Dit branchemagasin fra TechMedia A/S

Dansk Kemi

Nummer 5 - August 2020 / 101. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

En kemisk guldalder - elektromagnetismen 200 år

Nye kontaminanter i Arktis

LabDays 2020

dialabxpo.dk

STYRK DIT NETVÆRK OG SKAB NYE RELATIONER

På diagnostik- og laboratoriebranchens mødested

DiaLabXpo

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

Messe for diagnostik- og laboratoriebranchen

INDHOLD

1 **Forside:**
LabDays 2020 gennemføres som planlagt den 2.-3. september i Øksnehallen, København. Læs mere inde i bladet.
Foto: Louis Reed, www.unsplash.com

6 **Velkommen til LabDays**
Se halplan på side 8 og udstillerliste på side 10.

14 **Svovlhexafluorid (SF6) i atmosfæren**
Ny forskning viser, at mængden af drivhusgassen SF6 i atmosfæren er omfattende. Men der er et muligt alternativ.

16 **Nye kontaminanter i Arktis**
En kombination af kemiske analyser og modelberegninger bruges til at identificere nye, potentielt problematiske stoffer i Arktis, inden de bliver til et nyt miljøproblem.

21 **Mindeord Carl Th. Pedersen 1935-2020**
Et langt og virksomt liv i kemiens tjeneste fandt sin afslutning 11. maj, da Carl Th. døde på Odense Universitetshospital omgivet af den nærmeste familie.

24 **På rundtur i den kemiske nomenklaturs rædselskabinet**
Man møder ofte kemistuderende, som føler ubehag ved substituentnavnene phenyl og benzyl, idet de mangler en logisk sammenhæng mellem disse to navne og navnet for stamforbindelsen benzen (C6H6).

26 **En kemisk guldalder - elektromagnetismen 200 år**
I anledning af 200-året for H.C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen bringer vi denne artikel om en kemisk guldalder, hvor Ørsted, Bunsen og Zeise krydsede veje.

30 **Stort udslip af NOX fra kunstgødning**
Mange kemiske reaktioner kan medføre dannelse af giftige rødbrune nitrøse gasser. Det giver altid anledning til stor bekymring. Et eksempel på dette er uheldet på Kemira i 1996.

36 **Verdensmål nr. 7: Bæredygtig energi**

37 **Køkkenkemisten: Tilsmagning med syre**

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
kbk@novozymes.com
Professor Henrik Skov
hsk@envs.au.dk
Maria Bech Poulsen
mabp@envs.au.dk

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

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

Redaktionskomité:
Professor Anne S. Meyer (formand)
Professor, dr. scient. Mikael Bols
Professor Morten J. Bjerrum (Kemisk Forening)
Lektor, ph.d. Peter Szabo (Kemiingeniørgruppen)
Professor, forskningschef Lars Wiebe
Lektor, civilingeniør, ph.d. Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foërsom (Næstformand, Kemilærerforeningen)
Konsulent Nikolai Stubkjær Nilsen Procesindustrien
Seniorforsker, ph.d. Peter Have Rasmussen
Gruppeleder, 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
Tryk: PE Offset A/S

Trykt på miljøvenligt papir med vegetabilske miljøfarver.

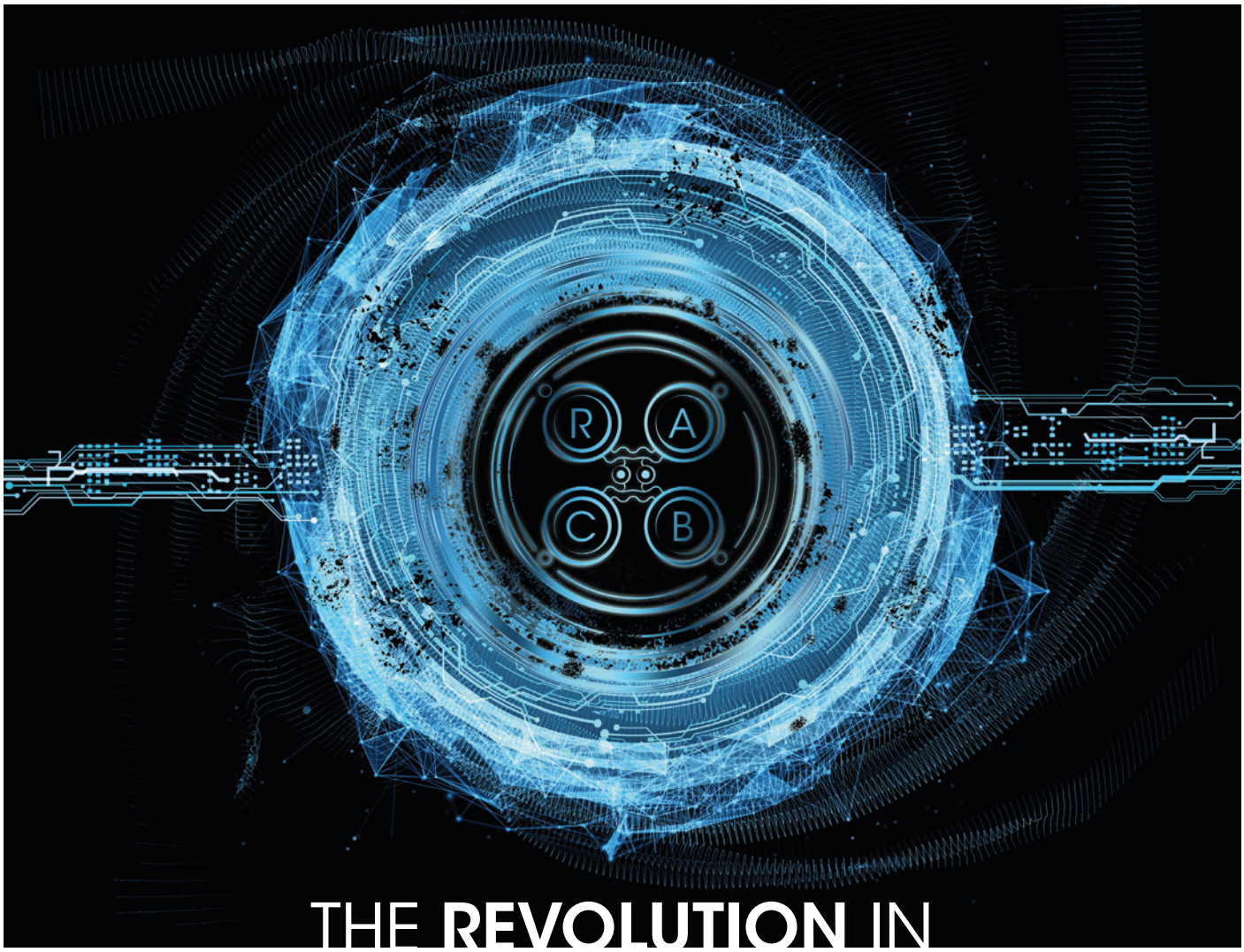
Abonnement:
Ændring/opsigelse sendes til:
abonnement@techmedia.dk
Bestil abonnement direkte på:
www.techmedia.dk

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.



THE REVOLUTION IN DSC TECHNOLOGY

Productivity

Accuracy

Performance

3 samples in **1 test**...The **New Discovery X3 DSC**

DISCOVER the POWER of 3

TA tainstruments.com

LEDER

Foto: Christian Ole Carlsson.

Cyberspace tur-retur

- refleksioner efter en nedlukningstid

> Online er kommet for at blive, men tilstedeværelse kan ikke undværes

På DTU medførte nedlukningen den 12. marts en hurtig overgang til forskellige former for online-undervisning via Zoom, Skype, Teams etc. Alle lærerkolleger med erfaring i fjernundervisning stillede beredvilligt deres viden til rådighed for kolleger med en mere traditionel pædagogisk tilgang. På den måde lykkedes overgangen til fjernundervisning forbløffende hurtigt; nød lærer som bekendt "nøgen kvinde at spinde". Selvfølgelig var der sten på vejen, som skulle fjernes, men der var en tålmodighed på studentersiden, som tillod den uerfarne at "anlægge vejen under kørslen". På den måde lykkedes det nærmest "overnight" at få metoder til fjernundervisning ind som en integreret del af de fleste underviseres værktøjskasse.

Undervisningen gik forbløffende godt - måske fordi der allerede var en etableret kontakt mellem underviser og studerende fra før nedlukningen. De små ikoner på skrivebordet kunne relateres til mennesker af kød og blod - studerende man havde set i øjnene fra tavlen eller ved vejledning på tomandshånd. Det er et godt spørgsmål, hvordan kvaliteten af uddannelsen og studiemiljøet ville påvirkes af en ren fjernundervisningsmodel, hvor alle deltagere kun vekselvirker via apps og skærmikoner. Man ser aktuelt stor utilfredshed blandt internationale studerende ved for eksempel Harvard- og Cambridge-universiteterne med at skulle betale "full tuition" på trods af den manglende mulighed for "social networking" på campus. Værdien af en universitetsuddannelse er jo ikke kun det faktiske undervisningsmateriale, men også netværksskabelse - fagligt såvel som socialt; noget man kunne kalde personlig udvikling og dannelse.

Ikke kun undervisningen skulle tilpasses nedlukningen. Møder, seminarer, ph.d.-forsvar etc. måtte finde nye afviklingsformer. Nogle af disse vil givet hænge ved. Det var i hvert fald en øjenåbner, at antallet af eksterne deltagere ved seminarer og ph.d.-forsvar steg markant, når det foregik helt eller delvist via for eksempel Zoom. Den almindelige mødekultur vil helt sikkert blive justeret fremadrettet. Muligheden for eksempelvis at holde korte statusmøder eller indkalde møder med kort varsel øges betydeligt med en online-mulighed. Uden fysisk transport fra møde til møde bliver arbejdsdagen mere fleksibel. Der er selvfølgelig en reel risiko for, at dagene blot pakkes tættere med møder, hvilket ville være en uheldig og uproduktiv udvikling.
Min opsummering af nedlukningsforløbet kan formuleres ganske kort - online er kommet for at blive, men tilstedeværelse kan ikke undværes.

Peter Szabo
Formand for IDA Kemi

KØBENHAVN 2. - 3. september

LabDays 2020

Fagmesse for laboratorieteknik

- Lab equipment
- Biotechnology
- Diagnostic
- Research
- Quality control
- Seminars:

  Danish Laboratory Technician's Association

  Biopeople - Denmark's Life Science Cluster

  LSB theme day & annual meeting

www.labdays.dk

Velkommen til LabDays 2020

Selvom året indtil nu har stået i coronaens tegn, er det lykkedes at imødegå alle forhindringer og afholde LabDays Copenhagen 2020 som planlagt.

Da myndighederne for et par måneder siden meldte den samlede plan ud for genåbningen af Danmark ovenpå coronapandemien, stod det klart, at messer er underlagt samme coronaregler som indkøbscentre og stormagasiner. Det betyder, at LabDays Copenhagen 2020 dermed kan gennemføres på den oprindelige termin fra den 2. til 3. september.

J.B. Exhibitions, der står bag LabDays Copenhagen 2020, ser frem til at byde hele branchen velkommen i Øksnehallen.

Messearrangørerne lægger vægt på, at den messebesøgende kan blive fagligt inspireret – og, udover en række spændende produkter, også får mulighed for at få en række faglige indspark.

Sidstnævnte sker blandt andet med tre forskellige faglige arrangementer, der afholdes i forbindelse med messen. Det drejer sig om:

Faglige events med Dansk Laborant-Forening

Dansk Laborant-Forening har som noget nyt valgt at gennemføre faglige events parallelt med LabDays Copenhagen 2020. Faglig Konsulent Helle Vendelbo Jensen:

- Vi er rigtig glade for at kunne afvikle faglige events parallelt med den kommende LabDays Copenhagen 2020. Laboranterne er faktisk den største besøgergruppe på messen, så det er oplagt at lave faglige events for vores medlemmer samt alle andre besøgende på messen. Og traditionen tro udstiller vi på messen, hvor vi glæder os til at hilse på de mange besøgende fra branchen.

På messens første dag (onsdag) afvikles et miniseminar af Susanne Bahne Hansen (formand for Dansk Laborant-Forening) under titlen "Fremtidens Fag".

Formand Susanne Bahne Hansen vil i sit oplæg komme ind på, hvilke udfordringer fremtiden byder på og hvordan udfordringerne bedst håndteres. Hvilke kompetencer bliver der brug for, og hvad de ændrede krav betyder for den enkelte.

Temadag arrangeret af LSB

LSB (Laboratoriemedicinsk Selskab for Bioanalytikere) har besluttet sig for at gennemføre en temadag på labmessens første dag onsdag den 2. september. Denne dag afvikles ligeledes LSB's årlige generalforsamling.

BioPeople vil gentage paneldiskussion

Ved LabDays Aarhus 2019 afholdt Biopeople en paneldiskussion og faglige møder parallelt med messen. Cluster Manager Jane Nøhr:

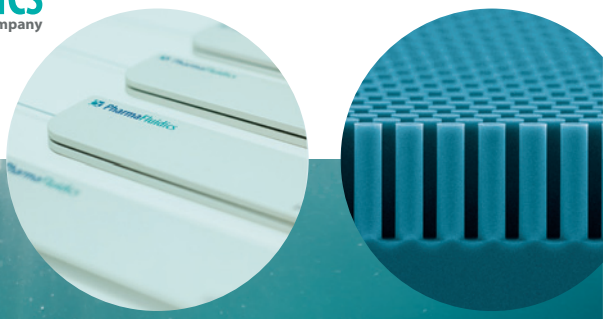
- Det var første gang, vi deltog på LabDays, og vi var meget tilfredse med de faglige arrangementer, vi afholdt i forbindelse med messen. Vi har derfor besluttet, at vi vil gentage succesen på LabDays Copenhagen 2020 i Øksnehallen, hvor vi også planlægger at have en stand.

LabDays blev med stor succes afholdt første gang i 2014.

MD Scientific

PharmaFluidics
The micro-Chip Chromatography Company

LabDays 2020 - Stand no. 38



LOOK BEYOND THE SUPERFICIAL

Changing the ART of analytical chromatography with µPAC™.

These micro Pillar Array Columns feature a perfectly-ordered separation bed of free-standing pillars ensuring:

- excellent separation power
- unprecedented reproducibility
- unrivalled robustness

Why should you use µPAC™

Outperforming reproducibility
Due to the mask-based etching process

Increased sensitivity
Due to high degree of order

Unrivalled robustness
Due to the solid silicon backbone

Less column replacements
Due to the high number of injections

Less prone to clogging
Due to high column permeability

Excellent separation power
Due to the exceptional column length

Find the right product for your application

200 cm µPAC™
0.1 - 1.0 µL/min
For a deep coverage of very complex samples with long gradient times

50 cm µPAC™
0.1 - 2.0 µL/min
For faster high-throughput analyses while maintaining superior performance

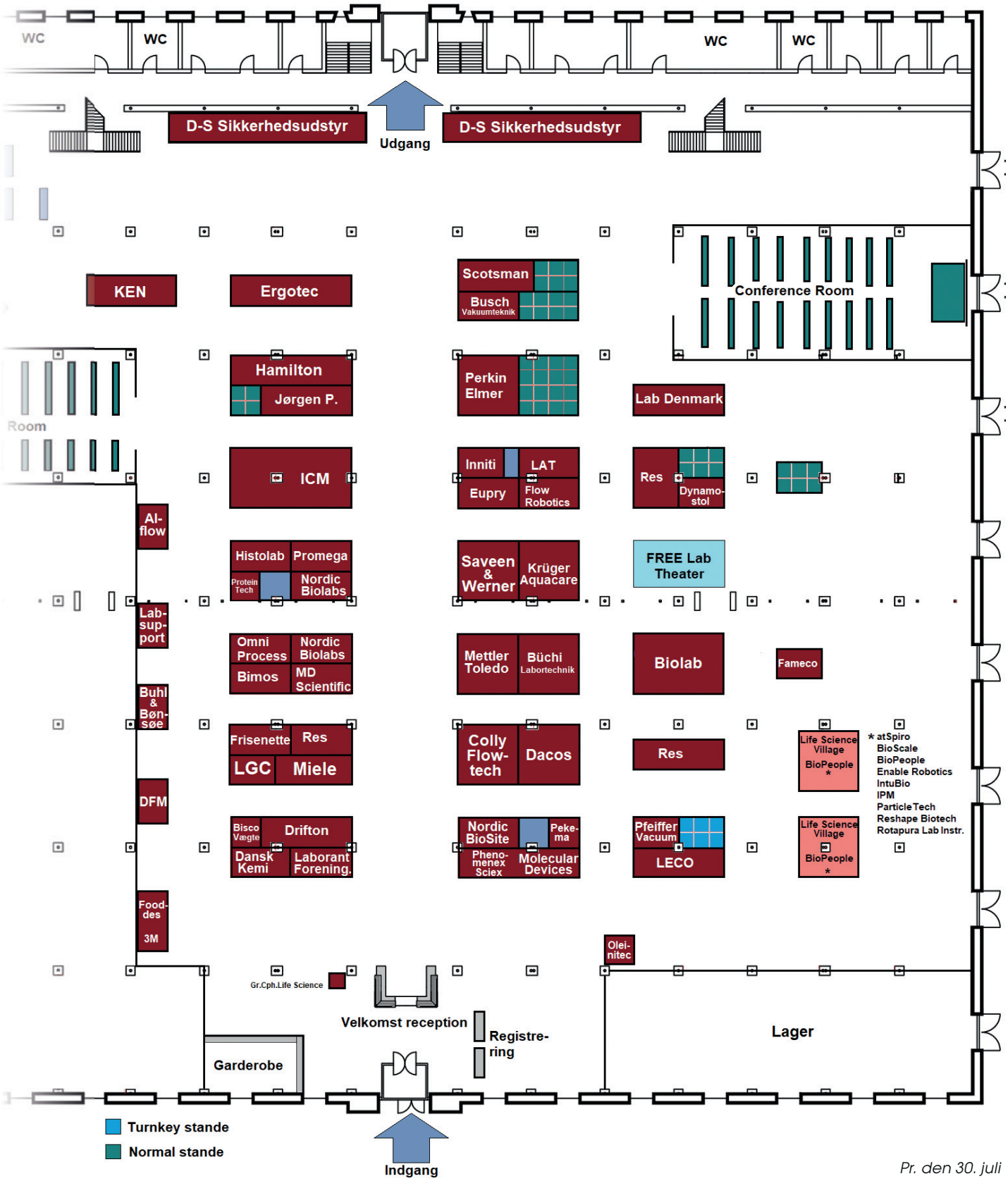
µPAC™ capLC
1 - 15 µL/min
For routine analyses with increased robustness and high sensitivity

µPAC™ Trapping column
Up to 20 µL/min
Reduce the sample loading times for dilute samples

µPAC™-compatible EASY-Spray™ Emitter
Providing plug-and-play connectivity with Thermo Fisher Scientific EASY-Spray™ source-equipped mass spectrometers

Distributed by **MD Scientific Aps**, www.md-scientific.dk
7027 8565

Halplan



Pr. den 30. juli

Intelligent Chemistry
Biolab A/S Automation Specialist

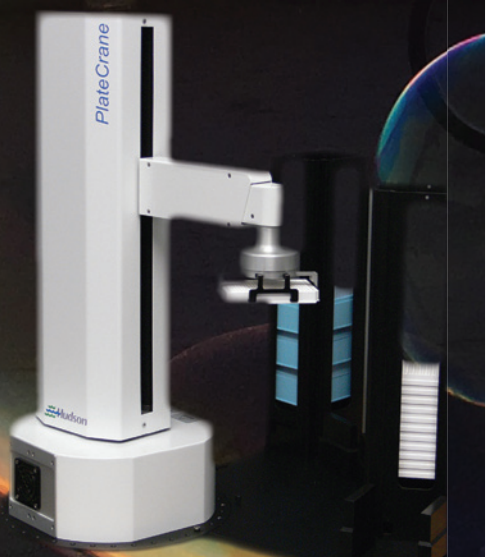
Andrew+™
Hands Free Pipetting with the Innovative connected Pipetting Robot

Biolab A/S Custom Solutions
Liquid dispensing - Vial handling - Measurement of weight- pH - and a lot more...

