.

Lægen oplyste, at hun blev pure frikendt af nævningetinget i retten.

Stor forsigtighed tilrådes

I en artikel i Ugeskrift for læger (1971) beskrev Fallentin (et al.) flere ulykker med nitrose gasser, herunder Carlsberg-ulykken [4]. Der blev lagt vægt på forgiftningens snigende forløb, med ringe øjeblikkelige symptomer og alvorlige senere sygdomsforløb. Artiklen beskriver et større antal arbejdsprocesser og forhold, hvor lægen skal være opmærksom på, at der kan dannes nitrose gasser.

Andre giftige gasser som ammoniak er letopløselige i vand og har en øjeblikkelig og voldsom irriterende virkning på slimhinderne i luftvejene. Ingen vil frivilligt kunne udholde at indånde dødelige koncentrationer, og det er kun ved ulykker med indespærring eller bevidstløshed, at der kan udvikles livsfarligt lungeødem. Men det forholder sig anderledes med nitrose gasser, klor eller fosgen, som kun er moderat slimhindeirriterende og derfor kan trækkes dybt ned i alveolerne uden umiddelbare gener.

Dosis er selvfølgelig altid afgørende for alvorligheden og skadernes omfang. Men det kan være vanskeligt at skønne for et uheldsforløb, hvor oplysninger om koncentrationen og tid er mangelfulde. "Ofte må man derfor observere patienter i cirka et døgn, når blot muligheden for eksposition foreligger" [4] (egen kursivering). Det er også vigtigt at holde patienten i ro. Lægerne råder altså til stor forsigtighed ved mistanke om indånding af disse gasser.

Kemien

Zink er et blødt metal og uegnet til fremstilling af spande. Både dagspressen og Ingeniørens Ugeblad taler om zinkspande, men der må selvfølgelig være tale om

stålspande, der er blevet varmgalvaniserede ved neddykning i et bad af flydende zink. Fallentin er dog præcis, spandene var galvaniserede [4].

Zink danner et passiverende oxidlag, som yder god korrosionsbeskyttelse mod vand og luft. Zink reagerer let med syrer og danner brint. Zink reagerer let med oxiderende stoffer; ved reaktion med salpetersyre dannes nitrose gasser. Salpetersyre vil også reagere med organiske forbindelser, herunder sulfosæbe, og danne nitrose gasser. Det ville derfor ikke have hjulpet i denne ulykke at anvende plastspande.

Læsere af *Dansk Kemi* har nok længe bemærket denne artikels inkonsistente brug af termerne dampe af salpetersyre (HNO_3) og nitrose gasser (NO_x), selvom det er helt forskellige ting. Det er helt bevidst, for sådan optræder de i kilderne. En mulig årsag kan være, at overlærerne alle har læst den samme artikel fra 1946, som ikke er helt skarp på forskellen, men giver en glimrende beskrivelse af observerede sygdomsforløb [5].

Damptrykket af HNO_3 over 60 vægt% salpetersyre ved 20°C er 0,11 kPa (0,86 mmHg) [6], altså ubetydeligt. Der er kun synlige dampe af nitrose gasser (NO_x) over stærkt koncentreret såkaldt rygende salpetersyre. Men hvis salpetersyre kommer i kontakt med noget, den kan oxidere, det kan være organisk stof, olier, mange metaller, og rigtig mange andre stoffer, vil der hurtigt udvikles rigelige mængder nitrose gasser.

Salpetersyre er særdeles reaktivt. Blandt de almindeligt forekommende kemikalier er salpetersyre det stof, der hyppigst er involveret i rapporterede uheld med kemisk reaktion [7].

Er NO_x virkelig så farlig?

Efter min artikel i *Dansk Kemi* om en alvorlig ulykke på biogasanlægget i Has-høj [8], hvor kilderne fejlagtigt skrev, at forgiftningen skyldtes NO_x , modtog jeg en mail om, at faren fra NO_x -dampe er stærkt overvurderet, hvilket koster samfundet unødigt store beløb, når alle indlægges til observation blot ved den mindste mistanke.

Argumentet var netop Carlsbergulykken, hvor omstændighederne var de værst tænkelige med stor udvikling af NO_x i et lille lukket rum, hvori mændene var indespærrede i længere tid. Alene det faktum, at der overhovedet kunne være overlevende efter denne ulykke, måtte vise, at NO_x slet ikke var så farlig.

Mailen fortsatte: I min ungdom fremstillede vi NO_x -gas i et lukket lokale, fordi det var morsomt at lave luften mørkebrun, og bagefter løb vi ud og spil-

lede fodbold. Kemilærere viste tidligere altid NO_x -forsøg frit i klasseværelset – længe inden nogen drømte om at bruge stinks-kab, osv.

Jeg takker oprigtigt for mailen, respons er altid meget velkommen, og det var en god anledning til at undersøge Carlsbergulykken, som der overraskende nok var yderst sparsomme oplysninger om på internettet [9,10].

Det er meget muligt, at faren fra NO_x nu om dage er overdreven, måske endda stærkt overdreven, blandt andet som følge af Carlsbergulykken. Men der foreligger stort set aldrig sikre oplysninger om eksponering i en akutfase efter en ulykke. Hvilken patient ønsker ikke at tage en dag ud af kalenderen for at være under lægelig observation – et lille afsavn, hvis det kan redde livet. Og hvilken læge ønsker at tage selv den mindste chance, hvis konsekvensen ved et fejl-skøn er at få en *lynch mob* på nakken.

Epilog

Artiklen er skrevet som frivilligt arbejde. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre.

Frank Hedlund (civilingeniør, ph.d.) er risikoekspert i Cowi og ekstern lektor på DTU i risk management.

E-mail:

Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.com

Referencer

1. T. von Rath (et al.), *Fejlskøn på sygehus, to døde. Tre Carlsberg-arbejdere sad fast i elevator, forgiftet af salpetersyre* (o.a.), Berlingske Tidende, den 14., 15. og 16. nov. 1968.
2. S. Sveinsdottir, *Virksomhederne må kende farene ved de kemikalier, de benytter*, Ingeniørens Ugeblad, pp. 11-12, 22. nov. 1968.
3. S. Sveinsdottir, *Før dommen falder*, Ingeniørens Ugeblad, p. 2, 6. mar. 1970.
4. B. Fallentin, A. Fogh, J. Frost, *Forgiftning med nitrose gasser*, Ugeskrift for læger, vol. 133, no. 25, pp. 1225-1231, 1971.
5. A. Harrestrup Andersen, J. Fosdal, *Forgiftning med salpetersyredampe (nitrose gasarter)*, Nordisk Medicin, vol. 40, no. 32, pp. 2239-2242, 1946.
6. R.H. Perry, D.W. Green, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, Sixth ed. McGraw-Hill, 1984.
7. P.G. Urban, *Bretherick's handbook of reactive chemical hazards*. Elsevier, 2017.
8. F.H. Hedlund, *Stort udslip af giftig gas ved aflæsning af madaffald*, Dansk Kemi, vol. 99, no. 5, pp. 36-40, 2018.
9. A. Astrup Jensen, *Fokus på farlige stoffer i arbejdsmiljøet*. Frederiksberg, NIPSECT, 2015.
10. S. Ahrenkiel, *Unødigt hysteri omkring klor og NO_2* , Dansk Kemi, vol. 89, no. 4, p. 5, 2018.