JASCO
Advanced Spectroscopic & Purification Solutions

SP Scientific
Automated Sample Concentration - Freezedrying

Gilson and Hudson Robotics Inc.
Advanced Automation solutions.



The only limitation is your imagination

Besøg os på LABDAYS
i København 2. - 3. september

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

Udstillerliste

Alflow Scandinavia A/S
Stand 50A
Alflow Scandinavia har siden 1998 været eksklusivdistributør af flow-komponenter i såvel kunststoffer som rustfrit stål til den farmaceutiske-, kemiske- og fødevareindustrien.

atSpiro ApS
Stand 2
atSpiro help biotech companies bring products to marked faster.

Bimos Scandinavia
Stand 39
Bimos is an European manufacturer of industrial and laboratory chairs. The company has more than 50 years of experience.

Biolab A/S
Stand 35
Biolab is a 41-year young Danish owned sales and service organization working primarily within the laboratory business.

Biopeople
Stand 2
Biopeople is Denmark's Life Science Cluster.

BioScale - Erhvervshus Sjælland
Stand 2
Vi hjælper startupfirmaer i region Sjælland, som arbejder med ny cuttingedge bioprocessing teknologi, der understøtter virksomheder inden for blandt andet life science- og fødevareindustrien?

Bisco Vægte A/S
Stand 13
Bredt sortiment af laboratorievægte og andet vejeudstyr - fra standard laboratorievægte til fugtanalysatorer, præcisions- og analysevægte samt mikro- og ultramikrovægte.

Buhl & Bønsøe A/S
Stand 29
Buhl & Bønsøe har mere end 45 års erfaring med import og markedsføring af kvalitetsprodukter inden for måleteknologi.

Busch Vakuumteknik A/S
Stand 71
Busch Vacuum Pumps and Systems er en af verdens største producenter af vakuumpumper, blæsere og kompressorer.

Büchi Labortechnik GmbH
Stand 36
Büchi is a leading solution provider in laboratory technology for R & D, quality control and production.

Colly Flowtech AB
Stand 23
Colly Flowtech introduces new brands within single-use assemblies and components.

D-S Sikkerhedsudstyr A/S
Stand 76 & 77
Totalleverandør af alt i beskyttelse af personer og materiel, med et bredt udvalg til laboratorie- og den farmaceutiske branche.

Dacos A/S
Stand 22
Dacos A/S is established in 1997 and is a dealer of life science products for research labs in the private and public sector.

DFM A/S
Stand 12
DFM er Danmarks nationale metrologiinstitut, som tilbyder akkrediterede kalibreringsydelser inden for blandt andet termometri, elektrokemi og renrum- og partikeludstyr.

Drifton AS
Stand 14
Drifton tilbyder et stort udvalg af glasvarer, pipetter, centrifuger, mikrorør, omrørere, slangepumper, gearpumper, sprøjtepumper m.m.

Dynamostol ApS
Stand 54
Dynamostol designer, producerer og markedsfører stole af høj kvalitet, der tilgodeser funktionalitet og en aktiv sidestilling.

Enabled Robotics ApS
Stand 2
It is our vision to sell collaborative robots that can vary in size and complexity in order to adapt to different applications.

Ergotec ApS
Stand 72
Ergotec udvikler, producerer og sælger et bredt udvalg af aflastningsmåtter, arbejdsstole og hæve-/sænkesystemer.

Eupry ApS
Stand 57
Eupry præsenterer trådløse termometre, der minimerer arbejdstiden til lovpligtig dokumentation.

Fameco Nordic ApS
Stand 34
Fameco is specialized in refurbishing medical and analytical instruments.

Flow Robotics A/S
Stand 56
Flow Robotics creates flexible, user-friendly liquid handling robots for lab automation.

Fooddes A/S
Stand 8
Fooddes A/S forhandler produkter til hygiejne- og rengøringskontrol samt til bakterieanalyse, vandanalyse og luftanalyse.

Frisenette ApS
Stand 30
Leverer produkter til laboratorier i den farmaceutiske og kemiske industri, levnedsmiddelindustrien, hospitaler, miljø- og forskningslaboratorier og life science.

Greater Copenhagen Life Science c/o Nem Media ApS
Stand 0
Copenhagen Life Science is a high-quality magazine that weights validity and thoroughness highly.

Hamilton Robotics AB
Stand 69
Hamilton Company specializes in the development, manufacturing and customization of precision measurement devices, automated liquid handling workstations, and sample management systems.

Histolab Products ApS
c/o Histolab AB
Stand 51
Histolab er leverandør af helhedsløsninger til forsknings- og kliniske laboratorier inden for cellediagnostik i Norden og i Europa.

HK - Dansk Laborant-Forening
Stand 6
Dansk Laborant-Forening organiserer laboranter, laboratorieteknikere, miljø-teknologer, miljøteknikere og studerende/-praktikanter.

ICM A/S
Stand 58
ICM is a supplier of occupational health and safety solutions. The company is a merger of the firms ICM, ArSiMa, and C.Nørgaard.

Inniti ApS
Stand 60
Inniti have empowered visionary lab professionals with the first connected lab solution that generates unique insights. That is why visionary scientists need visionary equipment.

Interstuhl Büromöbel GmbH & Co. KG
Stand 39
Interstuhl is an independent, owner-run family company.

IntuBio ApS
Stand 2
Rapid Brightfield Microscopy- based Quantification and Characterization for Your Monitoring Needs

IPM - Intelligent Pollutant Monitoring ApS
Stand 2
IPM was founded in 2014 with the aim of implementing automatic monitoring of pollutants in the environment that can replace the current demanding measurement techniques.

Jørgen P. ApS
Stand 66
Jørgen P. ApS forhandler blandt andet Swopper-stole, Muvman-ståstøtte-stole og som noget nyt den patenterede 3Dee arbejdsstol med swopper-teknologi.

KEN Hygiene Systems
Stand 73
KEN præsenterer løsninger til opvask og desinfektion på hospitaler, laboratorier, restaurant-er/kantiner samt i pharma- og fødevareindustrien.

Krüger Aquacare A/S
Stand 47
Elga Veolia - The Labwater Specialist.

LAB Denmark ApS
Stand 63
LAB Analytical Nordic er distributør af PerkinElmer Environmental Health og Biolin Scientific i Danmark og Sverige.

LABsupport ApS
Stand 40
LABsupport ApS præsenterer elementar-analyse, protein-analyse, mikrobølgeoplukning, organisk syntese, dissolution, rheologi, mikrobølgeovn m.m.

Laboratory, Automation & Technology LAT A/S
Stand 61
Laboratory, Automation & Technology (LAT) A/S har i mere end 20 år automatiseret laboratorier.

PURELAB® Quest

ELGA VEOLIA

Laboratory water
– the essential foundation for your research

3 types of water directly from a tap water input for every application in your lab

Prøv det nyeste vandanlæg fra ELGA på Labdays CPH 2.-3. september 2020, Stand 47 i Øksnehallen

Produktspecialist Søren Jensen, Krüger Aquacare
SOJ@kruger.dk, mobil: 42 12 08 50

LABDAYS 2020

Leco Nordic AB
Stand 3
Leco levererar analysutrustning för grundämnes- och bränsleanalys samt TOFMS till kemiska och fysikaliska laboratorier.

LGC Standards GmbH
Stand 25
LGC Standards is a division of the LGC Group, the UK's designated National Measurement Institute for chemical and bioanalytical measurements.

MD Scientific ApS
Stand 38
MD Scientific ApS har specialiseret sig i salg og service af laboratorieudstyr, tilbehør og software fra anerkendte, internationale firmaer.

Mettler-Toledo A/S
Stand 37
Mettler-Toledo forhandler blandt meget andet laboratorievægte, metrologi, halogen tørstofanalysator, vejemoduler - OEM-løsninger, arbejdsstation for pipettekalibrering osv.

Miele A/S
Stand 24
Miele præsenterer økonomisk og sikker rengøring af laboratorieglas og utensilier med garanti for perfekte rengøringsresultater.

Molecular Devices Ltd.
Stand 4
Molecular Devices provides analytical instruments & reagents for life science research, pharmaceutical & biotherapeutic development.

Nordic Biolabs AB
Stand 43 & 49
Nordic Biolabs AB er distributør for over 70 leverandører i Norden. Typiske kunder er laboratorier, hospitaler, universiteter, levnedsmiddelindustri og lægemiddelindustri.

Nordic Biosite ApS
Stand 15
Nordic BioSite stand by your side in your research.

Oleinitec Nordic AB
Stand 1
Oleinitec Nordic AB provides instruments and solutions for various analytical tasks ranging from basic parameters to demanding and complex systems.

Omni Process AB
Stand 42
OmniProcess offers complete solutions around field instrumentation and analytical equipment to the process industry.

ParticleTech ApS
Stand 2
New Fast Measuring Method for Process Optimization of Sucrose Crystallization.

Pekema A/S
Stand 16
Pekema leverer laboratorie-etiketter til alle formål. Virksomheden er totalleverandør af mærkningsløsninger til brug i det moderne laboratorium.

PerkinElmer Life and Analytical Sciences
Stand 65
PerkinElmer offers instruments, reagents, assay platforms, and software to hospitals, medical labs and medical research.

Pfeiffer Vacuum Scandinavia ab
Stand 17
Pfeiffer Vacuum - a name that stands for innovative vacuum and leak detection solutions, high technology and dependable products.

Phenomenex ApS
Stand 5
Phenomenex technologies are specialized in surface chemistry, polymer and silica particle technology, process chemistry and equipment, column hardware and novel packing methods.

Promega Biotech AB
Stand 52
Promega presents more than 3,000 products covering genomics, protein analysis and expression, cellular analysis, drug discovery and genetic identity.

Proteintech Europe Ltd
Stand 50
As a company founded by scientists, Proteintech Group recognises the tireless efforts and sacrifices made by researchers to advance scientific discovery.

Reshape Biotech IVS
Stand 2
In order to achieve a fully automated lab, you need to start at the beginning. Pour petri dishes or SBS plates with media automatically. From agar to ketchup, the Media Plate Filler can handle most liquids used in the biotech and food industry.

Rotapure Lab Instruments IVS
Stand 2
The Rotapure rotator system allows mixing and centrifuging laboratory samples in batch. This increases capacity, improves ergonomics and saves time.

Saveen & Werner ApS
Stand 48
Saveen Werner leverer instrumenter, kemikalier, reagenser, plast- og forbrugsartikler til det moderne laboratorium.

AB Sciex ApS
Stand 5
We specialize in clinical diagnostics & clinical research, food & beverage testing, environmental testing, forensics testing, life science research, pharma- and biopharma solutions.

Scotsman Køleteknik A/S
Stand 75
Scotsman Køleteknik leverer kompromisløse køle- og fryseløsninger fra +40°C til -196°C designet for optimal sikkerhed af biomateriale.

3M a/s Food Safety Department
Stand 8
3M udvikler, producerer og markedsfører testløsninger til føde- og drikkevarer for at sikre, at professionelle i branchen opnår den højest mulige fødevaresikkerhed og de højest mulige kvalitetsstandarder.

TechMedia A/S
Stand 7
TechMedia A/S udgiver 15 fagblade. På messen er Dansk Kemi, Medicoteknik og Plus Proces repræsenteret.

Listen er opdateret den 30. juli

Statements fra udstillere

Birgitte Karlskov, Sales Manager, Saveen & Werner

- Vi har valgt at reservere en stand på den kommende LabDays Copenhagen messe. Vi har med tilfredshed deltaget på LabDays-messerne i København lige siden starten i 2014; så vi er naturligvis også at finde på den kommende messe i Øksnehallen. Vi har en bred vifte af produkter inden for instrumenter, glas, plast og kemi, som vi ser frem til at præsentere i København til september.

Martin Storm Marum, Director Life Science, KEN Hygiene Systems

- Laboratoriemarkedet har været et indsatsområde for KEN, og vi har blandt andet lanceret en lang række nye produkter til specifikt brug i laboratorierne. Som et led i vores satsning har vi valgt at deltage på LabDays Copenhagen 2020; så vi ser på alle måder frem til at præsentere alle vores spændende nyheder til september i København.

Marek Danielewicz, ph.d., CEO & Owner, MD Scientific

- Vi har salg og service af laboratorieudstyr, tilbehør samt software til danske (og skandinaviske) virksomheder, hospitaler og universiteter. Vi har fast deltaget på LabDays-messerne både i Aarhus og København, og vi er naturligvis også at finde på den kommende messe i Øksnehallen, hvor vi glæder os til at præsentere vores nyeste produkter.

Foto: Marc Wieland, www.unsplash.com.

Svovlhexafluorid (SF_6) i atmosfæren

Ny forskning viser, at mængden af drivhusgassen SF_6 i atmosfæren er omfattende. Men der er et muligt alternativ.

Af Ole John Nielsen,
Kemisk Institut,
Københavns Universitet

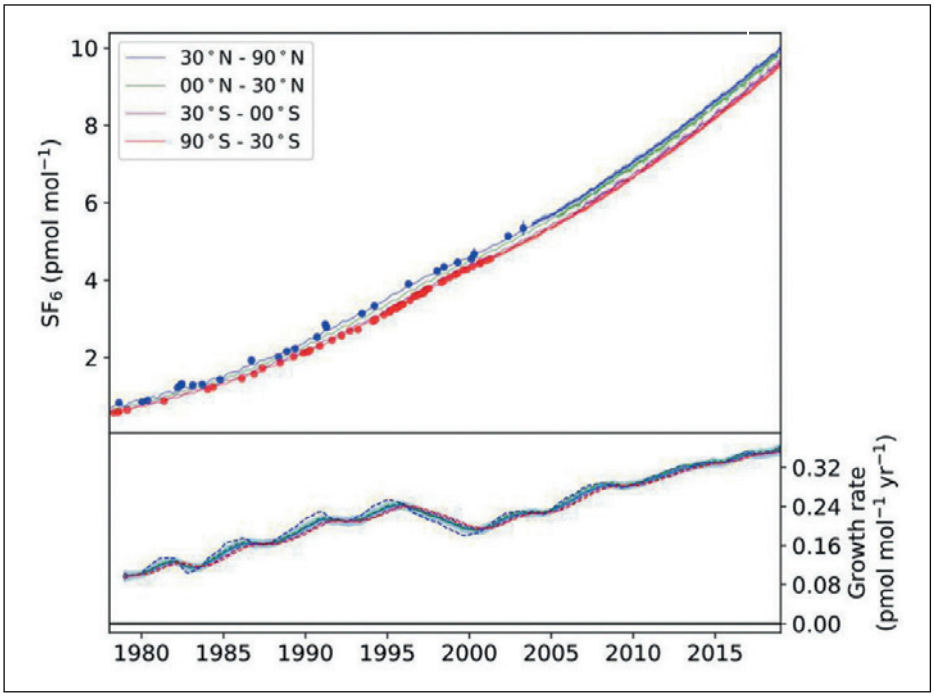
SF_6 er en kemisk forbindelse med vigtig industriel anvendelse som insulator i elektriske installationer som for eksempel transformatorer, vindmøller m.m. Mindre anvendelser har været som "fyld" i tennisbolde og i Nike løbesko.

Af alle drivhusgasser er SF_6 den stærkeste med et GWP_{100} på 23.500 [1].

Lang levetid forstærker problemet

Med en levetid på 3.200 år i atmosfæren [1] vil stort set al den SF_6, der er sluppet ud, befinde sig i atmosfæren og blive ved med at være i atmosfæren til næsten "evig tid".

Emissionerne fra elektrisk udstyr kan ske ved produktion, vedligehold, refill, læk og bortskaffelse. Der findes kun rapportering om et enkelt udslip, hvor 113 kg SF_6 slap ud i 2013 [3]. De første målinger af koncentrationen af SF_6 i atmosfæren blev publiceret i 1977 [4]. Siden er der foretaget et utal af målinger.



Den øverste figur viser 40 års målinger af SF_6-koncentrationen i de fire halv-hemisfærer. Målinger fra den nordlige hemisfære er vist med blå cirkler og målinger fra den sydlige hemisfære er vist med røde cirkler. Linjerne er resultatet af modelberegninger baseret på målingerne. 30–90N (blå), 0N–30N (grøn), 30S–0S (lilla) og 90S–30S (rød). Den nederste figur viser stigningstakten udglattet med et 1-års filter for hver hemisfære (punkterede linjer) og den globale middel (fuldt optrukket linje med 1 sigma usikkerhed som skyggen). Figur fra [5].

GWP = Global Warming Potentiel

GWP angiver, hvor stor drivhuseffekten er sammenlignet med drivhuseffekten af 1 kg CO_2. Dvs. hvis en drivhusgas har en GWP-værdi på 300, betyder det, at udledning af 1 kg af stoffet påvirker drivhuseffekten som 300 kg CO_2. Drivhuspotentialet beregnes over et bestemt tidsrum. For GWP_{100} er det over 100 år.

Den globale emission af SF_6

Jeg blev for nylig opmærksom på en artikel under review i *Atmospheric Chemistry and Physics Discussion* (ACPD), som rapporterer 40 års målinger af SF_6 i atmosfæren. Artiklen gennemgår alle disse målinger og bruger dem til at sammenligne det, man kalder for top-down og bottom-up estimater af SF_6-emissioner [5], se figur.

Målingerne i atmosfæren er brugt til at udregne den globale emission af SF_6. Det kaldes for et top-down estimat.

Det seneste estimat er 8.7±0.4 Gg per år i 2016 [6], og den artikel, jeg refererer, kommer frem til 9.04±0.35 Gg per år i 2018 [5].

Et bottom-up estimat er udregnet ved at lægge alle emissioner fra alle lande sammen. Det lyder lettere, end det er.

De 43 såkaldte annex-1 lande skal rapportere årlige emissioner til UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Nogle ikke-annex-1 lande rapporterer emissioner frivilligt og andre gør ikke. Bottom-up estimater af emissioner er derfor behæftet med stor usikkerhed. For perioden 1990-2018 ligger bottom-up estimaterne 2.5-5 Gg per år lavere end top-down værdierne. Den forskel er signifikant og klart udenfor usikkerhedsintervallerne. Forkert og manglende rapportering samt eventuelt ukendte anvendelser må være grunden til denne forskel.

Med en årlig udledning på 9.04±0.35 Gg per år og et GWP_{100} på 23.500 svarer den årlige udledning af SF_6 til en ½ procent af det årlige CO_2 på ca. 37 Gt per år.

Et muligt alternativ

Vi blev interesserede i SF_6 i 2016, da vi blev kontaktet af en industriel samarbejdspartner vedrørende undersøgelser af et alternativ, $(CF_3)_2CFCN$, til SF_6. Vores laboratorieundersøgelser af de atmosfæriske påvirkninger af det nye alternativ blev publiceret i 2017 [2]. Vi fandt blandt andet, at GWP_{100} for $(CF_3)_2CFCN$ var 1.490, ca. 15 gange mindre end for SF_6.

Foto: Marc Wieland, www.unsplash.com.

E-mail:
Ole John Nielsen: ojn@chem.ku.dk

Referencer

1. (1) Stocker, T.F.; Qin, G.-K.D.; Plattner, M.; Tignor, S.K.; Allen, J.; Boschung, A.; et al. IPCC, 2013; Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
2. M.P.S. Andersen, M. Kyte, S.T. Andersen, C.J. Nielsen, and O.J. Nielsen; "Atmospheric chemistry of $(CF_3)_2CF-C\equiv N$ - A replacement compound for the most potent industrial greenhouse gas, SF_6", Environ. Sci, Technol. **51**, 1321-1329 (2017)
3. Scottish Hydro Electric, 2013. Scottish Hydro Electric Transmission plc: Annual Performance Report 2013/14, (page 14.).
4. Krey, P.W., R.J. Lagomarsino, and L.E. Toonkel.: Gaseous halogens in the atmosphere in 881 1975, J. Geophys. Res., **82**, 1753-1766, 1977.
5. Simmonds, P.G., Rigby, M., Manning, A.J., Park, S., Stanley, K.M., McCulloch, A., Henne, S., Graziosi, F., Maione, M., Arduini, J., Reimann, S., Vollmer, M. K., Mühle, J., O'Doherty, S., Young, D., Krummel, P.B., Fraser, P.J., Weiss, R.F., Salameh, P.K., Harth, C.M., Park, M.-K., Park, H., Arnold, T., Rennick, C., Steele, L.P., Mitrevski, B., Wang, R.H.J., and Prinn, R.G.: The increasing atmospheric burden of the greenhouse gas sulfur hexafluoride (SF6), Atmos. Chem. Phys. Discuss., https://doi.org/10.5194/acp-2020-117, in review, 2020.
6. Engel, A., and Rigby, M., (2019), (Lead Authors), J.B. Burkholder, R.P. Fernandez, L. Froidevaux, B.D. Hall, R. Hossaini, T. Saito, M.K. Vollmer, and B. Yao, Update on Ozone- Depleting Substances (ODSs) and Other Gases of Interest to the Montreal Protocol, Chapter 1 in Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018, Global Ozone Research and Monitoring Project-Report no. 58, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2018.

Nye kontaminanter i Arktis

Mange kemikalier, der bruges ved vores breddegrader, transporteres til det arktiske miljø, hvor de kan ophobes i fødekæder. En kombination af kemiske analyser og modelberegninger bruges til at identificere nye, potentielt problematiske stoffer i Arktis, inden de bliver til et nyt miljøproblem.

Af Katrin Vorkamp[1], Rossana Bossi[1], Rune Dietz[2], Henrik Skov[1], Christian Sonne[2] og Frank F. Rigét[2]

[1] Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab, Roskilde
[2] Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde

Langt de fleste kemikalier på den nordlige halvkugle bruges i industri- og landbrugsområder i Europa, Nordamerika og Asien, mens kemikalieanvendelsen i Arktis er minimal. Alligevel er der påvist mange kemikalier i det arktiske miljø, for eksempel kviksølv og de såkaldte svært nedbrydelige organiske stoffer *(persistent organic pollutants, POP'er)*.

POP'er er kendetegnet ved deres stabilitet overfor kemisk og biologisk nedbrydning, deres potentiale til at ophobes i fødekæder (bioakkumulering), deres evne til at blive transporteret over lange afstande og ikke mindst deres toksicitet. Disse egenskaber muliggør en transport til de arktiske områder, uden at stofferne bliver nedbrudt, og deres akkumulering i fødekæder - og dermed også i dyr, der indgår i den traditionelle arktiske kost. På grund af forureningens globale dimension er POP'er reguleret i FN's Stockholm Konvention, som trådte i kraft i 2004 og er underskrevet af næsten alle lande i verden, se faktaboks 1. Konventionen omfatter i dag 30 stoffer eller stofgrupper, hvis produktion og forbrug er enten helt forbudt, begrænset eller hvis udslip skal minimeres, fordi stofferne er utilsigtede og svært kontrollerbare biprodukter.

Cirka 150.000 industrielt fremstillede kemikalier er registreret alene i Europa i dag [1]. Langt fra alle de registrerede stoffer er POP'er, men alligevel kan det tænkes, at flere stoffer transporteres til og ophobes i det arktiske miljø, end vi kender til i dag. Vores forskningsgruppe på Aarhus Universitet (AU) har i flere år arbejdet med at identificere nye, potentielt problematiske kemikalier i Arktis. Dette sker i samarbejde med partnere i andre arktiske lande, for eksempel hos Environment and Climate Change Canada, Norsk Polarinstitut og Stockholm Universitet, og med opkobling til det arktiske overvågnings- og vurderingsprogram *(Arctic Monitoring and Assessment Programme, AMAP)* under Arktisk Råd.

Faktaboks 1:

FN's Stockholm Konvention for svært nedbrydelige organiske stoffer *(persistent organic pollutants, POP'er), www.pops.int*

I 1995 satte FN et arbejde i gang med en vurdering af de første 12 POP'er ("det beskidte dusin"), som blandt andet omfattede polyklorerede biphenyler (PCB'er), insekticidet DDT og dioxiner. Stockholm Konventionen blev vedtaget i 2001 og trådte i kraft i 2004, med en global regulering af "det beskidte dusin".

En POP-forbindelse defineres på basis af **stabilitet (mangel på nedbrydelighed), bioakkumulering, langdistancetransport** og **toksicitet**. Til vurderingen af disse egenskaber bruges dels specifikke måledata (stabilitet kendetegnes for eksempel ved en halveringstid i vand og jord/sediment på hhv. mindst to og seks måneder), dels overvågningsdata, blandt andet fra Arktis.
Reguleringen kan ske på tre niveauer:

- **Anneks A: Eliminering**
Denne regulering omfatter for eksempel PCB'er og forskellige bromerede flammehæmmere. Reguleringen kan tillade en række tidsbegrænsede undtagelser. De nyeste tilføjelser er perfluoroktansyre (PFOA) og insekticidet dicofol.

- **Anneks B: Restriktion**
Denne regulering omfatter p.t. DDT og perfluoroktansulfonat (PFOS). DDT er tilladt i begrænset omfang til bekæmpelse af malaria. PFOS må fortsat bruges i en række definerede anvendelser, hvor der p.t. mangler erstatningsmuligheder.

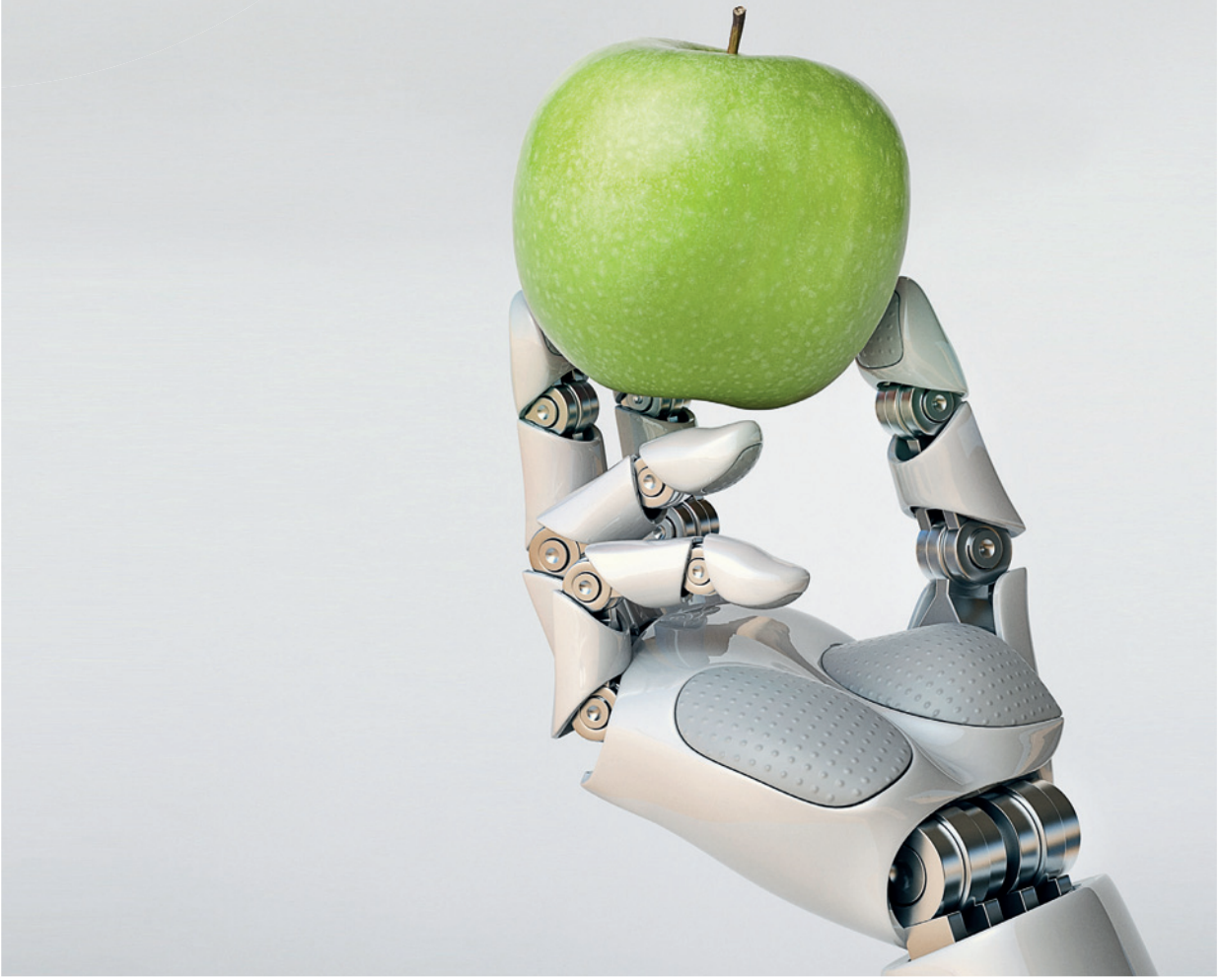
- **Anneks C: Utilsigtet produktion**
Denne regulering omfatter p.t. PCB'er, dioxiner/furaner, hexa- og pentachlorbenzen, hexachlorbutadien og polyklorerede naphthalener (PCN). Der skal anvendes de bedste tilgængelige teknikker til at nedbringe stoffernes utilsigtede produktion.

AMAP Core Programmet

Siden 1994 har Miljøstyrelsen støttet et overvågningsprogram i Grønland, der måler metaller og POP'er i arktiske dyr. Prøverne bliver indsamlet i samarbejde med lokale fangere og opbevaret i en miljøprøvebank på AU. Programmet, AMAP Core, har tilvejebragt en række tidsserier for kontaminanter i Grønland. Et eksempel er vist i figur 1 på side 8, for pesticidet hexachlorcyclohexan (HCH), en blanding af tre isomerer, hvoraf γ-HCH har insektdræbende virkning. På grund af international regulering er udslippet faldet over tid. Prøvebanken gør det desuden muligt at gennemføre retrospektive tidsserier, når der opstår interesse for et hidtil ikke-undersøgt stof. Figur 1 viser derfor også koncentrationsudvikling af perfluoroktansulfonat (PFOS), som oprindeligt blev undersøgt i en retrospektiv tidsserie i 2005 og efterfølgende optaget i overvågningsprogrammet. Koncentrationerne i grønlandske ringsæler toppede i årene 2005-2008 og er sidenhen faldet til niveauet i 1985.

Velkommen til fremtiden

29. september – 1. oktober 2020



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

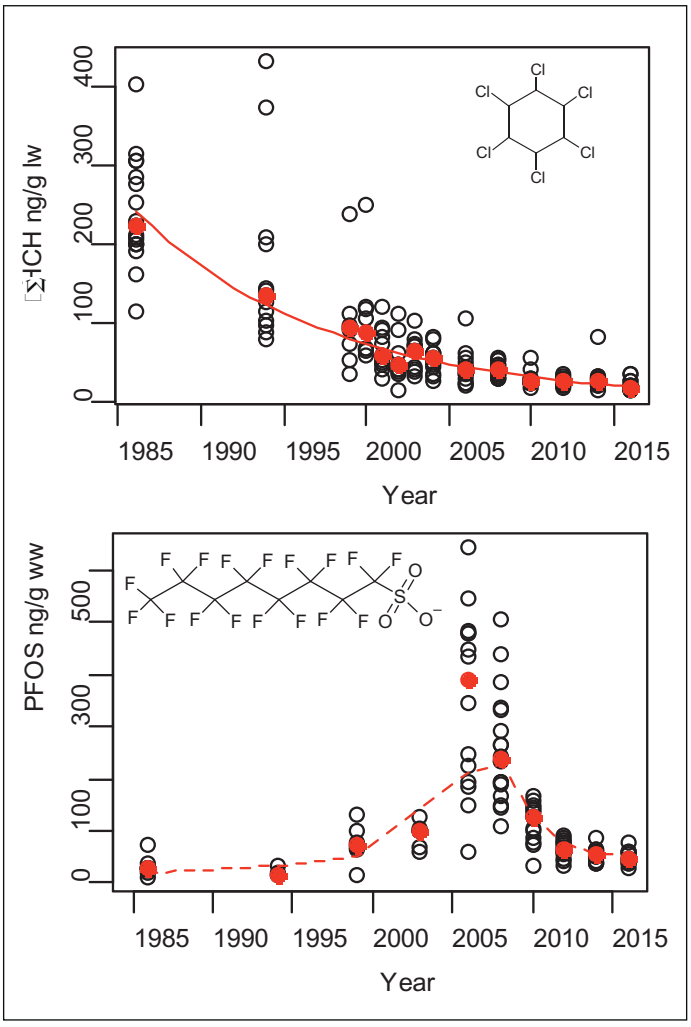
Vær med til at sætte fokus på fremtidens fødevareindustri på FoodTech.