I anledning af at det periodiske system i år fylder 150 år, bringer vi en artikelserie forfattet af Jesper Bendix. Artikelserien illustrerer periodesystemets aktualitet som redskab i systematiseringen af kemien

Artikel 8:

Periodesystemets næste 150 år



Figur 1. KBrO_4 (reagensglas) fældet ved oxidation med xenondifluorid (farveløse krystaller foran teflonbeholder).

Spådomskunst fører sjældent det store med sig og overskriften er nok den sikreste vej til fremtidige kemikeres overbærende hovedrysten. Alligevel vil det være naturligt at afrunde causerierne omkring periodesystemet med nogle forsøg på at være lidt fremadskuende.

Hvis man i anledning af den tilstundende juletid tænker over, hvordan man skal definere en vaniljekrans, så kommer man ikke uden om at nævne hullet i midten, selvom det hverken er særligt velmagende eller nødvendigt, men ofte er det simplest at definere noget ud fra dets grænser eller det, der mangler. Det har været gjort i de forudgående klummer ved at angive grænser for oxidationstrin, størrelser, koordinationsstal, elektronegativiteter, etc., men i det store hele har diskussionerne begrænset

sig til eksisterende kemiske forbindelser. En anden vinkel på kemien er at overveje "hullet i midten", altså hvilke forbindelser der mangler, og hvorfor de (endnu) ikke er fremstillet. Et klassisk eksempel på denne tilgang er Dasents bog "Non-existent compounds" med undertitlen "Compounds of low stability" fra 1965 [1]. Et af de klassiske eksempler, som Dasent fremhæver, er den usystematisk lave stabilitet af de høje oxidationstrin i grupperne 13-17 for den første lange periode. Det er ganske tydeligt for arsen, hvor AsCl_5 kun er stabil ved lave temperaturer ($< -50^\circ\text{C}$) mens både PCl_5 og SbCl_5 er stabile forbindelser med en lang historie. I gruppe 16 er SeO_3 (og H_2SeO_4) tilsvarende et stærkt oxidationsmiddel, mens dette ikke er tilfældet for hverken SO_3 eller TeO_3 [2]. Som ærkeeksempel på denne anomalitet optræder i Dasents bog den "ikke-eksisterende" ion perbromat (BrO_4^-), som flankeres af de velkendte perchlorat (ClO_4^-) og meta-periodat (IO_4^-) ioner. Nu ville skæbnen, eller rettere de nævenyttige kolleger, det ikke bedre, end at perbromat blev fremstillet og karakteriseret kun tre år efter "Non-existent Compounds" udkom [3].

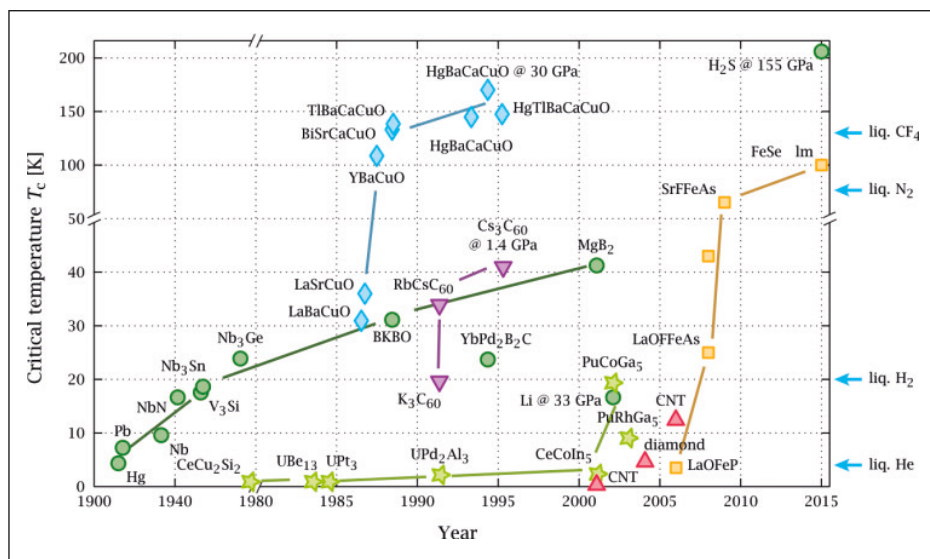
Dette ændrer ikke på den generelle lave stabilitet af de højeste oxidationstrin i denne periode, som kan forstås ud fra en høj effektiv kerneladning på grund af en ineffektiv skærmning fra de fyldte d-orbitaler, der optræder første gang i denne periode. Men syntesen af perbromationen illustrerer, hvordan hvide pletter på de kemiske forbindelsers landkort naturligt tiltrækker sig en lignende opmærksomhed og aktivitet, som de ikke-udfyldte pladser i de tidlige periodesystemer. En af de mere effektive syntese-veje, om end ikke den første, til perbromat er i øvrigt oxidation af bromat (BrO_3^-) med xenondifluorid, se figur 1. Her var Dasent lidt heldigere med timingen, da der var gået hul på ædelgaskemien med Bartletts reaktion mellem PtF_6 og xenon tre år før bogudgivelsen, altså i 1962 [4]. Produktet af denne



Clean, Lean & Green

- Innovative totalløsninger
- Desinficerende vasketeknologi
- Autoklaver
- Robot logistik
- Landsdækkende serviceforretning

Tilpasset netop dine behov
Kontakt os på 6263 1091 - Ken@ken.dk - www.ken.dk



Figur 2. Tidslinje for kritisk temperatur for superledning op til år 2015. Ved tryk over ca. 155 GPa omdannes H_2S til en superledende fase med en kritisk temperatur over 200 K – et kvalitativt spring i forhold til tidligere rekordtemperaturer.

reaktion blev indledningsvist (baseret på overraskende dårlig karakterisering) formuleret som $\text{Xe}^+[\text{PtF}_6^-]$ i analogi med det kendte salt af dioxogenylionen, $\text{O}_2^+[\text{PtF}_6^-]$. I kapitlet om ædelgasforbindelser blev der redegjort for, hvordan xenon(I)-ionen teoretisk kan danne termodynamisk stabile iongitre med mange andre mulige modioner, for eksempel BF_4^- og SiF_6^{2-} [5].