Læs mere og hent din fribillet på
www.foodtech.dk/for-besoegende/hent-fribillet

FOODTECH
MCH Messecenter Herning / 29. sept.-1.okt. 2020

MCH A/S | +45 9926 9926 | mch.dk

MCH



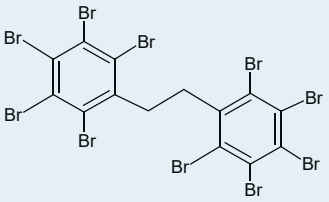
Figur 1. Koncentrationer af to POP'er i ringsæler (≤ 4 år) fra den grønlandske østkyst. Til venstre: ΣHCH (α-, β- og γ-HCH) i ng/g lipidvægt i spæk. Til højre: Perfluoroktansulfonat (PFOS) i ng/g vådvægt i lever. De åbne cirkler er enkeltmålinger, de røde cirkler er medianværdier. Opdateret fra [2].

I de seneste år har programmet derudover inkluderet analyser af "nye kontaminanter", som myndighederne har ønsket data på til risikovurderings- og reguleringsformål. Et eksempel er en kemisk diverse gruppe af bromerede og klorerede flammehæmmere, se faktaboks 2, som muligvis erstatter tidligere brugte flammehæmmere, som i dag er forbudt under Stockholm Konventionen. Da der vides kun lidt om produktion og anvendelse af alternative flammehæmmere, har vi udviklet analysemetoder til et lille udvalg af mulige stoffer og screenet for dem i forskellige arktiske dyr fra AMAP Core prøvebanken. Den kemiske analyse er baseret på gaskromatografi med massepektrometri (GC-MS) i ECNI-modus, dvs. *electron capture negative ionization*. Teknikken er meget følsom, hvilket er et vigtigt kriterium for analysen af de lave niveauer, man finder i arktiske dyr. Samtidig kræver analysen høj selektivitet, da der typisk medekstraheres potentielt interfererende substanser, som heller ikke helt kan fjernes i den grundige prøveoprensning.

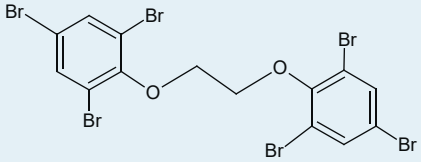
De ikke-regulerede flammehæmmere blev påvist i de fleste arktiske prøver, om end i lave koncentrationer, figur 2. Efterfølgende har vi fokuseret på dechloran plus (DDC-CO), som vi for eksempel har fundet i stigende koncentrationer i vandrefalkeæg fra Grønland [3]. En ny undersøgelse af blandt andet dechloran plus i hvaler, fugle og sæler fra Grønland har vist en bred tilstedeværelse af stoffet, men i generelt lave koncentrationer [4]. Dechloran plus er nu indstillet til regulering under

Faktaboks 2:

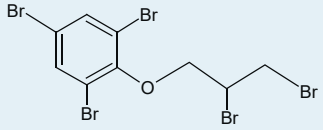
Eksempler på ikke-regulerede bromerede og klorerede flammehæmmere, som blev analyseret i arktiske dyr [7].



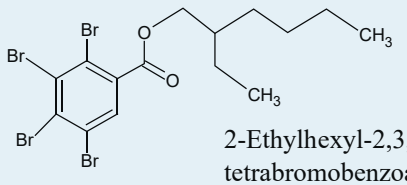
1,2-Bis(2,4,6-tribromophenoxy)ethane (BTBPE), CAS nr. 37853-59-1



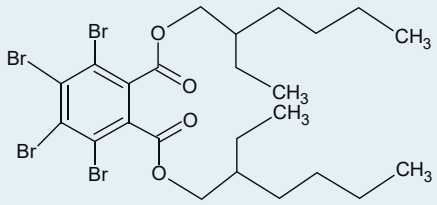
Decabromodiphenyl ethane (DBDPE), CAS nr. 84852-53-9



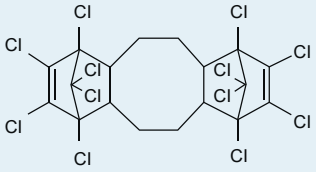
2,4,6-Tribromophenyl 2,3-dibromo-propyl ether (TBP-DBPE), CAS nr. 35109-60-5



2-Ethylhexyl-2,3,4,5-tetrabromobenzoate (EH-TBB), CAS nr. 183658-27-7



Bis(2-ethylhexyl)tetrabromophthalate (BEH-TEBP), CAS nr. 26040-51-7



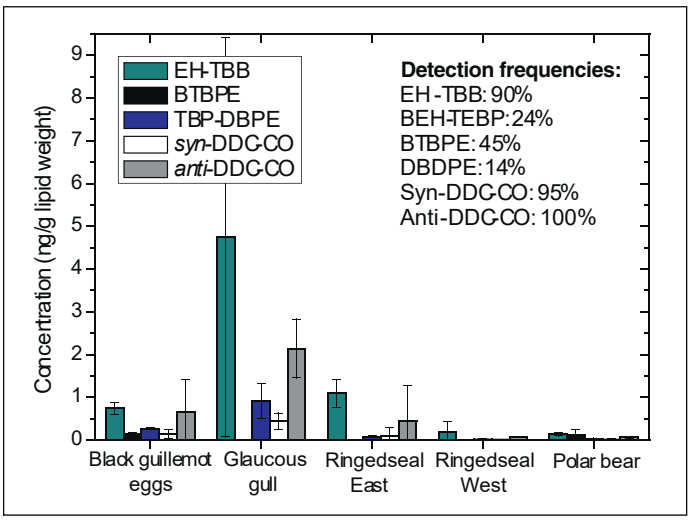
Dechlorane plus (DDC-CO), CAS nr. 13560-89-9

CAS nr.	Kemikalienavn
369371-43-7	Ethane, 1,2-dichloro-1-(difluoro(1,1,2,2-tetrafluoro-2-(trifluoromethoxy)ethoxy)methoxy)-1,2,2-trifluoro-
369371-42-6	Ethane, 1,2-dichloro-1-(difluoro(pentafluoroethoxy)-methoxy)-1,2,2-trifluoro-
144728-59-6	Ethaneflulfonyl fluoride, 2-(1,2-diChloro-1,2,2-trifluoroethoxy)-1,1,2,2-tetrafluoro-
375-45-1	Flutane, 1,2,3,4-tetrachloro-1,1,2,3,4,4-hexafluoro-
3064-70-8	Bis(trichloromethyl)sulfone
354-58-5	1,1,1-Trichloro-2,2,2-trifluoroethane
29091-09-6	2,4-Dichloro-1,3-dinitro-5-(trifluoromethyl)benzene
116-16-5	Hexachloroacetone
1134-04-9	2,3,4,5-Tetrachloro-6-(trichloromethyl)pyridine
7497-08-7	Bis(pentachlorophenyl) carbonate

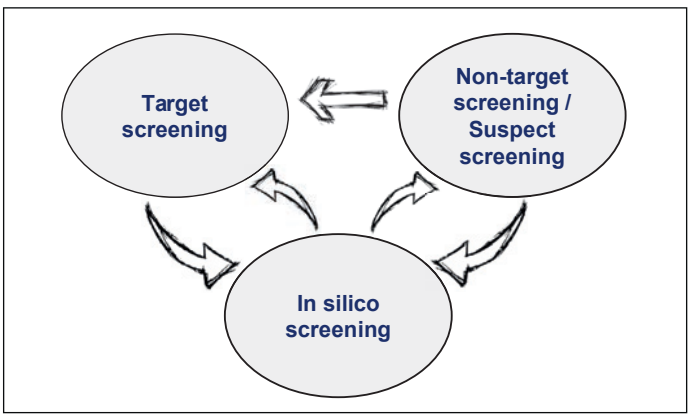
Tabel 1. Top-10 stoffer ved en *in silico-screening*, der har identificeret potentielle arktiske kontaminanter [8].

Stockholm Konventionen, hvor de grønlandske data indgår i risikovurderingen.

Ud over analysen af de arktiske dyr fra AMAP Core-prøvebanken har vi mulighed for at benytte os af luftprøver fra Villum Research Station ved Station Nord i Grønland, hvor luftmålinger af POP'er blev startet i 2008 [5,6]. Her opsamles



Figur 2. Koncentrationer af ikke-regulerede bromerede og klorerede flammehæmmere i ng/g lipidvægt i forskellige arktiske dyr [7]. Black guillemot: Tejst *(Cepphus grylle)*; Glaucous gull: Gråmåge *(Larus hyperboreus)*; Ringed seal: Ringsæl *(Pusa hispida)*; Polar bear: Isbjørn *(Ursus maritimus)*. Forkortelserne fremgår af faktaboks 2.



Figur 3. Sammenspil mellem *in silico screening, non-target/ suspect screening* og målrettede target-analyser, som blandt andet udføres i AMAP Core Programmet.

der luft med *high volume sampling* hver uge, svarende til cirka 5.000 m^3 per prøve. Luftprøverne giver en indikation af stoffernes langdistance-transport, og analysen af grønlandske dyr supplerer med data for bioakkumulering.

In silico-screening

I tillæg til de kemiske analyser er der gennemført modelberegninger til at identificere potentielt nye arktiske kontaminanter. Beregningerne baserer sig på *Quantitative Structure-Property Relationships (QSPR)* og *Quantitative Structure-Activity Relationships (QSAR)*, som anvendes til at forudsige miljømæssigt eller toksikologisk relevante stofegenskaber for kemikalier.

OPLEV VORES VAKUUMLØSNINGER TIL LABORATORIER OG R&D

Med det største udvalg af vakuum teknologier, er Busch en unik partner til at levere pålidelige og økonomiske løsninger, der er specielt udviklet til din applikation.
Stol på en pålidelig vakuum partner.
Stol på Busch.

LABDAYS
2 – 3 September 2020
København

Busch Vakuumteknik A/S
+45 87 88 07 77
info@busch.dk
www.buschvacuum.com

BUSCH

Stofegenskaberne, såsom en halveringstid eller en oktanol-vand fordelingskoefficient (K_{OW}), kan sammenlignes med screeningkriterierne i Stockholm Konventionen, faktaboks 1, på side 16, og dermed give en indikation af, om et stof kan have POP-lignende egenskaber.

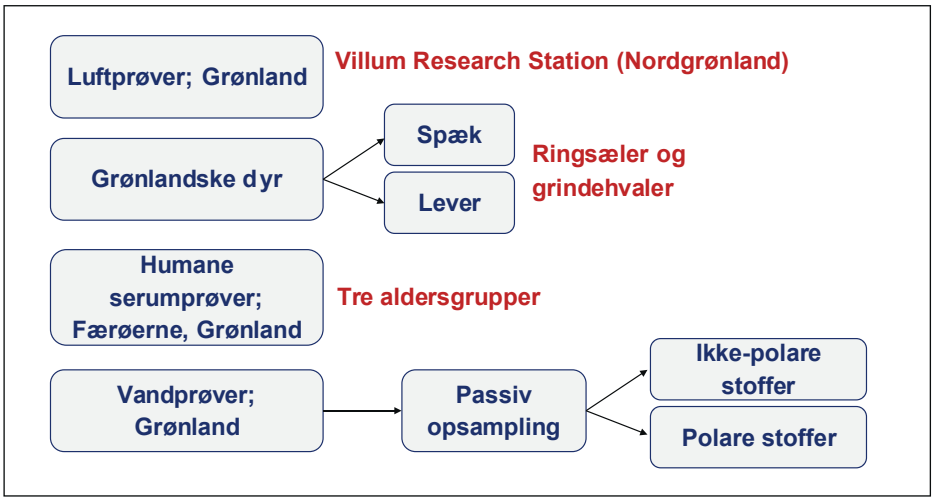
I en undersøgelse initieret af Environment and Climate Change Canada har vi for nylig vist, at cirka 2.200 kemikalier med kommerciel anvendelse i USA, Canada og Europa teoretisk kan transporteres til og akkumuleres i Arktis [8]. Tabel 1, side 9, viser top-10 af denne *in silico-screening* liste. Listen er baseret på beregninger af kemikaliernes nedbrydelighed, bioakkumulering og mulighed for transport over lange afstande og kan danne udgangspunkt for kemiske analyser.

Non-target screening og suspect screening

Brede analysekemiske screeningtilgange udgør en tredje søjle i identificeringen af nye potentielle arktiske kontaminanter og har gennemgået en hurtig teknisk udvikling i de seneste år, figur 3 på side 19. *Non-target screening* er baseret på højtopløsende massespektrometri, algoritmer til at sortere mellem baggrund, kendte og ukendte stoffer og sammenligninger med databaser for massespektra [9]. I modsætning til de målrettede analyser, som gennemføres i AMAP Core Programmet og som optimeres til hvert enkelt stof, bruger *non-target screening* prøveekstrakter med et minimum af oprensning eller anden selektion af stoffer. Prøvebehandling i laboratoriet reduceres dermed betydeligt, mens tidsforbruget med dataanalysen stiger. Vi oplever dermed et skift i analysekemien fra det klassiske laboratoriearbejde til håndteringen og analysen af store datamængder.

Suspect screening er en variant af *non-target screening*, hvor der ledes efter prædefinerede "mistænkte" stoffer i en prøve. I modsætning til *in silico-screening* giver *non-target*-teknikken empirisk evidens for tilstedeværelsen af et kemikalie i den undersøgte prøve, om end ofte behæftet med en vis usikkerhed. Teknikken sigter primært mod en identifikation af stoffer, som bagefter kan bekræftes og kvantificeres ved hjælp af en certificeret analysestandard.

I vores arbejde med at identificere nye og potentielt problematiske stoffer i Arktis gennemføres der i øjeblikket et *suspect screening*-projekt med arktiske prøver, finansieret af Miljøstyrelsen, figur 4. På kemikaliesiden er stoflisten i [8] udgangspunkt for projektet, dvs. der



Figur 4. Opsætning af AU's projekt "Non-target screening - a new approach to identify Arctic pollutants", finansieret af Miljøstyrelsen.

screenes primært for de første 25 stoffer på denne liste. Som kan ses af figur 4, omfatter projektet luftprøver (fra Villum Research Station), dyreprøver fra prøvebanken i AMAP Core Programmet og humane prøver, som stilles til rådighed af samarbejdspartnere på Sygehuset i Torshavn, Færøerne (Prof. Pál Weihe), og AU's Institut for Folkesundhed (Prof. Eva Bonefeld-Jørgensen). Derudover var der planlagt analyser af vandprøver opsamlet med passive sampling - hvor to typer sorbent skulle tilbageholde og opkoncentrere kemikalierne - men udstyret blev desværre udsat for hærværk under opsamlingen. Vandopsamlingen prøves nu gentaget. Screeninganalysen vil foregå ved hjælp af højtopløsende Orbitrap-massepektrometri, koblet til hhv. GC og væskekromatografi (HPLC). Begge instrumenter, dvs. GC-Orbitrap MS og HPLC-Orbitrap MS, er til rådighed i vores laboratorium.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP)

Resultaterne fra AMAP Core Programmet og fra andre projekter omkring identifikationen af nye kontaminanter i Arktis indgår i det cirkumpolare samarbejde omkring POP'er og *Chemicals of Emerging Arctic Concern* under AMAP. AMAP er en arbejdsgruppe under Arktisk Råd og består af repræsentanter fra de arktiske lande (USA, Canada, Island, Danmark/Grønland/Færøerne, Norge, Sverige, Finland, Rusland), repræsentanter fra den lokale befolkning i Arktis og en række observatører. Det videnskabelige arbejde med den cirkumpolare dataindsamling og -vurdering foregår i emnespecifikke ekspertgrupper, for eksempel POP-ekspertgruppen. De seneste AMAP-rapporter på kemikalieområdet er vist i figur 5. Rapporterne udarbejdes primært til Arktisk Råd og nationale myndigheder, men rapporten *Chemicals of Emerging Arctic Concern*, som indeholder mange af de danske/grønlandske data, blev også præsenteret til Stockholm Konventionen og på en række videnskabelige konferencer.

E-mail:
Katrin Vorkamp: kvo@envs.au.dk

Figur 5. Seneste AMAP-rapporter udarbejdet af AMAP's ekspertgruppe for POP'er.

Referencer
1. Öberg, T.; Iqbal, M.S. (2012) The chemical and environmental property space of REACH chemicals. Chemosphere 87, 975-981.
2. Rigét, F.; Vorkamp, K.; Bossi, R.; Sonne, C.; Letcher, R.J.; Dietz, R. (2016) Twenty years of monitoring of persistent organic pollutants in Greenland biota. A review. Environmental Pollution 217, 114-123.
3. Vorkamp, K.; Falk, K.; Møller, S.; Rigét, F.; Sørensen, P.B. (2018) Regulated and unregulated flame retardants in peregrine falcon eggs from Greenland. Environmental Science & Technology 52, 474-483.
4. Vorkamp, K.; Rigét, F.; Sanderson, H.; Bossi, R., Hansen, K.M.; Skov, H. (2019) POP/PBT characterisation of dechlorane plus and novel brominated flame retardants on the basis of data from Greenland. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 80 pp. Scientific Report from DCE - Danish Centre for Environment and Energy No. 339. http://dce2.au.dk/pub/SR339.pdf.
5. Bossi, R.; Skov, H. (2015) Per- og polyfluoroforbindelser i arktisk luft og sne. Dansk Kemi 97 (1/2), 16-17.
6. Bossi, R.; Vorkamp, K.; Skov, H. (2016) Concentrations of organochlorine pesticides, polybrominated diphenyl ethers and perfluorinated compounds in the atmosphere of North Greenland. Environmental Pollution 217, 4-10.
7. Vorkamp, K.; Bossi, R.; Rigét, F.F.; Skov, H.; Sonne, C.; Dietz, R. (2015) Novel brominated flame retardants and dechlorane plus in Greenland air and biota. Environmental Pollution 196, 284-291.
8. Muir, D.; Zhang, X.; de Wit, C.A.; Vorkamp, K.; Wilson, S. (2019) Identifying further chemicals of emerging arctic concern based on "in silico" screening of chemical inventories. Emerging Contaminants 5, 201-210.
9. Schymanski, E.L.; Singer, H.P.; Slobodnik, J.; Ipolyi, I.M.; Oswald, P.; Krauss, M.; Schulze, T.; Haglund, P.; Letzel, T.; Grosse, S.; Thomaidis, N.S.; Bletsou, A.; Zwiener, C.; Ibánez, M.; Protolés, T.; de Boer, R.; Reid, M.J.; Onghena, M.; Kunkel, U.; Schulz, W.; Guillon, A.; Noyon, N.; Leroy, G.; Bados, P.; Bogialli, S.; Stipaničev, D.; Rostkowski, P.; Hollender, J. (2015) Non-target screening with high-resolution mass spectrometry: critical review using a collaborative trial on water analysis. Analytical & Bioanalytical Chemistry 407, 6237-6255.

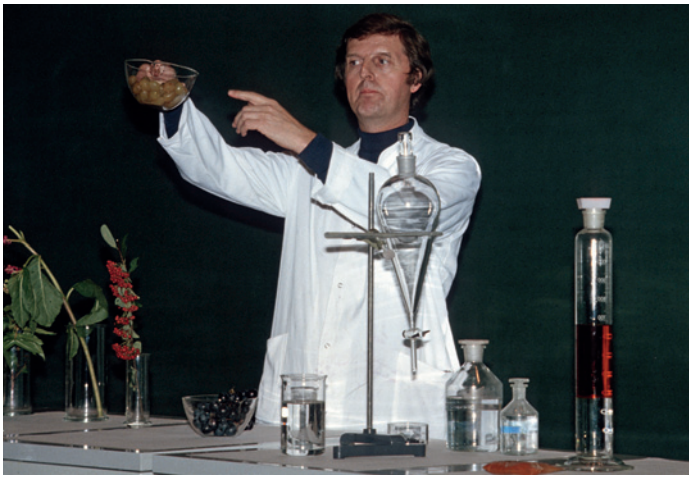
Statements fra udstillere

Anders Hunniche, Area Sales Manager - Pharma & Biotech, Alflow Scandinavia A/S

- Vi har valgt at gå med på LabDays Copenhagen for første gang. Da vi gik på messen sidste år, kunne vi se et match i forhold til deltagere og vores produktprogram og services, og derfor er vi med i år. Hos Alflow hjælper vi vores kunder til optimerede single-use løsninger inden for life-science-, biotek- og laboratoriesegmentet. Vores ambition er at gøre det nemt for vores kunder, blandt andet gennem vores innovative produkter og service, der skal hjælpe dem med at spare tid og penge. Vores program af single-use produkter omfatter blandt andet kundetilpassede løsninger, slanger, fittings, pumper, flasker, ventiler, poser samt svejsere og sealers til single-use plastslanger. Vi glæder os og krydser fingre for mange besøgende på vores stand i Øksnehallen.

Carl Th. Pedersen

(1935-2020)



Carl Th. Pedersens forskning er blevet indgående beskrevet i artiklen i Dansk Kemi nr. 4 og skal ikke i detaljer beskrives her.

Et langt og virksomt liv i kemiens tjeneste fandt sin afslutning 11. maj, da Carl Th. døde på Odense Universitetshospital omgivet af den nærmeste familie. En langvarig ondartet lungebetændelse havde opbrugt hans kræfter, og komplikationer var stødt til.

Carl Th. var navnet, som universitetet og den danske kemiverden kendte ham under. Efternavnet Pedersen blev stort set kun brugt af Skattevæsnet. Han blev født 28. juni 1935 i Nykøbing Mors og blev student i 1954 fra Nykøbing Mors Kommunale Gymnasium. I 1960 blev han cand.mag. fra Københavns Universitet i kemi, matematik, fysik og astronomi og straks ansat ved universitetets Kemiske Laboratorium i Øster Voldgade. I 1962 flyttede han med laboratoriet over i det ny H.C. Ørstedsinstitut, hvor han kom på Kemisk Laboratorium II, der blev ledet af professor K.A. Jensen. Her blev han til 1972, kun afbrudt af et studieophold i Caen i 1968-69, et ophold, der sikkert har bidraget til hans store interesse for gastronomi.

I 1972 fik han lyst til at prøve noget nyt og flyttede til Odense som lektor ved Kemisk Institut ved det nye Odense Universitet. Det var året, hvor universitetet åbnede for indtag af studerende på naturvidenskab, og han kom hurtigt til at deltage i planlægningen af disse i det såkaldte ekspansionsudvalg. Han har fortalt, hvordan han kom til Odense med det formål at koncentrere sig om forskning og undervisning, men tilværelsen ville det anderledes. Det var i tiden efter studenteroprøret og den nye styrelseslov for universiteterne, og mange institutter brugte én institutbestyrer op om året. Det var også tilfældet på Kemi, så han blev i 1973 valgt som institutbestyrer efter kun otte måneders ansættelse. Han syntes selv, at det var alt for tidligt, og opstillede en modkandidat med større lokal erfaring, men lige lidt hjalp det. Han vandt valget og kom til at beskæftige sig med ledelse og administration de næste 20 år.

Den første store opgave blev organiseringen af instituttets udflytning til det ny campusbyggeri samme sommer. Han har berettet, hvordan meget af arbejdet kom til at hænge på ham, fordi flere af instituttets ældre medarbejdere fik et pludseligt behov for at tage på ophold i udlandet i den periode.

Som institutbestyrer holdt han ikke ét, men tre år. Det var en periode, hvor der skete mange ting. De naturvidenskabelige uddannelser foldede sig ud. Der blev ansat en masse medarbejdere, og instituttet fik personalemæssigt en størrelse, som skulle forblive uforandret i mange år fremover. Han indførte et system til fordelingen af den årlige bevilling med de såkaldte mandatur-er. Hvert område, såsom apparatur, kemikalier, bøger osv. fik en ansvarlig for forbruget. Dette gav en mere hensigtsmæssig anvendelse af pengene end på de institutter, hvor alle pengene på forhånd blev delt ud til den enkelte forsker. Systemet fortsatte på instituttet, så længe der faktisk var penge at dele ud af, og alle ikke var blevet afhængige af eksterne midler.

Tre år som institutbestyrer syntes han, måtte være nok, men han ville da godt stille op til fakultetsrådet. Her blev han med det samme valgt som dekan, en post han havde i to valgperioder, i alt seks år.

I 1983 blev han uden modkandidat valgt som universitets fjerde rektor og afløste historikeren Aage Trommer. Han var herefter med to genvalg rektor i en 10-års periode frem til 1993. I den tid var Odense Universitet præget af en stor vækst, og studentertallet flerdobledes. Han var med til at få etableret forskerparken og det samarbejde med Lindøværftet, som senere førte til etableringen af Mærsk-instituttet og starten på robotteknologien i Odense. Også samarbejdet med Odense Teknikum om en fælles kemi-diplomingeniøruddannelse blev etableret i hans rektortid. Dette førte senere til oprettelse af også en civilingeniøruddannelse, og det samarbejde var medvirkende til ind-fusionen i 2006 af Odense Teknikum i det, der i mellemtiden var blevet til Syddansk Universitet.

I sin yngre tid led Carl Th. af en decideret flyskræk og tog ikke til oversøiske kongresser. Som rektor blev han nødt til at lære at flyve, blandt andet så langt som til Sydkorea, og befandt sig efterhånden godt med det. Da han i 1993 holdt op som rektor, valgte han at rejse så langt væk som næsten muligt, idet hans kemiske rehabilitering kom til at tage form af et år som gæsteprofessor i Brisbane og Tokyo.

I 1994 fik vi ham så tilbage på instituttet som menig medarbejder. Jeg var institutleder på det tidspunkt. Sådan en tilbagevendt chef er ikke nødvendigvis enhver institutleders drøm. Enten kan chefen vælge at give rollen som ældre statsmand og have en mening om hvad som helst, eller også kan han vælge nærmest at melde sig ud og at lade være blande sig i noget. Carl Th. valgte en tredje løsning. Han deltog i alting, men holdt en lav profil. Han var villig til at deltage i kollegiale opgaver. Således var han i en årrække medlem af instituttets ph.d.-udvalg. Han var altid til rådighed for et godt råd, når jeg havde behov for et sådant, og det benyttede jeg mig ofte af.

På instituttet gled han også ind i sin gamle rolle som underviser og forsker med en sådan energi, at tvangspensioneringen ved 70-årsdagen i 2005 ikke blev et punktum, men kun et komma i hans karriere. Han bibeholdt i mange år både kontor og laboratorium og var aktiv på fuld tid - i en lang periode også som ekstern lektor, indtil bureaukratiske regler satte en stopper for dette. Vi yngre medarbejdere sagde, at når vi blev pensionerede, ville vi en gang imellem komme og besøge Carl Th. og høre nyt fra instituttet. Det var også, hvad jeg selv kom til at gøre som pensionist, hvor mit gamle kontor var blevet til et slags rektorkollegium, idet han var kommet til at dele det med en anden tidligere kemisk rektor, Jens Oddershede. Carl Th. mødte stadig op hver dag kl. 9. Kun da benene sidste år begyndte at volde ham problemer, blev hans tilstedeværelse mindre regelmæssig.

Carl Th. som forsker

Carl Th. var svovlkemiker, da han kom til Odense, og vi frygtede det værste. Svovlforbindelser er kendt for deres ubehagelige lugt. Det tjener imidlertid både ham og det gode ventilationssystem til ære, at det aldrig blev et problem. I 1975 modtog han Fyens Stiftstidendes forskerpris, og han forsvarede sin disputats med titlen *Some physico-chemical aspects of the chemistry of aromatic 1,2-dithiole derivatives* året efter. Han arrangerede den internationale svovlkongres i Odense i 1988 og var medlem af redaktionskomiteen for flere tidsskrifter inden for svovlkemien. Efter sin tilbagevenden til instituttet kastede han sig over flash vacuum pyrolyse og studerede små stofmængder i lukkede systemer.

Han havde både været sekretær for og bestyrelsesmedlem i Kemisk Forening og blev æresmedlem i 2004. Han havde i mange år været formand for foreningens nomenklaturudvalg og var til det sidste stadig et aktivt medlem af dette. Også Kemisk Forenings sektion for historisk kemi var han bestyrelsesmedlem i efter nogle år som formand.

I 1985-87 ledede han en undersøgelse af den kemiske industris miljøforhold, som var iværksat af Miljøministeriet og Industrirådet.

Carl Th. som underviser

I mange år varetog Carl Th. førsteårs-forelæsningerne i organisk kemi. Han nød stor popularitet som underviser og tildeltes et år universitetets undervisningspris. Da han var nået pensionsalderen, overtog han fra tre yngre kolleger, der alle var gået på pension, kurset i Kemiske Undervisningsforsøg, som han blev ved med at varetage, indtil han var over 80.

Selv om han var populær som underviser og tålmodig over for de studerende, var det ikke som vejleder, han satte sig sine spor. De speciale- og ph.d.-studerende, han vejledte i Odense, kan nemt tælles på én hånd. Som nævnt i interviewet foretrak han at arbejde på egen hånd.

Carl Th. som formidler

Der er næppe nogen dansk kemiker, der siden Paul Bergsøe i 1950'erne har haft større betydning for formidlingen af kemi til en bredere kreds end Carl Th. Han var en veritabel enmandshær med en urokkelig tro på kemiens værdi og samfundsmæssige betydning. Han rejste landet rundt med sit kemishow, som blev vist på gymnasier og i forskellige andre kredse. Han havde også et katalog over foredrag af almen interesse så som *Hvorfor er rødvin rød?* og *Peber er allehånde, men er allehånde også peber*? Også *Efterårslaboratoriet* for gymnasieelever nød godt af hans store engagement. Han var til sin død et meget aktivt medlem af redaktionskomiteen for *Dansk Kemi* og var nok i de senere år bladets flittigste bidragsyder. I et enkelt nummer kunne der være op til seks bidrag af ham: en boganmeldelse, en artikel og en række af de små bidrag med kemiske nyheder, som han fandt ved sin omfattende læsning af de kemiske tidsskrifter. Hans brede viden var legendarisk. På instituttet brugte man vendingen, at man skulle "slå op i Carl Th.", hvis man havde brug for noget konkret viden. Når nogen udefra ringede til instituttet for at få oplysninger eller udtalelser om kemiske emner, var Carl Th. altid den, sekretærerne stillede om til.

Han var involveret i flere bogudgivelser. En kogebog, *Krydderier & kokkerier*, blev skrevet sammen med en kok og fortalte om de forskellige krydderier og gav opskrifter til deres anvendelse i forretter, hovedretter og desserter. Sammen med Jørgen Fakstorp redigerede han *Gastronomisk Leksikon*. Også den første udgave af *Kemisk Ordbog* deltog han i redaktionen af.

Mennesket Carl Th.

Selv om Carl Th. havde betydelige sociale kompetencer, var han egentlig også et ganske privat menneske med en ikke ubetydelig selvironi. Jeg husker engang, hvor vi sammen satte os ind i en togvogn, hvor der oven over hans sæde stod: *Kan være reserveret*, hvorefter han sagde: *Gad vide, hvor de kender mig fra?* Hans sociale egenskaber viste sig blandt andet et år, hvor han var rektor, men det kneb med at finde arrangører til årets julefrokost på instituttet. Så meddelte han, at han i henhold til styrelsesloven var nødt til at sætte instituttet under administration og gik så ind og arrangerede den frokost.

Han var også et meget civilt menneske. Han hadede at gå med slips, og ved sin disputats var han iført et lyst jakkesæt og en rullekravetrøje. Kun fem år tidligere var doktorand og opponenter mødt op i høj hat og kjolesæt. Som rektor undgik han også slips og rektorkæde, men måtte dog iføre sig uniformen det år, hvor universitetet fejrede sit 25-års jubilæum. Ordner modtog han heller ikke.

Selv om han var kemiker med stort K, var hans interesser mangeartede. Han interesserede sig meget for botanik, sin have og naturen i det hele taget og havde en svaghed for kriminalromaner. Han elskede at eksperimentere med finere madlavning, en interesse han delte med sin ven gennem mange år, Thorvald Pedersen (*Kemikeren i køkkenet*). Hver lørdag formiddag kunne man træffe ham på den ugentlige rute gennem Odenses specialbutikker. Siden 2002 havde han været medlem af Det Danske Gastronomiske Akademi, hvor han senere fik selskab af kollegaen Ole Mouritsen, der i dag er akademiets præsident.

Udover sin hustru Anna Mette efterlader Carl Th. sig to døtre, Tine og Malene, og fem børnebørn.

Carl Th. Pedersen blev begravet på Dalum Kirkegård 19. maj med et deltagerantal, der var begrænset af coronarestriktionerne. Imidlertid afholdt familien en mindehøjtidelighed for en større kreds den 28. juni, hvor han ville være fyldt 85 år.

Palle Waage Jensen

Professor Ole G. Mouritsen skriver på vegne af Det Danske Gastronomiske Akademi mindeord om lektor emer., dr. phil. Carl Th. Pedersen, 84 år:

Carl Th. Pedersen blev altid kærligt omtalt som Carl Th. Med hans død har vi mistet en helt særlig personlighed inden for dansk kemi og dansk gastronomi. Carl Th. var svovlkemiker med en interesse for svovlforbindelsers kemi hele sin karriere, kun afbrudt af en periode som dekan og rektor ved Odense/Syddansk Universitet. Samtidig var han en begavet formidler og en flittig skribent i fagbladet *Dansk kemi*, hvor han gennem årtier og helt til det sidste skrev en eller flere månedlige rubrikker om forskningsnyheder inden for kemiens verden.

Carl Th. forenede sin faglige viden om naturstofkemi med en dyb interesse for gastronomi, og han brugte denne kobling til at skabe fascination om krydderier med foredragstitler som *Peber er alle hånde, men er allehånde peber?* Hans bog *Krydderier og kokkerier* står som et fornemt bidrag til dansk gastronomi. Interessen for den brede formidling af gastronomi og kemien bag maden viste Carl Th. også som redaktør af *Gastronomisk leksikon*, der er det autoritative danske værk inden for området.

Carl Th. var gennem hele livet en ihærdig fortaler for forskningens betydning for samfund og velfærd. Ikke mindst naturvidenskabens rolle for almen dannelse lå ham på sinde, og han skrev herom i bøger, fagblade og avisartikler. Han vil i den forbindelse blive husket for sin altid grundige argumentation og den stilfærdighed, hvormed den blev fremført.

På rundtur i den kemiske nomenklaturs rædselskabinet

Af Alexander Senning †

Det er ikke så sjældent, at man møder kemistuderende, som føler ubehag ved substituentnavnene phenyl (C_6H_5–, systematisk navn benzenyl) og benzyl ($C_6H_5CH_2$–, systematisk navn phenylmethyl), enten ved at de bliver ved med at forveksle de to navnes betydning, eller ved at de mangler en logisk sammenhæng mellem disse to navne og navnet for stamforbindelsen benzen (C_6H_6).

Benzen blev i 1825 isoleret og karakteriseret af Michael Faraday, foto 1, som bestanddel af bygassen, som blandt andet blev brugt til gadebelysning. Forbindelsen, med dengang endnu ukendt struktur, fik navnet phen (afledt af græsk *phainein*, at lyse) efter findestedet, en lyskilde, ganske som man gør det den dag i dag med nyopdagede naturstoffer. Dette navn stod derefter fadder til substituentnavnet phenyl. Sideløbende dannedes navnet phenol (C_6H_5OH), som i praktisk brug endnu ikke er blevet udkonkurreret af det systematiske navn benzenol [1]. Først et stykke tid senere fandt man frem til, at benzen kunne syntetiseres ved decarboxylering af benzoesyre, og valgte så først at kalde det for benzol og sluttelig at ændre endelsen 'ol' - som jo nu hovedsageligt benyttes til alkoholers systematiske navne (methanol osv.) - til 'en', som i forvejen blev brugt som endelse i navne på umættede carbonhydrider. Endelsen 'ol' i det nu forældede navn benzol var ikke en afledning af ordet alkohol, men kom af latin *oleum*, olie, og skulle vise, at det drejer sig om en relativt højtkogende væske. Da man ikke kendte benzens struktur, kunne den naturligvis heller ikke danne grundlag for stofnavnet. Efter samme koncept opstod stofnavnene toluol ($C_6H_5CH_3$, nu toluen), afledt af tolubalsam, og xylol [$C_6H_4(CH_3)_2$, nu xylen], afledt af græsk *xylon* (træ).