Alle disse forudsigelser viste sig at være lige så ukorrekte som den oprindelige formulering af Bartlett synteseprodukt. Der findes ingen $\text{Xe}(\text{I})$ forbindelser. Den forbindelse, som Bartlett fremstillede, var $[\text{XeF}^+][\text{PtF}_6^-]$, altså en xenon(II)-forbindelse [6]. Her er det værd at notere sig, at de beregninger, der understøttede eksistensen af xenon(I)saltet og muligheden for at fremstille andre salte af denne ion, ikke var fundamentalt forkerte. Isoleret set er xenon(I)-forbindelsen sandsynligvis stabil, men der blev ikke taget højde for, at molekyler og ioner ikke er isolerede, når vi normalt taler om kemiske forbindelser. De kan reagere med sig selv og give anledning til for eksempel disproportioneringsreaktioner. I det konkrete tilfælde $2\text{Xe}^{\text{I}} \rightarrow \text{Xe}^0 + \text{Xe}^{\text{II}}$. På helt analog vis er Mg^{I} en sjældenhed, fordi disproportioneringsreaktionen til frit magnesium og magnesium(II) er energimæssigt favorabel og, i næsten alle tilfælde, en hurtigt fortløbende reaktion [7].

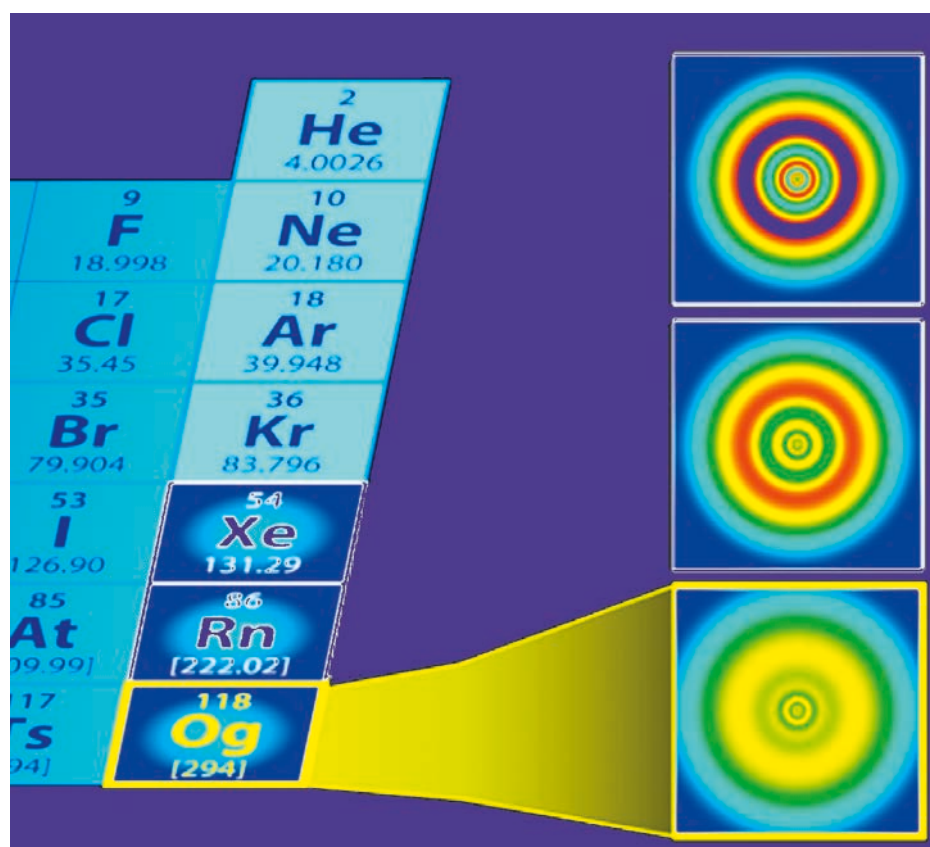
Men en af de forudsigelser, som man godt kan vove på nuværende tidspunkt, er, at disse bekvemme regler om, at pariteten på oxidationstrinnene følger pariteten på gruppenumrene i hovedgrupperne (Gr1,2 og 13-18) vil blive eroderet

i de kommende år. Grunden er, at de eksperimentelle teknikker bliver stadigt mere forfinede. Der udføres i dag enkeltmolekyl karakteriseringer både med hensyn til ledningsevne og magnetiske egenskaber, men især er enkeltmolekyl (fluorescens-)spektroskopi blevet en udbredt teknik. Når kemiske forbindelser således bliver eksperimentelt studeret eet molekyle ad gangen, så bliver teoretiske

forudsigelser meget lettere, da man undgår nogle af de komplicerende egenskaber og reaktiviteter ved makroskopiske materialer. Derfor vil vi fremover få udvidet bestanden af kemiske forbindelser på bekostning af lidt af systematikken i periodesystemet.

En anden måde at studere kemiske forbindelser som isolerede molekyler uden at skulle opnå en følsomhed, der svarer til at måle på et enkelt molekyle, er at anvende såkaldte matrix-isoleringsteknikker, hvor kemien foretages fortyndet i en fast ureaktiv matrix, typisk af frossen argon. På den måde er det lykkedes at fremstille HgF_4 og karakterisere forbindelsen ved hjælp af infrarød spektroskopi ved -269 K [8]. Beregninger understøtter eksistensen af det individuelle molekyle og viser, at der er d-orbitaler på kviksølv involveret i bindingerne til fluor, hvilket gør kviksølv til et ægte overgangsmetal. Der er nok heller ingen tvivl om, at de næste generationer af kemikere med denne type af teknikker vil udfordre grænserne mellem de forskellige blokke i periodesystemet (jf. klumme nr. 7 i denne serie).

Flere af de egenskaber, der udviser systematisk variation i periodesystemet og som har været behandlet i tidligere klummer, for eksempel størrelser og elektronegativiteter, er afhængige af det



Figur 3. Beregnede elektrontæthetsfordelinger for Xe, Rn og Og. I sværvægteren oganesson er skalstrukturen næsten helt udvisket.

ydre tryk. Vi er så vant til kemi ved atmosfæretryk, at de færreste overvejer, at kemien ved meget høje tryk, eksempelvis i det indre af planeter og stjerner, kan være fuldstændigt forskellig fra den, vi kender, fordi variationerne i periodesystemet bliver helt forskellige ved meget høje tryk. I takt med ønsket om at forstå dannelse og sammensætning af planeter (sml. årets Nobelpris i fysik til opdagelsen af exoplaneter), vil der komme fokus på kemi under ekstreme betingelser. Et af de nylige, meget spektakulære resultater, som højtrykskemien har leveret, er den overraskende 2015-rekord i kritisk temperatur for superledning på ca. 203 K, figur 2 [9]. Af alle forbindelser var det den molekylære forbindelse hydrogensulfid H_2S , der overraskende nok leverede den tidligere rekord, ganske vist ved tryk (over 155 GPa eller ca. 1.5 Matm).