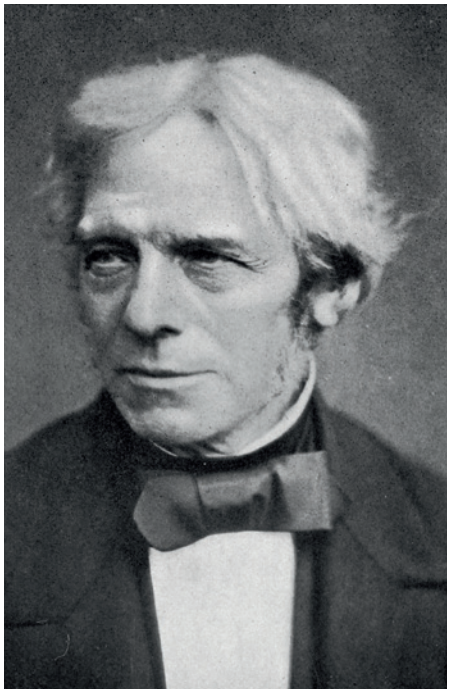


Foto 1. Michael Faraday (1791-1867). Engelsk kemiker og fysiker, der startede som assistent for H. Davy og virkede ved The Royal Institution det meste af sit liv. Nok mest kendt for sit arbejde med elektrokemi og elektromagnetisme.

Ved reduktion af benzoesyre (C_6H_5COOH) fik man alkoholen $C_6H_5CH_2OH$, som man valgte at kalde benzylalkohol (det systematiske navn er i dag phenylmethanol). Dermed havde man også automatisk skabt substituentnavnet benzyl. Benzyl er altså ikke, heller ikke i moderne sprogbrug, som man umiddelbart kunne tro, en kortform af det systematiske substituentnavn benzenyl (jf. langformen methanyl og kortformen methyl for CH_3–; den sidste bruges i praksis). Begge navne, phenyl og benzyl, forekommer så hyppigt og er så indgroede i kemikernes bevidsthed, at de tilsvarende systematiske navne stort set aldrig bruges.

Til omtalen af bygasbenzenet i kemiforelæsninger hørte et demonstrationsforsøg med indophenin-reaktionen, opfundet af Adolf von Baeyer, foto 2, en farvereaktion, som ansås for karakteristisk for benzen. Victor Meyer, foto 3, udførte i 1883 helt tilfældigt dette forsøg med en prøve af syntetisk benzen, og da farvereaktionen mod forventning udeblev, tolkede den kloge forelæser dette 'uheld' på den måde, at bygasbenzenet måtte indeholde et ledsagestof, der deltog i farvereaktionen, som derfor slet ikke havde noget med benzen at gøre. Dette ledsagestof blev efterfølgende identificeret som C_4H_4S, som i sine egenskaber, ikke mindst kogepunktet, lignede benzen meget og derfor fik navnet thiophen (græsk *theion*, svovl + phen, se ovenfor).

Fædrene til den systematiske nomenklatur søgte at skabe orden i navnene for de efterhånden rigtig mange aromatiske heterocykler, man i tidens løb havde fundet, og som havde fået hver sit trivialnavn, som intet sagde om strukturen. Man vedtog den regel, at ringstør-

Foto 2. Adolf von Baeyer (1835-1917). Tysk kemiker, elev af Kekulé og Bunsen og senere efterfølger til Liebig som professor i München. Fik Nobelprisen i 1905 for sin opklaring af strukturen af indigo.

Foto 3. Victor Meyer (1848-1897). Tysk kemiker, assistent for Adolf von Baeyer og senere professor I Zürich og Heidelberg. Kendt for sit arbejde med stereokemi.

relsen skulle vises med endelsen 'ol' for femringe, 'in' (i nogle tilfælde 'inin') for seksringe, 'epin' for syvringe osv. Først i navnet skulle så de tilstedeværende heteroatomer nævnes i systematisk rækkefølge (efter faldende gruppenummer). For femringenes vedkommende førte dette så til navne som azol, 1,3-diazol, 1,2-oxazol, thiol, 1,3-thiazol osv. [2]. Navnet 'azol' har dog aldrig vundet indpas i den kemiske hverdag; i praksis [5] bruger man for C_4H_5N stadigvæk udelukkende det oprindelige trivialnavn pyrrol. Heller ikke navnet oxol har kemikerne fået smag for; C_4H_4O hedder stadigvæk furan, selv om man her egentlig er i konflikt med den systematiske nomenklaturs brug af endelsen 'an' for mættede stamhydrider (som methan, sulfan osv.). Suffikset 'thiol' bruges i forvejen til sulfanderivater som for eksempel benzenthiol (C_6H_5SH), og dermed var dette ellers så systematiske navn udelukket som erstatning for det principielt uglesete navn thiophen.

Facit: thiophen hedder stadigvæk thiophen og kun thiophen. Hydroxyforbindelser af thiophen hedder følgelig thiophen-2-ol, thiophen-2,3-diol osv. og kunne samlet kaldes thiophenoler. Af samme grund er det hensigtsmæssigt, at C_6H_5SH netop hedder benzenthiol og ikke 'thiophenol'.

Heller ikke diazol-navnene fik rigtig luft under vingerne. Også her er de traditionelle navne pyrazol ($C_3H_4N_2$, 1,2-diazol) og imidazol ($C_3H_4N_2$, 1,3-diazol) i praksis enerådende.

Af thiophen kan man aflede to isomere substituenter C_4H_3S– med de systematiske navne thiophen-2-yl og thiophen-3-yl og de tilladte kortformer hhv. 2-thienyl og 3-thienyl. I den gamle litteratur havde man, i analogi med navnet phenyl, valgt thenyl som navn, henholdsvis α-thenyl og β-thenyl (i et nu forladt system, hvor heteroatomet ikke fik nogen betegnelse, men de næste carbonatomer i ringen fik græske bogstaver). [TD: Siden dengang er 2-thenyl og 3-thenyl, nu med numeriske lokanter, gledet over til at betegne substituentgrupperne hhv. thiophen-2-ylmethyl og thiophen-3-ylmethyl; IUPAC tillader stadig (desværre, fristes man til at sige) disse lidt forvirrende navne, men de nævnte helsystematiske former er dog de foretrukne].

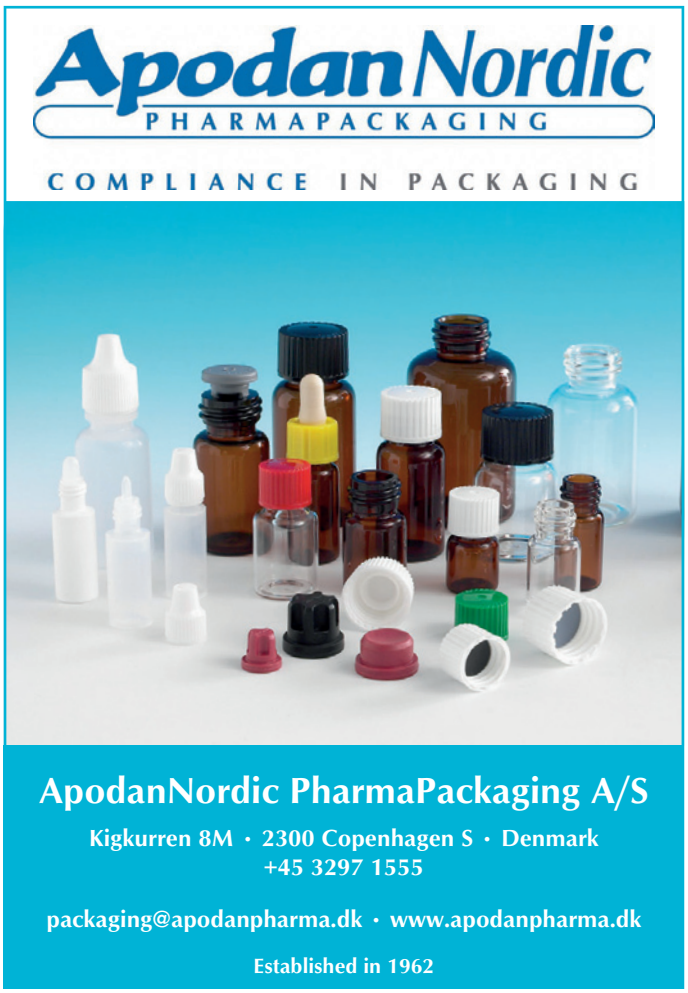
Til læsere, som interesserer sig for de kemiske navnes etymologi, kan to specialiserede opslagsværker [6,7] anbefales.

† Alexander Senning var medlem af Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg. Han døde i april 2020. Artiklen er færdigredigeret af Ture Damhus (TD), formand for udvalget.

E-mail:
Ture Damhus: turedamhus@outlook.dk

Kommentarer og litteratur

1. TD: heller ikke i IUPAC-nomenklaturen, hvor phenol foretrækkes.
2. TD: der er tale om den såkaldte Hantzsch-Widman-nomenklatur, som man kan læse mere om i [3] og [4].
3. T. Damhus: Grundstofnavnene i arbejde for kemien. III. *Dansk Kemi* **110** # 6 (2019) 32-35.
4. Kort vejledning i organisk-kemisk nomenklatur (IUPAC, oversat til dansk), se link på webstedet *Dansk Kemisk Nomenklatur* (http://kemisknomenklatur.dk/).
5. TD: og i IUPAC-nomenklaturen, hvor pyrrol foretrækkes.
6. A. Senning: *Elsevier's Dictionary of Chemoetymology* [Elsevier 2007; ISBN 0-444-52239-5].
7. A. Senning: *The Etymology of Chemical Names – Tradition and Convenience vs. Rationality in Chemical Nomenclature* [De Gruyter 2019; ISBN 978-3-11-061106-9].



En kemisk guldalder - elektromagnetismen 200 år

I anledning af 200-året for H.C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen bringer vi denne artikel om en kemisk guldalder, hvor Ørsted, Bunsen og Zeise krydsede veje i arbejdet med galvaniske elementer, elektromagnetisme, fosfor- og svovlforbindelser og aluminium.

Af Curt Wentrup, School of Chemistry and Molecular Biosciences, The University of Queensland, Brisbane, Australia

Robert Wilhelm Bunsen besøgte København i 1841 som 30-årig, nyligt udnævnt professor i kemi ved Universität Marburg. Han var på vej hjem fra Stockholm, hvor han sammen med T.J. Pelouze og J. Reiset fra Paris havde været gæst hos Berzelius. Fra Berzelius fik han anbefalingsbreve til Carl Palmstedt i Gøteborg og H.C. Ørsted i København.

Bunsen besøger Carl Palmstedt

Den 15. september rejste Bunsen fra Stockholm via Göto-kanalen til Gøteborg, hvor han besøgte Palmstedt [1]. Eftersom han havde glemt sin hydroelektriske stabel (Bunsenbatteri, figur 1) i Stockholm, blev et batteri på tre hydroelektriske stabler hurtigt samlet i Palmstedts laboratorium, og de eksperimenterede med det søndag eftermiddag (26. september) [1].

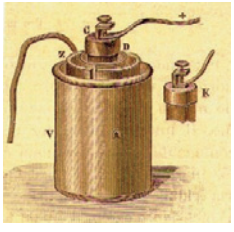
Bunsen sendte senere (1844) et kul-zink-batteri ("Kohlensäule") med instruktioner til dets sammensætning og benyttelse til Palmstedt [2].

Den 13. januar1844 bestilte han et batteri på 40 celler for Berzelius til benyttelse af Baron Fabian von Wrede [3]. Von Wrede var interesseret i lysets spektrum og havde publiceret forsøg på en forklaring af lysabsorption ud fra ondulationsteorien, et emne som Ørsted havde beskæftiget sig med og forsøgt at anvende på alle naturkræfter siden 1806 [4].

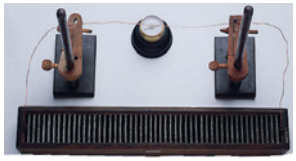
Bunsen rejser videre til København

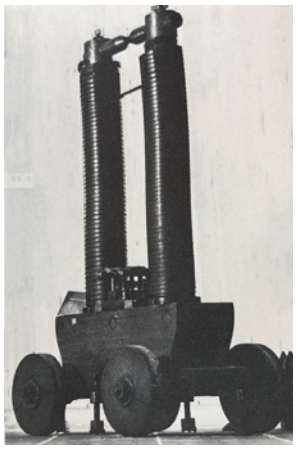
Efter Gøteborg rejste Bunsen den 27. september til Helsingborg med hestevogn og derfra til København. Da han havde glemt sit batteri i Stockholm, havde Berzelius skrevet til Ørsted:

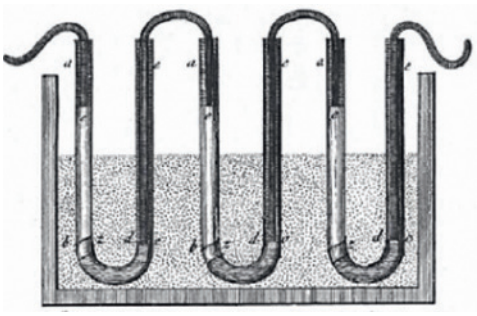
"Heders Vän… Bunsen från Marburg har passerat et par veckor här och ämnade, vid afresan härifrån, besöka äfven Dig i Köpenhamn… Han är en ganske utmerkt Vetenskapsman, stöpt i helt andra formar än de som nu blifvit moderna genom Liebigs og Dumas's mång- och stor-ordighet. Han er utmärkt eksvärd och ytterst modest. Det er värkligen skada, at han lemnade den af honom upfunna hydroelectriska stapel hos mig, ty Du skulle värkligen hafva med förvåning sett de ovanligt kraftiga och uthallånde verkningarna af en liten apparat, som icke optager så mycken rymd, som ett halft ark papper" [5].



Figur 1. Bunsens kul-Zn batteri. Den keramiske celle **V** indeholder 10% svovlsyre og en cylindrisk amalgameret zinkplade **Z** som anode. En anden keramisk celle **D** indeni zinkelektroden indeholder salpetersyreopløsning. En rektangulær kubisk kulkatode **C**, fremstillet fra udglødet stenkul og koks [6,14b] står indeni salpetersyren. K viser forbindelsen med katoden.







Figur 2. **(a, øverst)** Ørsteds Cu-Zn kar-batteri og elektromagnetisme-demonstration. **(b, midten)** Ørsteds store elektromagnet (H.C. Ørsted Museum, København). Strømmen kom fra Bunsens kul-zink-elementer [10]. Faraday havde også konstrueret en stor hestesko-elektromagnet [17], som var tilknyttet 10 Grove-celler (Pt, Zn); den blev demonstreret for Ørsted i Faradays laboratorium den 9. november 1846 [18]. Professor Pfaff i Kiel havde også konstrueret en stor elektromagnet, som kunne løfte 900 pund ved hjælp af et Cu-Zn-batteri [19a] og Henry and Ten Eyck [26b] i USA havde beskrevet én, som kunne løfte over 2000 pund. **(c, nederst)** Ørsteds galvaniske rejse-batteri med Ag og Zn elektroder i svovlsyre; apparatet var pakket i sand for stabilitet.

Den stabel, Bunsen havde glemt i Stockholm og som Berzelius omtaler i sit brev til Ørsted, er kul-zink-batteriet opfundet af Bunsen, figur 1 [6]. Liebig havde prist Bunsens batteri på lignende måde i et brev til Berzelius 17. maj 1841[7]:

"Bunsen har konstrueret galvaniske søjler med kul og zink, hvis effekt og udholdenhed overgår alt, hvad der er hidindtil kendt; det er fantastisk at se, hvordan 4 par kan holde en 4-tommers platintråd glødende i 24 timer".

Blandt de hidtil bedste batterier var Groves Pt-Zn batteri og Ørsteds eget Cu-Zn batteri, bestående af et kobbertrug med zinkplader, figur 2a, som kun kunne holde en brugelig strøm i 2-3 timer, men ikke desto mindre blev brugt i Ørsteds berømte eksperiment i 1820, hvori han påviste magnetnålens drejning forårsaget af en platintråds elektriske felt [8].

Udbredt brug af Bunsens batteri

I 1841 havde Ørsted reduceret prisen på et Grove-batteri betydeligt, idet han benyttede en platineret porcelænscylinder, fremstillet på den Kongelige Porcelænsfabrik, i stedet for Pt metal, [9], men overlegenheden af Bunsens kul-katode var unægtelig, og Ørsted anskaffede sig følgelig et batteri på 50 Bunsen-elementer, som han brugte i sine eksperimenter med en meget stor elektromagnet, figur 2c, hvor han fandt, at et enkelt Bunsen-element gav tilstrækkelig strøm til, at magneten kunne løfte 900 kg [10].

Bunsens batterier blev fremstillet af L.J. Deleuil i Paris efter J. Reisets entusiastiske anbefaling [11]. Indtil januar 1844 havde han produceret over 5.000 elementer [3]. Deleuil brugte et batteri på 200 Bunsen-elementer til at oplyse en statue på Place de la Concorde med en elektrisk lysbue i 1843 [12]. For den videre fremgang med batterifremstilling og lysbuebelysning, se [13].

I et brev til Palmstedt 20. januar 1844 skrev Bunsen, at denne belysning i Paris var indirekte foranlediget af ham [2]. Han brugte selv 36-40 elementer til at føde en kul-lysbue, som frembragte et lys svarende til 1.000-1.200 stearinlys [10,14], men han tvivlede på, at det ville kunne bruges til gadebelysning. Ikke desto mindre blev mange forslag fremsat, og i slutningen af 1800-tallet var mange såkaldte moonlight towers med kullysbuer faktisk i brug til gadebelysning i mange byer. Krafft angiver, at Bunsen selv brugte det til oplysning af Elisabethkirken i Marburg [10,15].

Allerede i sin ungdom havde Ørsted konstrueret et effektfuldt galvanisk batteri, figur 2b, som overgik Volta-søjlen, hvori han brugte alternerende Ag- og Zn-elektroder, uden plader, som han tog med sig og demonstrerede på sin første Europatur i 1801-02 [8a,16].

Bunsen møder Scharling og Zeise

I København stiftede Bunsen også bekendtskab med E.M. Scharling (Ørsteds svigersøn), lektor i organisk kemi, og professor W.C. Zeise.

Efter sin hjemkomst meddelte Bunsen i et brev til Liebig [17], at lektor M.C.J. Thaulow i Christiania havde plagieret Liebigs nu klassiske bog om kemi i agrikultur og fysiologi [18a] i sin monografi [18b], hvilket havde forårsaget megen furore i Sverige og Danmark. Scharling skrev en sønderlemmende recension af Thaulows bog [18c]. Scharling havde studeret under Zeise, som havde anbefalet ham som assistent for Ørsted. Han blev professor extraordinarius i 1842, og efter Zeises død i 1847 Zeises efterfølger som professor i organisk kemi [19].

Zeise havde startet sin karriere som undervisningsassistent for Ørsted i 1820 og blev professor extraordinarius i 1822 og professor i 1829 og var kendt for opdagelsen af thioler (mercaptaner), xanthogensyren, og Zeises salt [20].

Om Zeise skrev Bunsen [17]:

"Zeise er en elskværdig, god og venlig mand, men hans konversation er just som hans skrift",

dvs. kompliceret og vanskeligt forståelig, i overensstemmelse med bemærkninger gjort af Berzelius, Liebig, og Wöhler [20],

"Han har fremstillet en hel række højst interessante fosforforbindelser, men på trods af, at jeg talte med ham om det i en hel time, blev jeg ikke klogere på det".

Zeises fosforforbindelser og manglende publikation

De nye fosforforbindelser blev beskrevet af Zeise på det andet møde mellem Skandinaviske Naturforskere i København (Over virkningen af Phosphor paa Acetone og Æther). Et kort referat om fremstillingen, men uden detaljerede oplysninger om sammensætningen blev publiceret [21]. Ingen yderligere publikation fremkom, men Berzelius fremsatte i et brev til Wöhler [22] 6. august 1840 den mening, at i det mindste en af forbindelserne syntes at have fosfor som bestanddel af et organisk radikal analogt med Bunsens arsen-forbindelse kakodyl, men en elementaranalyse var endnu ikke publiceret (og den blev aldrig publiceret).

Den 11. november1841 skrev Bunsen til Berzelius om Zeises fosforforbindelser og nævnte, at han selv havde lavet nogle eksperimenter af den art og isoleret små mængder af Zeises forbindelser, som syntes at være meget komplicerede. Flere eksperimenter var ønskelige, især for at se, om radikaler med fosfor som elektronegativt element kunne opnås på den måde, men han kunne ikke fortsætte og publicere dette arbejde, før Zeise havde publiceret sit [3]. Zeise publicerede aldrig yderligere resultater angående disse forbindelser.

Den 11. august 1842 skrev Bunsen igen til Berzelius og

Fra venstre: Ørsted, Berzelius, Bunsen og Zeise.

beklagede, at Zeise arbejdede så omstændeligt, at han næppe nogensinde ville blive færdig med sine analyser. Han havde set et helt skab fuldt af nye præparater i Zeises laboratorium [3]. Dette ville have indbefattet de nye svovlforbindelser, som Zeise beskrev på det tredje møde af Skandinaviske Naturforskere i Stockholm i 1842 ("Om nogle nye Svovlforbindelser").

Berzelius skrev til Wöhler [22] om Zeises foredrag om "indvirkning af P. og S P. på acetone og ether", som havde givet tre krystalline forbindelser og en væske med en lugt som katteurin ("Katzenpisse"). Da Zeise ikke havde den evne at give en klar fremstilling, var han (Berzelius) ikke i stand til at give nogen information om disse forbindelsers natur, selv om han havde prøvet at finde ud af mere i en privat diskussion. Ydermere havde Zeise nægtet at låne ham manuskriptet, da han mente, at kun han selv kunne forstå det. Berzelius mente imidlertid, at sagen var højst interessant, omend svær at forstå. En lille beretning om dette foredrag blev offentliggjort med detaljer om fremstillingen, men ingen analytiske data [23]. Intet yderligere blev publiceret, men i det mindste blev det senere vist, at katteurin-forbindelsen var en thiol, 4-mercaptomethylpentan-2-on [24].

Kontrovers mellem Liebig og Zeise

Det er værd at påpege, at Liebig var involveret i en meget personlig og bitter kontrovers med Zeise over Zeises salts konstitution i perioden 1834-43, hvor Liebig klart havde uret [21,25]. Det er også interessant at notere, at Liebig i sine unge dage havde udtrykt et ønske om at studere under Ørsted, som han havde mødt i Paris i 1823 [5]. Imidlertid gik han i stedet til Gay-Lussac i Paris.

Fremstilling af elementært aluminium

Bunsens og Ørsteds forskningsinteresser krydsede hinanden langt senere gennem fremstillingen af elementært aluminium, som Ørsted have udført i 1825 ved reduktion af vandfrit aluminiumklorid med kaliumamalgam [26]. Sandsynligvis var produktet imidlertid en legering af aluminium og kalium [27]. Da Ørsted var for travlt optaget af elektromagnetismen og de mange administrative hverv som professor på universitetet, direktør for den af ham oprettede Polytekniske Læreanstalt, og sekretær for det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, overlod han det til Wöhler at fortsætte arbejdet, da denne besøgte ham i 1827 [28]. Det lykkedes Wöhler at fremstille små mængder af metallet i 1827 [29] og den 18. december 1828 skrev han til Ørsted og takkede ham for at have givet ham tilladelse til at fortsætte aluminium-arbejdet [5].

I 1845 kunne Wöhler fremstille små, glatte kugler af Al på størrelse med et nålehoved, hvide som tin og opløselige i kalium hydroxyd med udvikling af hydrogen [30]. Men det er blevet formodet, at det produkt heller ikke var rent aluminium, men en legering med platin, som diglen benyttet til syntesen var lavet af [30].

I 1854 beskrev både Bunsen [31] og Henri Étienne Sainte-Claire Deville en stærkt forbedret elektrokemisk syntese af aluminium [32], men den høje elektricitetspris betød, at denne metode endnu var for dyr til industriel fremstilling.

Imidlertid opdagede Deville, at man kunne få aluminium ved reduktion af kloridet med det meget billigere natrium. En stor bevilling fra Napoleon III skabte fundamentet for en industriel produktion, og i 1857 var Deville i stand til at producere 2 kg Al om dagen.

Deville var født på Sankt Thomas i Dansk Vestindien, hvor hans far var en velhavende og indflydelsesrig skibsejer. Selv om han var franskmand, blev han somme tider brugt som stedfortrædende guvernør, når den danske guvernør var fraværende. Han indrettede et hjemme-laboratorium, hvorfra han publicerede kemiske forskningsarbejder. I 1845 blev han professor og dekan for det naturvidenskabelige fakultet ved det nyoprettede universitet i Besançon, og i 1851 blev han udnævnt til Maître de Conférences ved École Normale Supérieure i Paris. Han var Suppléant for Dumas i 1853 og blev Dumas efterfølger ved Sorbonne i 1866. Han blev både berømt for sin fremstilling af aluminium og for hans geniale eksperimenter med det "varme-og-kolde" rør [33] fra 1864 og frem, som muliggjorde adskillelsen af pyrolysegasser. Hans arbejde om ligevægte lagde grundlaget for Le Chatelier's princip.

E-mail:
Curt Wentrup: wentrup@uq.edu.au

Referencer

1. J. Trofast, *Brevväxlingen mellan Jöns Jacob Berzelius och Carl Palmstedt*, Part 3, Kungliga Vetenskapsakademin, Stockholm **1981**.
2. Breve mellem Palmstedt og Bunsen, *Kungliga Vetenskapsakademien*, Stockholm.
3. Breve mellem Berzelius og Bunsen, *Kungliga Vetenskapsakademien*, Stockholm.
4. (a) F. von Wrede, oversat fra svensk af R. Taylor, *Scientific Memoirs Selected from the Transactions of Foreign Academies of Science and Learned Societies* **1837**, *1*, 477. (b) H.C. Ørsted, *Neues Allgemeines Journal der Chemie*, **1806**, *6*, 291-302.
5. *Correspondance de H.C. Örsted avec divers savants*. Publiée par M.C. Harding, aux frais de la Fondation Carlsberg, Ascheboug & Co., København, **1920**, Vol. 1, p. 51.
6. R. Bunsen, *Liebigs Ann.* **1841**, *38*, 311-313; *Poggendorffs Ann. Phys. Chem.* **1841**, *54*, 417-430; *Poggendorffs Ann. Phys. Chem.* **1841**, *55*, 265-276, med bemærkninger af C.J. Poggendorff.
7. J. Carrière, *Berzelius und Liebig. Ihre Briefe von 1831-1845*, J. F. Lehmann, München, 1893.
8. (a) D.C. Christensen, *Hans Christian Ørsted, Reading Nature's mind*, Oxford University Press, Oxford, **2013**. (b) Trug-batteriet: H.C. Ørsted, Bemerkungen hinsichtlich auf Contactelektricität, *Schweiggers J. Chem. Phys*. **1817**, *20*, 205-212.

9. H.C. Ørsted, *Kgl. Danske Videnskabernes Selskab*, **1841**, LXVI-LXVII;
10. (a) H.C. Ørsted, *Kgl. Danske Videnskabernes Selskab*, **1847**, 99-102; (b) Ref. 5, Brev fra H.C. Ørsted til J. J. Berzelius 20.5.1847; (c) Ref. 5, Brev fra H.C. Ørsted til C. Matteucchi 23.10.1847.
11. F. Krafft, Bunsen-Briefe in der Universitätsbibliothek Marburg, *Schriften der Universitätsbibliothek Marburg* **1996**, 74. Bunsens anden Parisrejse var 1844, ikke 1842.
12. *L'Illustration*, Paris, **1843**, *2*, 132. https://archive.org/details/lillustrationjou02pari/page/130/mode/2up.
13. W.J. King, Development of Electrical Technology in the 19th Century, *Bulletin: Contributions from the Museum of History and Technology*, Smithsonian Institution, Washington, D.C., **1963**, *228*, 334-407.
14. (a) R. Bunsen, beretning af J. Reiset, *Ann. Chim. Phys.* **1843**, *7*, 355-358; (b) R. Bunsen, beretning af J. Reiset, *Ann. Chim. Phys.* **1843**, *8*, 28-36; (c) R. Bunsen, beretning af [H.V.] Regnault for [J.] Reizet (sic!), *Compt. Rend. Séanc. Acad. Sci.* **1853**, *16*, 503-507; (d) [H.]Becquerel, *Compt. Rend. Séanc. Acad. Sci.* **1853**, *16*, 525-527; (e) R. Bunsen, beretning af J.C. Poggendorff, *Poggendorffs Ann Phys. Chem.* **1843**, *60*, 402-405.
15. C. Stock, *Robert Wilhelm Bunsens Korrespondenz vor dem Antritt der Heidelberger Professur (1852) - kritische Edition, mit einem Geleitwort von F. Krafft*, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, **2007**.
16. H.C. Oersted, *Magazin für den neuesten Stand der Naturkunde*, J. H. Voigt, Weimar, **1801**, *3*, 412-417, med figur, Planche IV.
17. R. Bunsen to J. Liebig, 29.10.1841, letter, Bayerische Staatsbibliothek, München.
18. (a) J. Liebig, *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie*, Braunschweig, **1840**; (b) M.C.J. Thaulow, *Chemiens Anvendelse i Agerdyrkningen*, Johan Dahls Bogtrykkeri, Christiania, **1841**; (c) E.A. Scharling, *Tidsskrift for Litteratur og Kritik*, Universitetsboghandler C.A. Reitzel, København, **1842**.
19. Dansk Biografisk Lexikon.
20. Cf. C. Wentrup, Zeise, Liebig, Jensen, Hückel, Dewar and the π-Complex Bonds, *Angew, Chem. Int. Ed.* **2020**, *59* (22).
21. W.C. Zeise, *Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, Afhandlinger* **1845**, *LV-LIX*.
22. O. Wallach, Briefwechsel zwischen J. Berzelius und F. Wöhler, Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1901.
23. W.C. Zeise, *Ann. Chem. Pharm.* **1843**, *47*, 24-37.
24. K.A. Jensen, *Centaurus* **1989**, *32*, 324-335.
25. S.M. Jørgensen, *Z. Anorg. Allgem. Chem.* **1900**, *24*, 153+182.
26. (a) H.C. Ørsted, *Kgl. Danske Videnskabernes Selskab*, 18.2.1825-8.4.1825; (b) Notits af Chr. Hansteen, baseret på et brev fra H.C. Ørsted, i *Magazin for Naturvidenskaberne (Christiania)*, **1825**, *5*, 176-177.
27. A. Drozdov, 13Al Thirteenth Element Encyclopedia, The RUSAL Library **2007**; https://rusal.ru/en/press-center/RUSAL%20Encyclopedia_full_engl_FINAL.pdf.
28. History of Aluminium: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_aluminium.
29. F. Wöhler, *Poggendorffs Ann. Phys. Chem.* **1827**, *11*, 146-161.
30. F. Wöhler, *Poggendorffs Ann. Phys. Chem.* **1845**, *64*, 447-451.
31. R. Bunsen, *Poggendorffs Ann. Phys. Chem.* **1854**, *92*, 648-651.
32. J. Wisniak, *Journal of Materials Engineering and Performance*, **2004**, *13*, 117-128.
33. Cf. C. Wentrup, Flash Vacuum Pyrolysis - Techniques and Reactions, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2017**, *56*, 14808-14835.

Statements fra udstillere

Petter Holmström, Product Manager Lab. Omni Process AB

- We participated at the Swedish LabDays fair in Stockholm, organized by J.B. Exhibitions, last year; and we were quite satisfied with the fair and the opportunities it provided us. And that is why we now have choosen to book a stand at LabDays Copenhagen 2020 in the Øksne hall. We look forward to meet the Danish lab audience and present ours lab products and services.

Mette Linding Nygaard, Teamleader, Krüger A/S (ELGA Lab Water)

- Krüger har ikke deltaget på de danske labmesser i de sidste par år, idet vi har været repræsenteret af vores forhandler. Her i 2020 har vi igen valgt at være repræsenteret "på egen hånd", så vi har reserveret en stor stand på LabDays Copenhagen 2020, og vi glæder os til igen at få den direkte dialog med vores brugere i Øksnehallen.

Ulla Helt Laursen, Area Manager Denmark, Nordic Biosite ApS

- Vi har over 20 års erfaring samt en platform med over fire millioner innovative produkter til forskning og diagnostik. Vi synes, at LabDays-messerne er et rigtigt godt forum at møde vores brugere og kunder face-to-face; og derfor har vi også sagt ja-tak til at deltage på den kommende messe i København.

Stort udslip af NO_X fra kunstgødning

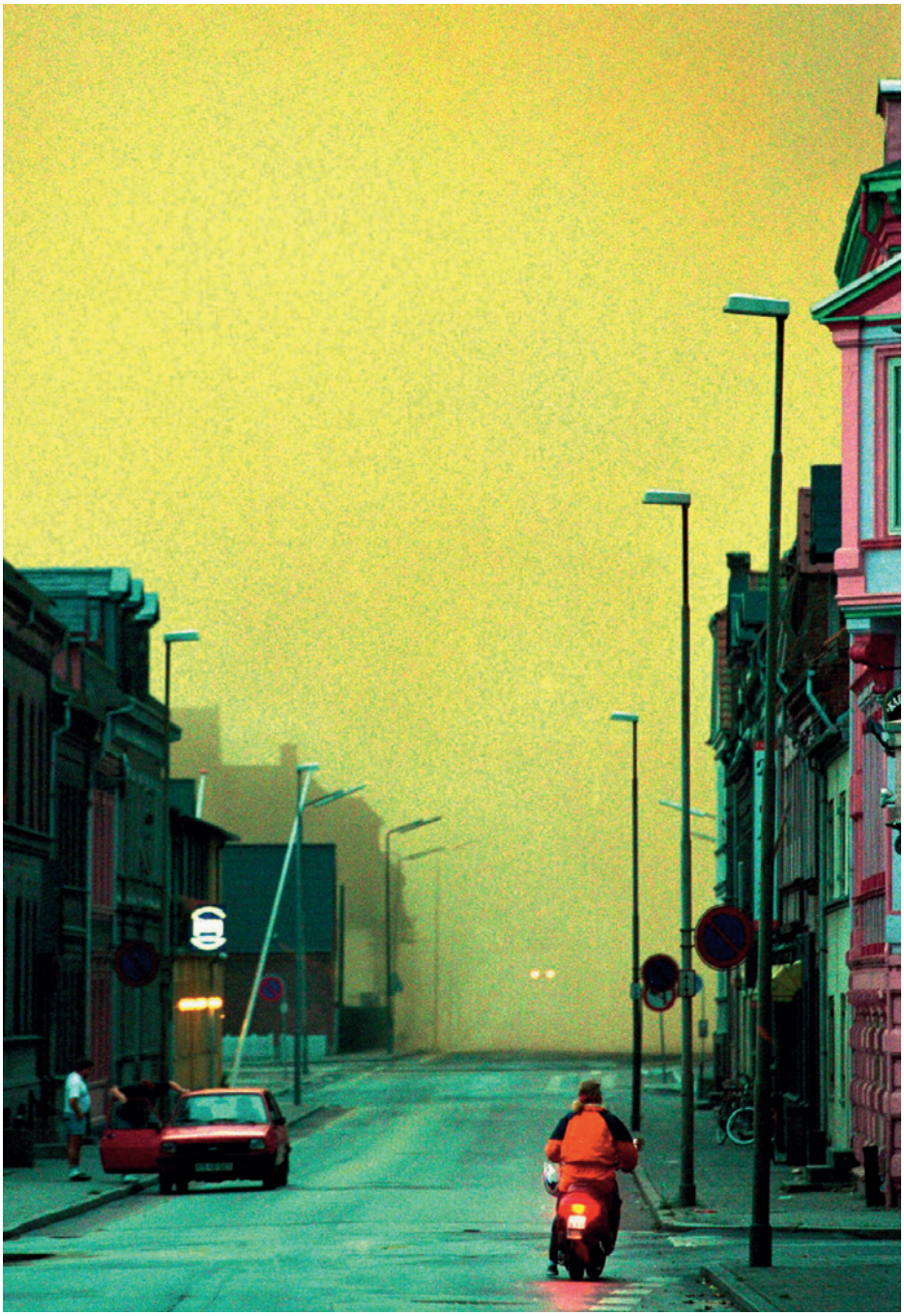
Mange kemiske reaktioner kan medføre dannelse af giftige rødbrune nitrøse gasser. Det giver altid anledning til stor bekymring. Udslippet fra Kemira i 1996 var i særklasse.