Et andet overraskende fund er den første heliumforbindelse, Na_2He , som har antifuorit-struktur. Forbindelsen er stabil ved tryk på over 113 GPa [10]. At der også sker alvorlige ting med vores almindelige syn på periodesystemet, illustreres af variationen af elektronegativiteter: Ved det moderate tryk på 300 GPa [11] er scandium blevet det mest elektropositive grundstof, mens alkalimetallerne er gået hen og blevet en blød mellemvare [12]. De er alle væsentligt mindre elektropositive end calcium og lidt mindre elektropositive end jern! Samtidigt er sølv mere ædelt end guld ved så høje tryk. Blandt lanthanoiderne, der er meget ens ved normalt tryk, er variationen ved 300 GPa større end forskellen mellem natrium og chlor. Den eneste trøst er, at fluor beholder tronen som det mest elektronegative grundstof. Ved disse meget høje tryk sker der også drastiske ting med bindingstyperne. Der er mange molekylære forbindelser, der ophører med at eksistere ved meget høje tryk: Hydrogen bliver metallisk, nitrogen polymeriserer og CO_2 får en kvarts-lignende struktur.

Ved at betragte det ydre tryk som en parameter kan man altså på mange måder vende op og ned på de vante egenskaber af grundstofferne og deres forbindelser. Hvad så med nye grundstoffer? Hvor mange vil blive tilføjet i de næste generationer, og vil de bringe fundamentalt ny kemi med sig? Her er det nok vanskeligt som skribent helt at skjule sin konservatisme – nogle ville sige pessimisme. Med den 7. periode komplet og med halveringstider af oganesson under 1 ms, er det vanskeligt at se, hvordan detaljeret indsigt i kemien skulle kunne fremkomme. Men som nævnt ovenfor, så bliver enkelt-molekyl-karakteriseringer stedse mere almindelige, og forhåbentlig vil det være muligt fremover at studere de tungeste atomer spektroskopisk og få eksperimentel indsigt i deres elektroniske struktur. Her er der allerede nu teoretiske forudsigelser om, at den model vi er vant til med elektronskaller svarende til bestemte kvantetal, bryder grundigt sammen allerede ved oganesson, figur 3 [13]. For at blive ved julemetaforerne, så er elektronstrukturen af den ædle ikke-gas oganesson snarere et stykke plumcake end en vaniljekrans.

E-mail:

Jesper Bendix: jesper.bendix@chem.ku.dk

Referencer

1. W.E. Dasent. "Non-Existent Compounds" (1965), Marcel Dekker, New York.
2. C.E. Housecroft, A.G. Sharpe "Inorganic Chemistry" (5. Ed.; 2018), Pearson Education Limited.
3. E.H. Appelman, "The synthesis of perbromates" (1968), J. Am. Chem. Soc. 90, 1900.
4. N. Bartlett, "Xenon hexafluoroplatinate(V) $Xe+[PtF_6]$ ". (1968), *Proceedings of the Chemical Society*. 6, 218.
5. Ref. 1, Kapitel 7.
6. L. Grahama, O. Graudejusa, N.K. Jhab, N. Bartlett, "Concerning the nature of $XePtF_6$ " (2000) *Coord. Chem. Rev.* 197, 321.
7. Et sjældent eksempel på en stabil magnesium(I) forbindelse er rapporteret i: Green, S. P.; Jones C.; Stasch A. (December 2007). "Stable Magnesium(I) Compounds with Mg-Mg Bonds". *Science*. 318, 1754.
8. Wang, Xuefang; Andrews, Lester; Riedel, Sebastian; Kaupp, Martin (2007). "Mercury Is a Transition Metal: The First Experimental Evidence for HgF_4 ". *Angew. Chem. Int. Ed.* 46, 8371.
9. Cartledge, Edwin "Superconductivity record sparks wave of follow-up physics". *Nature*. 524, 277.
10. X. Dong, et.al. "A stable compound of helium and sodium at high pressure" (2017), *Nature Chemistry*, 9, 440.
11. Selvom 300 GPa lyder af meget, så er det ikke ekstremt i forhold til de tryk, der estimeres i det indre af planeter. I Jupiters centrum anslås trykket således til 5-10 TPa.
12. M. Rahm, R. Cammi, N.W. Ashcroft, R. Hoffmann. "Squeezing All Elements in the Periodic Table: Electron Configuration and Electronegativity of the Atoms under Compression" (2019) *J. Am. Chem. Soc.* 141, 10253.
13. a) P. Jerabek, B. Schuettrumpf, P. Schwerdtfeger, W. Nazarewicz "Electron and Nucleon Localization Functions of Oganesson: Approaching the Thomas-Fermi Limit" arXiv: 1707.08710
b) P. Ball <https://www.chemistryworld.com/news/immense-oganesson-projected-to-have-no-electron-shells/3008104.article>.

**DEN ENESTE ØJENSKYL I VERDEN
DER HOLDER DINE ØJNE ÅBNE
UNDER SKYLNING**

– op til 15 minutters skyl i en flaske



HELP CARE COMPANY



MERE INFO



SE VIDEO



Industrivej 19 · 8881 Thorsø · Tlf: +45 2220 3064

Grundstofnavnene i arbejde for kemien. IV. Additive navne.

(Anden del; første del bragtes i oktobernummeret)



Af Ture Damhus

Komplekskemi: da det hele begyndte...

Vores landsmand Sophus Mads Jørgensen, figur 5, udførte et omfattende ekspe-



Figur 5. Til venstre portræt af Sophus Mads Jørgensen (1837-1914). Til højre nr. 312 og 313 i Teknologihistorie DTU's samling af Jørgensen-præparater, jf. tabel 3.

rimentelt arbejde, som øgede kendskabet til kemien af det, vi i dag ville kalde klassiske metalkomplekser. Jørgensen

efterlod sig omkring 600 præparater, en enestående samling, som i dag beror hos Teknologihistorie DTU [9]. Dansk

Nr.	Navn på etiket ¹⁾	Formel på etiket	Foreslået nutidigt navn ^{*)}	Udseende
312	Carbonatotetraminkobolt-nitrat	–	tetraammincarbonatocobalt(III) nitrat	mørkviolette krystaller
181	Dibromodiæthylendiamin Kobolt –Platinbromid	$\text{Br}_4[\text{Co}_2\text{4En}]\cdot\text{PtBr}_6\cdot$	bis[dibromidobis(ethan-1,2-diamin)cobalt(III)] = hexabromidoplatinat(IV)	brungult pulver
5	Xanthokoboltoxalat	–	pentaammin(nitrito-κN) = cobalt(III)oxalat	karrygult pulver
6	Bromopurpleokoboltoxalat	$\text{Br}_2[\text{Co}_2, 10\text{NH}_3]2\text{C}_2\text{O}_4$ ²⁾	pentaamminbromido = cobalt(III)oxalat	blåviolet pulver
313	Tetramin-Oxalopurpleokobolt-Chlorid	–	??	rødviolette krystaller

Tabel 3. Nogle af S.M. Jørgensens efterladte præparater.

^{*)} Lighedstegnet er i denne kolonne brugt som i tabel 2.

¹⁾ Vi formoder, at den sirlige håndskrift, der ses på etiketterne på figur 5, er Jørgensens egen. Nogle af præparaterne med denne skrift har også påtegnet initialerne S.M.J. Andre etiketter synes skrevet af andre personer. Der er "u-streger" over nogle, men ikke alle u'er; de er her gengivet som 'û'. Vigtigere er måske, at dobbelt-m i 'ammin' mange steder er skrevet som 'm' med en streg over. Da vi ikke kan lave den streg, er det her gengivet som 'm'.

²⁾ Man antog generelt, at disse komplekser var dimere [10b], hvilket senere viste sig normalt ikke at være tilfældet. I nr. 181 skal der dog to cobaltenheder til for at matche hexachloridoplatinatet.

Selskab for Historisk Kemi har indgået en aftale om at gennemgå samlingen, registrere, hvad der står på etiketterne, og forsøge at oversætte til moderne kemisk nomenklatur. Det er sent arbejde. I øjeblikket er formand Asbjørn Petersen og denne artikels forfatter på opgaven.

Figur 5 viser også et par af præparaterne. Alle etiketter er påtrykt teksten 'Den Polytekniske Læreanstalt'.

Jørgensens kemiske navne er interessante at studere og ikke alle lige forståelige. Mange er bare formuleret som additionsforbindelser, for eksempel "Kvægsølvchlorid – Chlorbrinte – Triæthylamin", i en del tilfælde ledsaget af en formel. Men: en del af dem er kompleksforbindelser med navne, der begynder at ligne vores nutidige additive navne, som vi introducerede i første del. Se tabel 3, præparater 312 og 181.

Jørgensen skrev nogle gange for eksempel 'tetramin' med en streg over 'm', se figur 5, for at tilkendegive 'ammin', andre gange direkte 'ammin' med dobbelt-m. Stavemåderne i øvrigt er en blanding af de stavemåder, vi nu anbefaler (chlor og chrom med 'ch', sulfat) og andre stavemåder (som fosfat, jod, kobolt, silikat, volfram). For ikke at tale om det gamle navn 'kvægsølv'.

Nogle præfikser, som egentlig betegner farver af kompleksforbindelserne, oprindeligt af cobalt(III), indgår fast i de systematiske navne fra dengang: 'luteo' om hexaammin', 'purpureo' om pentaamminchlorido, 'roseo' om pentaamminaqua, 'xantho' om pentaammin(nitrito-κN) m.fl. Disse er opregnet i et underholdende causeri over Jørgensens arbejde [10a].

Når registreringsprojektet engang er tilendebragt, vil vi givetvis fremkomme med en udførlig gennemgang af samlingens indhold.

Ture Damhus (turedamhus@outlook.dk) er formand for Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg; medlem af IUPAC's Division VIII, der udarbejder IUPAC's nomenklaturanbefalinger; og sekretær i Dansk Selskab for Historisk Kemi.

Referencer (fortsat fra første del)

9. www.historie.dtu.dk.
10. Bidrag i *Den Komplekse Kemi* [H. Kragh (red.), Historisk-kemiske skrifter nr. 6, udgivet af Dansk Selskab for Historisk Kemi 1994 (<https://www.historisk-kemi.dk>)]:
 - a. C.K. Jørgensen: *Sophus Mads Jørgensen – Organisk Kemi som Jordbund for Koordinationsbegrebet Sammenlignet med Datidens "Spekulative Kemi"*, s. 25-38.
 - b. H. Kragh: *Werner-Jørgensen Kontroversen i Videnskabshistorisk og -sociologisk Perspektiv*, s. 39-62.

Løst og fast om grundstofnavnene selv, især de nyeste

Af Ture Damhus og Alexander Senning

Periodesystemets jubilæumsår går så småt på hæld og vil blive formelt rundet af af IUPAC i Japan i december [1]. I martsnummeret gjorde vi rede for proceduren omkring fastlæggelsen af de internationale grundstofnavne [2]. IUPAC's seneste detaljerede regler herom kan læses i [3]. De efterhånden historiske skandalesager omkring navngivningen af grundstofferne nobelium til og med meitnerium blev beskrevet i [4]. Siden da er det gået bedre, men mange af de sidste grundstoffer frem til oganesson, nr. 118, måtte stadig vente en del år på vedtagelsen af deres endelige navne og levede derfor en vis tid med de forkætrede kunstnavne af typen ununoc-tium og trebogstavssymbolerne af typen Uuo. En udmærket bog som [5] kunne omtale grundstofferne helt til og med Uub (nr. 112), længe før navngivningerne af de sidste af dem endelig fandt sted efter årtusindskiftet.

I tidligere indlæg i Dansk Kemi [6,7] blev etymologien af de første mange grundstofnavne gennemgået. I faktaboksen, på næste side, giver vi nogle oplysninger om de nyeste grundstofnavne. Alt dette (og mere!) kan findes i en spritny bog om kemiske navnes oprindelse [8]; der er også information på internettet [9].

Men forresten: Hvor blev hahnium nogensinde af?

Lige et kort tilbageblik. Man behøver ikke at være bidt af en gal nørd for at stille spørgsmålet, hvorfor den tyske radiokemiker Otto Hahn (1879-1968), nobelpristager og dybt respekteret som 'kernechemiens fader', ikke skulle lægge navn til en af de mange transuraner. Det var sådan set også planen. Hahnium havde været brugt om Unp (grundstof nr. 105) uden at være internationalt vedtaget

(det kan man se på fotos af periodesystemer anvendt i USA i 90'erne) og var ikke desto mindre IUPAC's forslag for Uno (nr. 108) i det kiksede 1994-oplæg [10], som hurtigt blev forkastet. IUPAC nævnte ikke noget om hahnium i 1997-meddelelsen [11] om de navne, der skulle blive de endelige for mendelevium til og med meitnerium; men man kunne konstatere, at de havde fulgt det store pres fra USA om at hædre Glenn Seaborg (der endnu var i live) ved at gøre plads til seaborgium som navnet for Unh (nr. 106). Nr. 105 blev kaldt dubnium, da kommentatorer havde talt kraftigt imod at bruge dette navn for nr. 104. Og så var der ikke rigtig plads til hahnium på det tidspunkt, og senere kunne man ikke bruge navnet iflg. princippet om ikke at genbruge tidligere anvendte navne på nye grundstoffer.

Dette princip blev understreget i [12], hvor IUPAC for første gang officielt nævner hahnium igen (og påpeger, at navnet aldrig i fremtiden vil kunne bruges til et nyt grundstof).

Der er også andre sprog end IUPAC's arbejdssprog engelsk

Som bekendt formuleres IUPAC's anbefalinger kun på engelsk i vore dage, og det er derefter overladt til de enkelte landes kemiautoriteter at oversætte dem til deres respektive sprog.

Således er IUPAC's regel om, at nye navne på grundstoffer i gruppe 18 skal have endelsen 'on' uden problemer blevet fulgt på alle andre sprog, mens det forholder sig anderledes vanskeligt, når det drejer sig om gruppe 17, hvis navne på engelsk skal ende på 'ine' (som de klassiske halogener: fluorine, chlorine osv.). På tysk og de nordiske sprog er der en lige så stærk tradition for, at et halogennavn skal være uden endelse (fluor, chlor osv.).

Da det nye gruppe 17-grundstof Uus (nr. 117) fik sit engelske navn tennessine, satte ►

■ De seneste grundstofnavnes oprindelse

Atomnummer og -symbol	Dansk grundstofnavn ¹⁾	Sted for opdagelse/syntese ¹⁾	Etymologi
104, Rf	rutherfordium (1997)	Joint Institute for Nuclear Research (Sovjetunionen) og Lawrence Berkeley National Laboratory (USA)	efter den britiske fysiker Ernest Rutherford (1871–1937)
105, Db	dubnium (1997)	Joint Institute for Nuclear Research (Sovjetunionen) og Lawrence Berkeley National Laboratory (USA)	efter den russiske by Dubna, hvor Joint Institute for Nuclear Research ligger; byen Dubna er opkaldt efter Dubnafloden
106, Sg	seaborgium (1997)	Lawrence Livermore National Laboratory (USA)	efter den amerikanske kemiker Glenn Seaborg (1912–1999)
107, Bh	bohrium (1997)	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (Tyskland)	efter den danske fysiker Niels Bohr (1885–1962)
108, Hs	hassium (1997)	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (Tyskland)	efter den tyske delstat Hessen (på latin Hassia), hvor GSI ligger
109, Mt	meitnerium (1997)	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (Tyskland)	efter den østrigsk-svenske fysiker Lise Meitner (1878–1968)
110, Ds	darmstadtium (2003)	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (Tyskland)	efter den tyske by Darmstadt, hvor GSI ligger; toponymet Darmstadt er af obskur etymologi
111, Rg	roentgenium (2004)	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (Tyskland)	efter den tyske fysiker Wilhelm Röntgen (1845–1923)
112, Cn	copernicium (2010)	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (Tyskland)	efter den polske matematiker og astronom Nicolaus Copernicus (polsk Mikolaj Kopernik) (1473–1543)
113, Nh	nihonium (2016)	RIKEN, Institute of Physical and Chemical Research (Japan)	efter japansk Nihon, Nippon, ordret solopgangens sted, Japan
114, Fl	flerovium (2012)	Flerov Laboratory of Nuclear Reactions ved Joint Institute for Nuclear Research (Rusland)	efter opdagelsesstedet, som har sit navn efter den russiske atomfysiker Georgij Fjorov (på engelsk Georgy Flyorov) (1913–1990)
115, Mc	moscovium (2016)	Joint Institute for Nuclear Research (Rusland)	efter Moskva Oblast (provins Moskva), hvor Joint Institute for Nuclear Research ligger, og som har sit navn efter Moskvafloden
116, Lv	livermorium (2012)	Lawrence Livermore National Laboratory (USA)	laboratoriet er opkaldt efter sin beliggenhed i byen Livermore, CA, USA; toponymet Livermore er efter den britisk-amerikanske landmand Robert Livermore (1799–1858)
117, Ts	tennessin (2016)	Oak Ridge National Laboratory (USA)	efter USA-delstaten Tennessee, hvor Oak Ridge National Laboratory ligger; toponymet Tennessee er af uforklaret indiansk oprindelse
118, Og	oganesson (2016)	Joint Institute for Nuclear Research (Rusland)	efter den armensk-russiske fysiker Jurij Oganessian (på engelsk Yuri Oganessian) (født 1933)

1) Årstal refererer til den officielle definitive navngivning hos IUPAC. (Kun navnet tennessin er forskelligt fra det officielle IUPAC-navn.)

Som nævnt er grundstoffene typisk opdaget længe før navngivningen; de første Dubna-grundstoffer dermed i Sovjetunionen, de senere i Rusland.

det grå hår i hovedet på tyskerne og skandinaverne. Tyskerne, nordmændene og svenskerne valgte at værne om deres nationale traditioner og kaldte det, for eksempel på tysk, for Tenness. I Danmark har Nomenklaturudvalget efter nøje overvejelse foreslået 'tennessin' frem for det udansk klingende 'tenness' (det blev bekendtgjort på udvalgets hjemmeside [13]).

I [1] omtalte vi den utilfredsstillende situation med *Retskrivningsordbogen* og Nomenklaturudvalgets konstruktive henvendelse til Dansk Sprognævn. Nævnet har desværre afvist at tale med os om sagen.

Toponymiske grundstofnavne

Mange grundstoffer er navngivet efter det land eller den by, hvor opdagelsen fandt sted, for eksempel americium (efter Amerika), francium og gallium (efter Frankrig), lutetium (efter Paris), germanium (efter Tyskland), polonium (efter Polen), ruthenium (efter Rusland), hafnium (efter København) og holmium (efter Stockholm). Det skal dog bemærkes, at nogle grundstoffer ikke er direkte opkaldt efter det pågældende sted, men efter en forskningsinstitution, hvis fulde navn selvfølgelig ikke kan danne grundlag for et mundret grundstofnavn. Således har californium ikke direkte fået sit navn fra Californien, men for at ære University of California, hvor grundstoffet blev opdaget. Noget tilsvarende gælder dubnium, hassium, darmstadtium, moscovium, nihonium, livermorium og tennessin (jf. faktaboksen).

Når man ser på disse navne, mangler der helt åbenlyst vigtige lande som for eksempel England og Italien. Det kan man synes bare er ærgerligt, men nogle kendte kemikere forsøgte at gøre noget ved det.

Således annoncerede den britiske kemiker og nobelpristager William Ramsay (1852-1916) i 1897 opdagelsen af grundstofferne 'anglium' (efter England), 'hibernium' (efter Irland) og 'scotium' (efter Skotland) [8].

Denne patriotiske øvelse løb imidlertid ud i sandet, da det viste sig, at de pågældende grundstoffer ikke eksisterede. Ramsay havde troet, at hans tidligere opdagelse argon bestod af de tre ovennævnte grundstoffer af næsten ens masse, analogt med nabogrundstofferne jern, cobalt og nikkel. Det viste sig hurtigt at være forkert.

Ligeledes publicerede den italiensk-amerikanske fysiker Enrico Fermi (1901-1954) i 1934 sin opdagelse af, at grundstofferne 'ausonium' (efter Ausonia, et græsk navn for Italien) og 'hesperium' (efter Hesperia, et andet græsk navn for Italien, bogstaveligt vestland) dannes ved beskydning af uran med neutroner [8].

Ifølge Fermi, som i november 1938 fik Nobelprisen for denne bedrift, skulle ausonium have været grundstof nr. 93 og hesperium grundstof nr. 94. Begge viste sig dog allerede i december 1938 at bestå af en blanding af barium, krypton og andre

grundstoffer. De 'rigtige' grundstoffer nr. 93 og 94 blev fundet i 1940 som henholdsvis neptunium og plutonium.

Ture Damhus (turedamhus@outlook.dk) er formand for Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg og medlem af IUPAC's Division VIII, som udarbejder IUPAC's nomenklaturanbefalinger.

Alexander Senning (alexander.senning@gmail.com) er medlem af Nomenklaturudvalgets redaktionskomité.

Referencer

Artiklerne [4,6,7] kan findes på Nomenklaturudvalgets hjemmeside Dansk Kemisk Nomenklatur [13].

1. Se <https://iupac.org/event/iyp2019-closing-ceremony/>.
2. T. Damhus: Grundstoffernes periodesystem (PS) fylder 150 år, *Dansk Kemi* **100** #2 (2019) 19-21.
3. W.H. Koppenol *et al.*: How to name new chemical elements (IUPAC Recommendations 2016), *Pure Appl. Chem.* **88** # 4 (2016) 401-405.
4. T. Damhus, S.E. Harnung: Endelig ro om grundstofnavnene, *Dansk Kemi* **78** #10, 10-12 (1997).
5. H. Henriksen, E. Pawlik: *Bogen om Grundstofferne* [Gyldendal 1998].
6. A. Senning, Grundstofnavnenes etymologi 1, *Dansk Kemi* **74**(1), 33 (1993).
7. A. Senning, Grundstofnavnenes etymologi 2, *Dansk Kemi* **75**(8), 30-31 (1994).
8. A. Senning, *The Etymology of Chemical Names* [de Gruyter, Berlin, Tyskland, 2019, Hardcover ISBN 978-3-11-061106-9, eBook (PDF) ISBN 978-3-11-061271-4, eBook (EPUB) 978-3-11-061124-3].
9. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_chemical_element_name_etymologies.
10. Names and symbols for transfermium elements (IUPAC Recommendations 1994), *Pure Appl. Chem.* **66** #12 (1994) 2419-2421.
11. Names and symbols for transfermium elements (IUPAC Recommendations 1997), *Pure Appl. Chem.* **69** #12 (1997) 2471-2473.
12. W.H. Koppenol: Naming of new elements (IUPAC Recommendations 2002), *Pure Appl. Chem.* **74** #5 (2002) 787-791. Disse anbefalinger blev afløst af [3].
13. *Dansk Kemisk Nomenklatur*, www.kemisknomenklatur.dk.

LABORATORIE

Analyser og
teknisk service



Se mere på: www.neutron.it



KEMISK FORENING

Universitetsparken 5
DK-2100 København Ø

www.chemsoc.dk

The Danish Chemical Society
Founded 1879

Mødekalendar (8) 2019

4.12. 2019

IDA Kemi og IGAS: CO₂ reduction.
Strategies and technologies,
Lersø Park Allé 106 København Ø.

Tilsmagning af saucer, supper, ragouter m.m.

Af Jens Folke, lean6sigma.eu

Jeg har siden 2017 på systematisk vis gennemgået nogle grundlæggende elementer og teknikker i madlavningen; først med emnet "dispersioner", altså blanding af heterogene faser i for eksempel dressinger, røgeprocesser, brødbagning og skum (se DK 2017(1/2)) og senere med temperaturen som tema, fra -22°C - > 300°C (se DK 2018(2)).

Men alt dette er jo omsonst, hvis den resulterende ret ikke smager godt (se DK 2016 (3)). "Smager godt" kan i den moderne (danske?) fortolkning illustreres ved hotdog-modellen [1].

Kineseren på tur i København: "Do you serve hot dog?"

Pølsemanden: "Yes!"

Kineseren: "Then I will have a hot dog"

– serveres

Kineseren: "Is this really hot dog?"

Pølsemanden: "Yes"

Kineseren: "Then I am sorry, but this is a part of the dog we Chinese never eat ☹"

Synet af hotdoggen er med andre ord det første sanseindtryk – ser den lækker ud? Det afhænger af ens kulturelle baggrund. Dernæst, føles den i hånden godt tillavet og tilpas varm? Lugter den godt? Begge disse første syns-, føle- og lugteindtryk af maden kan enten få mundvandet til at løbe eller evt. få os til at væmmes: Hvem i Danmark spiser hund?

Snegle, muslinger, insekter, krabber, kalvetunge, tatar, sushi, flæskesteg, lever, nyrer og brisler er andre eksempler på fødevarer, som får os alle til at reagere på den ene eller anden måde afhængig af kultur, social baggrund, tidlig barndom og opvækst.

De fleste af os danskere elsker at sætte tænderne i en hotdog

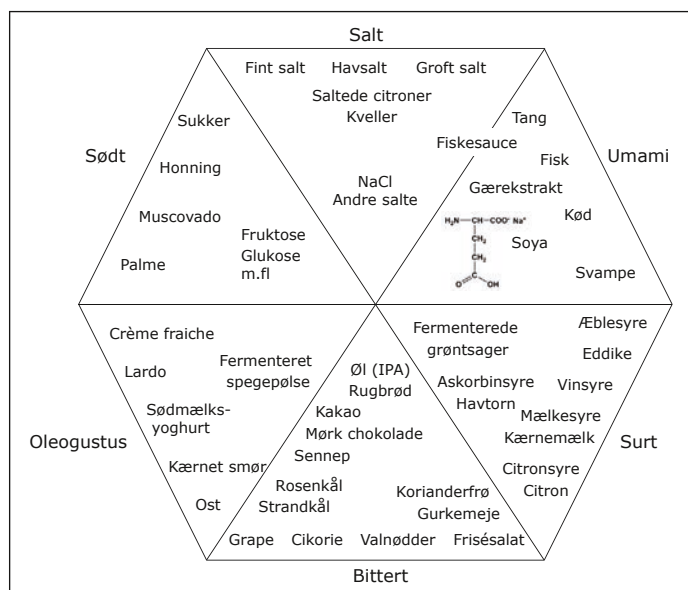


Figur 2. Stor løghat (*Mycetinis alliaceus* (Jacq.) Earle) fra Ulkerup skov sidste år.

i ny og næ, uanset den ikke bør høre til basisernæringen. Høresansen stimuleres af pølsens knæk og den knasende lyd af ristede løg. Lugtesansen mærker røgsmag fra grillen og duften af brød, pølse, sennep og ketchup. I mundhulen mærkes den stærke smag fra isothiocyanten i sennepen, og når vi tygger igennem den saftige bindefars-pølse (se DK 2015 (1/2)) kommer smagsindtrykkene fra tungens smagsløg: surt (syltet agurk), sødt (ketchup og brød), salt (pølsen), bittert (sennep), umami (pølsen) [2] og måske den lidt omdiskuterede oleogustus (fedtsmagen, se DK 2016 (1/2 & 3)), som pirres af hydrolyserede fedtstoffer fra remouladens creme fraiche-indhold. Tilsæt så noget fedt, noget sprødt og noget "nervepirrende" (= skarpt/stærkt og/eller astringent/snerpende) og smagsoplevelsen er fuldkommen¹.

Tilsmagning er med andre ord i danske/europæiske kokkekredse fortolket som en balance mellem de velkendte grundsmage, der kan erkendes gennem tungens fysiske smagsløg, som oversætter grundsmagsindtrykket til nerveimpulser.

¹ Disse sidste smagsindtryk er input fra mundhulen gennem nerve-receptorer, som berører (i) tekturen af maden, der mekanisk påvirker specifikke føle-receptorer (er brødet tørt, så det får en raspskorpe?), (ii) påvirker temperaturfølsomme receptorer (er hotdoggen kold, varm eller skoldende?), samt (iii) påvirkninger fra receptorer for kemisk sansning; for eksempel en afkølede eller varmedannende effekt (effekt). Effekten af for eksempel mynte (menthol) er afkølede, mens effekten fra chili (capsaicin) eller sennep (isothiocyant) giver varme i munden. Bobler fra øl eller champagne og ethanol i vodka er også en kemestesiske sansning (søg på "kemestesi").



Figur 1. Viser min udvidelse af det traditionelle smagshjul til en smagssekskant.

Gastrik

Ingredienser:

250 ml æbleeddike

125 g sukker

1. Kom sukker i en godt varmet, tykbundet gryde og lad det smelte til en mørkebrun karamel uden at brænde på.
2. Hæld forsigtigt æbleeddike ved og skru en anelse ned for blusset.
3. Rotér forsigtigt gryden lidt rundt, så sukkeret bliver helt opløst uden at bruge et redskab til at røre rundt.
4. Lad gastrikken inddampe i 8-10 min. til en tynd sirup.
5. Køl gastrikken af og kom den på en sprøjteflaske; så holder den i månedsvis.
6. Brug den til at smage saucen til; kom lidt i ad gangen til den rette balance i saucen er opnået.

Det skal siges, at der stadig er uenighed om eksistensen eller betydningen af et egentligt "fedt"-smagsløg, altså en sensorisk genkendelse af hydrolyserede, langkædede fedtsyrer via specifikke smagsløg: Er fedt en grundsmag eller er det blot en "mundfornemmelse"?

Selv om der altså er diskussion om oleogustus-smagsløgets betydning for tilsmagning, vil jeg her vove pelsen på alternativhypotesen: At oleogustus-smagssansen eksisterer, og at den ved forsigtig stimulation (altså i små mængder) bidrager til helheden i den basale tilsmagning af saucer og supper, figur 1. Men som med al anden tilsmagning – lidt er godt, men mere af samme slags er skidt, og så er det lige meget om det er surt, sødt, salt eller bittert – eller noget helt femte.

Bearnaise essens

Ingredienser:

1 dl hvidvin

1 dl estragoneddike

2 spsk. hakkede skalotteløg

10 g hakket estragonblade

5 g hakket kørvel

3 g knust, sort peber

1 tsk. salt

1. Alt kommes i en gryde og nedkoges til 1/3.
2. Køles af og sigtes ned i en sprøjteflaske som tilsmagning.
3. Brug den til at smage saucen til – lidt ad gangen til den rette balance i saucen er opnået.

Hvis jeg skal komme med et eksempel på en anvendelse af smagssekskanten, så tænk på en svampestuvning. Balancen mellem det bitre og det søde får jeg fra en klassisk gastrik, mens det surt-salte kan hjælpes på vej af en bearnaise essens. Umami-smagen kommer fra mine Karl-Johan rørhatte (*Boletus edulis*) og Oleogustus-smagen fremkommer ved et par skefulde 38% creme fraiche, der virker bedre end frisk piskefløde. Hvis retten ikke er saltet for meget, vil lidt sprødt-ristet, hjemmerøget bacon på toppen ikke ødelægge den. Bacon bidrager med både salt, umami og formentlig oleogustus (fra hydrolyseret fedt). Lidt fintskåret "stor løghat" kan bruges som en lidt stærk, løg/hvidløgsagtig smags giver. Den findes i skovene på samme tid og sted som rørhattene og er let at kende, som en lille (5-10 cm) bruskagtig svamp i skovbunden med en sort spinkel stok og en meget karakteristisk duft af løg/hvidløg, figur 2.

Facebook-gruppe: Køkkenkemisten

Referencer

1. R. Bredahl & A. Buchardt: Neurogastronomi. FADLs Forlag, 2016.
2. O.G. Mouritsen & K. Styrbæk: Umami. Nyt Nordisk Forlag Arnold Busk, 2011.
3. J. Nielsen & M. Zetterberg: Køkkenbrygning. Forlaget Turbine, 2018.

Svampestuvning

Ingredienser:

250 g Karl-Johan, gerne frisk (eller andre vilde svampe; se nogle på Facebook (Køkkenkemisten))

15 g stor løghat

125 g skalotteløg (eller porre)

25 g røget bacon

25 g smør

50 g 38% creme fraiche

Peber og lidt salt (under hensyntagen til det salte bacon)

1. Svampene børstes og renses forsigtigt for jord og urenheder.
2. Hatten skæres i skiver. Stokken i små tern.
3. Løghatten hakkes fint.
4. Skalotteløg skæres i meget små tern med en skarp kniv.
5. Bacon ristes sprødt ved svag til middel varme, tern tages fra.
6. Det hele sautes i smør og baconfedt.
7. Tilsmages med creme fraiche, gastrik og bearnaise essens.
8. Kommes på et stykke surdejs-hvedebrød (se DK 2019 (7)).
9. Drysses med sprødt bacon.
10. Hertil serveres en øl (hjemmebrygget IPA [3]) og en enkelt strandmalurt- eller porsesnaps (indsamlet i foråret og sat på vodka, se DK 2015 (6/7)).

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



The LUMOS II ...

● ... is the only fully automated FTIR imaging microscope

- Motorized and fully automated hardware
- Brilliant data in transmission, reflection and ATR
- Intuitive user interface and guided measurements

● ... is universally applicable

- Particle analysis
- Polymer sciences
- Pharmaceuticals

● ... makes your daily tasks easier

- Ultrafast focal-plane array (FPA) imaging technology
- Large field of view and sub-micron visual resolution
- Conveniently analyze samples of up to 40 mm in height

Contact us for more details:
www.bruker.com/optics