Af Frank Huess Hedlund

Uheld med eksempelvis salpetersyre eller kunstgødning leder ofte til, at der dannes karakteristiske rødbrune nitrøse gasser. Erfaringerne fra den gamle ulykke på Carlsberg, hvor der blev dannet nitrøse gasser i en elevatorstol, der var standset mellem to etager, spøger stadig. Ofrene var umiddelbart friske, men livstruende symptomer på forgiftning udviklede sig 6-12 timer senere. Redningsberedskabet tager derfor forgiftninger med nitrøse gasser meget alvorligt [1]. Det er forståeligt nok. Især hvis forgiftningen sker i lukkede rum. Men man kan eventuelt søge trøst i, at erfaringer fra endda meget store udslip har vist, at det sjældent går så galt endda, hvis udslippet er i det fri.

Rødbrune nitrøse gasser

Oxider af kvælstof kan optræde i forskellige oxidationstrin, og kemien er ikke ukompliceret. Denne artikel nøjes med at konstatere, at ved høje temperaturer, eksempelvis i en forbrændingsmotor eller ved lynudladninger, reagerer luftens ilt og kvælstof og danner nitrogenoxider. Der dannes fortrinsvis NO, som kan oxideres af ozon (hurtigt) eller ilt (langsommere) til NO_2. Hvis salpetersyre reagerer med et reduktionsmiddel, dannes der både NO og NO_2. Andelen af NO_2 stiger med syrekoncentrationen [2].



Lørdag morgen den 24. august 1996 kl. 05:45 blev gaderne nær Kemira i Fredericia indhyllet i gulbrune gasser med NO_X og formentlig også klor, fordi ca. 15 tons kunstgødning dekomponerede i fabrikkens tørreanlæg. Foto: Claus Fisker, Scanpix Danmark.

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 nummer 12 i en serie, som vil råde bod på denne sorte plet ved at beskrive tidligere hændelser udvalgt for deres læringspotentiale.

Tidligere artikler er:

#01 Kraftig eksplosion efter sammenblanding af salpetersyre og 2-propanol (2014)
#02 Støveksplosion ødelægger dansk træpillefabrik - igen (2014)
#03 Voldsom eksplosion på fyrværkerivirksomhed (2014)
#04 Eksplosion i rådnetank med biogas (2014)
#05 Beskedent overtryk gav spektakulære følger (2016)
#06 Er sprængpladen vendt korrekt? (2016)
#07 Svigt af inertgas purge medførte eksplosion i beholder (2017)
#08 Kuldioxid er uegnet til kvælning af glødebrande (2018)
#09 Stort udslip af giftig gas ved aflæsning af madaffald (2018)
#10 NO_X - Carlsbergulykken (2019)
#11 Strandby Havn - Opklaringen af alvorlige ulykker er i krise (2020)

Nitrogenoxid NO er farveløs og nitrogendioxid NO_2 er rødbrun. Der indstiller sig en ligevægt mellem de to, og den rødbrune blanding skrives ofte som NO_X. Særligt NO_2 er giftigt at indånde.

Af andre oxider kan nævnes dinitrogenoxid, N_2O, (lattergas), dinitrogentrioxid N_2O_3, NO_2-dimeren dinitrogentetraoxid N_2O_4 og dinitrogenpentaoxid N_2O_5. N_2O_4 har en teknisk anvendelse som oxidationsmiddel i raketbrændstof. Dimeren spaltes let til NO_2-gas, men har den praktiske fordel at kunne opbevares på flydende form ved almindeligt tryk og temperatur [3]. Hvad angår syrerne skelnes sprogligt mellem salpetersyrling HNO_2 og salpetersyre HNO_3.

Den blå ræv

Salpetersyrlings anhydrid N_2O_3 er kun stabil ved lave temperaturer og har anekdotisk interesse, idet farven er blå. Min underviser i uorganisk kemi underholdt med en historie om en særlig skrap kemiprofessor, som i eksaminationslokalet på udspekuleret vis kunne få mange eksaminander på glatis om forbindelsens farve. Efter sigende kunne han sødmefuldt finde på at hjælpe en usikker eksaminand ved at stille ham det (vild) ledende spørgsmål, at farven på N_2O_3 er ræve…blå.

Det hører med til historien, at der faktisk findes en blå variant af den almindelige hvide polarræv. Den blå variant holder til i visse kystnære polaregne og udgør 3-5 procent af populationen. Interessant nok forbliver populationen af den blå variant lille, selvom allelen for den hvide fænotype er recessiv. Det foreslås, at forklaringen er, at den blå variant ofte lever i isolerede kystområder omgivet af åbent vand og deraf følgende begrænset genetisk udveksling. Der peges også på et forventet selektionstryk til at forblive hvid i det snedækkede polarområde [4].

Jeg har ikke set historien anvendt i det politiske liv, men det må da være oplagt. Ideen er herved givet videre.

Ammoniumnitrat

Der var i mange år produktion af kunstgødning i Fredericia. Først under navnet A/S Dansk Svovlsyre- og Superphosfat-Fabrik (DSSF), senere Superfos og herefter Kemira.

Der var anlæg til produktion af salpetersyre ved oxidation af ammoniak over en platinkatalysator, og af svovlsyre ved forbrænding af svovl. Et anlæg producerede fosforsyre ved oplukning af råfosfat med svovlsyre, idet det udnyttes, at en stærk syre kan uddrive den svagere syre. I et anlæg for fremstilling af ammoniumnitrat reagerede fordampet ammoniak med salpetersyre i en vandig opløsning af ammoniumnitrat.

Ammoniumnitrat (AN) er letopløseligt, og hydreringen er stærkt endoterm. Det er et klassisk forsøg i laboratoriet at opløse krystallinsk AN i vand og måle den kraftige afkøling af opløsningen. Dette udnyttes i de såkaldte cold-packs, hvor en ampul af en AN-forbindelse brydes i en væskefyldt pose, hvorefter den kolde pose kan lægges på et forstuvet led og lindre smerten.

Opløseligheden af AN stiger med stigende temperatur, og stærkt koncentrerede opløsninger kan dannes. Ved eksempelvis 75°C indeholder en mættet opløsning 85 vægt% AN. Disse opløsninger er stærkt oxiderende og reagerer med mange metaller eller organiske stoffer og danner (bl.a.) NO_X.

Ved høje temperaturer kan AN-opløsninger begynde at dekomponere. Reaktionen er exoterm og frigiver (bl.a.) NO_X, og er under visse omstændigheder selvforstærkende. Dekomponeringen er blandt andet syrekatalyseret, og i produktionen forhindres det ved at holde et passende højt pH, eksempelvis ved tilsætning af ammoniak. En begyndende dekomponering kan let standses ved tilsætning af rigelige mængder vand. Dekomponering katalyseres også af klorid eller forureninger med Fe, Co, Ni, Cr og Cu.

Ved opbevaring og transport holdes AN-opløsningerne sædvanligvis under 150°C, som oplyses at være den nedre grænse for, hvornår dekomponering kan finde sted.

Ammoniumnitrat kan under særlige omstændigheder bringes til at detonere, og visse kvaliteter finder anvendelse som en komponent i sikkerhedssprængstof. Da dekomponeringen er exoterm, dannes der smelter af ammoniumnitrat, som lettere kan bringes til at detonere. Det har givet anledning til store eksplosionsulykker med omfattende ødelæggelser.

Den mest spektakulære ulykke er formentlig eksplosionen af en last gødning på skibet Grandcamp i 1947 i havnen ved Texas City (TX, USA). Ulykken startede som en brand i gødningslasten. Branden udviklede sig hurtigt som en selvforstærkende dekomponering, da gødningen havde SSD-egenskaber. Der blev udviklet store mængder flotte gasser og sceneriet tiltrak mange tilskuere. Uden varsel eksploderede lasten. Trykbølgen var enorm, den dræbte over 550 mennesker, ødelagde store dele af byen, rev vingerne af fly i luften og startede storbrande i byens industriområder og raffinaderier.

99,5 procent ren rødbrun NO_2-gas i ligevægt med sin farveløse dimer N_2O_4 ved forskellige temperaturer. Dimerens smeltepunkt er -11.2°C. NO_2-gassens farve beskrives ofte som ræverød. Temperatur fra venstre mod højre er -196°C, 0°C, 23°C, 35°C og 50°C. Kilde: Wikimedia Commons.

Fremstilling af NPK-gødning i Fredericia

Der blev fremstillet store mængder NPK (nitrogen - fosfor - kali) gødning i Fredericia. Den blev fremstillet ved blanding af råfosfat, fosforsyre, salpetersyre, svovlsyre, ammoniak, ammoniumnitrat samt kali (kaliumsalte) og andre mikronæringsstoffer i et reaktorbatteri. Hovedprocesserne var:

- Oplukning af råfosfat med salpetersyre (digestion)
- Tilsætning af ammoniumnitrat
- Sænkning af pH ved dosering af svovlsyre for at udfælde calcium som forskellige hydrater af gips ($CaSO_4 \cdot xH_2O$), da calcium ellers fælder fosfat og derved reducerer mængden af plantetilgængelig vandopløseligt fosfat. Udfældningen gavner også oplukning af råfosfat, da ligevægten skubbes mod H_3PO_4
- Dosering af ammoniak for at hæve pH og som kvælstofkilde
- Dosering af kalisalte og mikronæringsstoffer.

Produktet, en NPK-slurry, blev derefter pumpet til granulering i en såkaldt spherodizer. Det var en roterende tromle, hvor produktet blev løftet op af skovle og dryssede ned over tromlens tværsnit i en varm luftstrøm fra et naturgasfyr. Slurryen blev forstøvet og tørret, hvorved gødningskorn blev opbygget lag på lag. Et efterfølgende sigteanlæg frasorterede korn i over- eller understørrelse, som blev knust og sendt retur til spherodizeren. Efter afkøling i en køletromle blev NPK-produktet sendt til lager.

Klassificering af gødningers farlige egenskaber

Alle AN-holdige gødninger kan ved ophedning dekomponere eksotermt og danne sundhedsskadelige gasser. Der er udviklet et system til at klassificere gødningskvalitetens farlighed. I type C-gødninger ophører dekomponeringen, når varmekilden fjernes. I type B-gødninger kan den eksoterme dekomponering være selvforstærkende og løbe løbsk, i engelsk terminologi karakteriseres reaktionen som en self-sustaining-decomposition (SSD). Hvis gødningen

Slut på dansk gødningsproduktion

A/S Dansk Svovlsyre- og Superphosfat-Fabrik (DSSF) blev stiftet 1892 i Kastrup. Omkring 1910 startede en produktion i Fredericia. I 1971 skiftede koncernen navn til Superfos a/s. I slutning af 1970'erne og starten af 1980 var Superfos flere gange i økonomiske vanskeligheder på grund af ekspansion og tabsgivende aktiviteter i udlandet. I 1970'erne var der problemer med rentabilitet af ammoniakproduktion i Brunsbüttel, Tyskland.

Efter en kometagtig karriere i Plumrose, Unilever, Steff-Houlberg og Forenede Sjællandske Andelsslagterier. blev Jørgen Trygved (1937-2006) topchef for hele Superfos-koncernen i 1981. Trygved var medievant og blev med sit smilende og ligefremme væsen af mange betragtet som arketypen på en succesrig moderne erhvervsmand.

Trygved satsede stort, rigtig stort, og opkøbte i 1984 den amerikanske gødningskoncern Royster. Samme år blev han kåret til årets erhvervsleder. Det amerikanske eventyr slog dog fejl. Superfos led tab i milliardklassen og i 1986 blev Trygved afskediget. Ifølge en nekrolog i Jyllands-Posten lod Trygved sig ikke slå ud af det, men konstaterede tørt, at der ikke var langt fra geni til idiot. Han havde efterfølgende en succesrig erhvervskarriere i New York.

I 1987-89 blev gødningsaktiviteterne i Superfos overtaget af det finskejede selskab Kemira. Grundet utilfredsstillende økonomi og overkapacitet i branchen nedlagde Kemira al produktion i Fredericia i 2004. Salpetersyrefabrikken blev demonteret og solgt til et australsk firma, og de andre anlæg blev revet ned. I 2007 afhændede Kemira alle gødningsaktiviteter til norske Yara.

Den gamle Kemiragrund er nu del af et større byfornyelsesprojekt - Kanalbyen i Fredericia.

kan bringes til detonation, er den af type A. Klassificeringen bestemmes eksperimentelt i et særligt apparatur.

I Fredericia blev der kun fremstillet såkaldt selvslukkende NPK-gødninger klassificeret som type C.

Ved dekomponering dannes en sværm af sundhedsskadelige gasser. Sammensætningen af gasserne afhænger af gødningskvaliteten og omstændighederne, men kan være (mol%): H_20 - 56%, N_2 - 20%, N_2O - 11%, $NO/NO_2/NH_3/HF$ - 7%, Cl_2/HCl - 6% [5].

Uheldet på Kemira 1996

Om aftenen fredag den 23. august 1996 blev der gjort klar til en rutinemæssig omstilling af NPK-produktionen fra at producere varenummer 540 til varenummer 530. Begge var typiske danske gødningskvaliteter, som over en årrække havde været produceret i store mængder.

Gødning 540 indeholdt Cu som sporstof. Som nævnt ovenfor, kan Cu under visse omstændigheder katalysere en dekomponering af AN. Kvalitet 540 skulle derfor være kloridfri for at kunne klassificeres som en type C-gødning. Da kali typisk brydes i saltminer som mineralet sylvin (KCl), blev der anvendt raffinerede kalisalte, typisk nitrat- eller sulfatsalte.

Gødning 530 var den mest almindelige NPK-gødningstype på det danske marked. Kaliråvaren var kaliumklorid. Grundet indholdet af klorid måtte gødning 530 ikke fremstilles, så den indeholdt Cu. Et indhold på op til 10 ppm Cu kunne accepteres, hvis en dekomponeringstest havde godtgjort, at gødningen var af type C med selvslukkende egenskaber.

Receptskiftet begyndte fredag den 23. august kl. 19:00. Faren for dekomponering var identificeret, og i henhold til driftsprocedurerne skulle der produceres mindst 150 t Cu-fattig vare, svarende til to-tre timers produktion, hvor der hverken måtte doseres kobber- eller kloridholdige råvarer. Proceduren blev overholdt, skiftet blev først foretaget kl. 23:00 efter fire timers produktion.

Salpetersyrlings anhydrid N_2O_3 er blå, ræveblå.
Kilde: Wikimedia Commons.

Kl. 04:30 var der begyndende driftsforstyrrelser i spherodizer #3. Først producerede den korn i overstørrelse, senere steg effektforbruget. Forstyrrelserne var inden for normalområdet, og operatørerne reagerede forskriftsmæssigt ved at reducere fødestrømmen.

Kl. 05:10 blev det observeret, at produktudgangen på spherodizer #3 var blokeret. Tilstopning var en velkendt driftsforstyrrelse. Det medfører, at gødningen tilbageholdes og udsættes for temperaturer noget højere end normalt og gødningen opholder sig længere end normalt i spherodizeren. Dette vil ikke medføre dekomponering i et fejlfrit produkt. Mandskabet begyndte at løsne blokeringen i spherodizeren ved at bearbejde den mekanisk.

Kl. 05:40 steg temperaturen i afgangsgassen pludseligt voldsomt. Der skete en kraftig udvikling af gasser fra spherodizerens udgang, som blev fjernet af udsugningsanlægget og sendt til en 125 m høj skorsten. Men kort efter steg temperaturen også i spherodizerens forende, og varme gasser strømmede ud i bygningen med stor kraft. Et dæksel på en kanal blæste ud, og de varme dekomponeringsgasser ramte kabelbakker under loftet. Kablerne smeltede, hvorefter transformerstationen slog ud grundet kortslutning. Mandskabet ville under normale omstændigheder kunne slukke en begyndende dekomponering med brandslanger, men den kraftige gasudvikling overrumplede dem fuldstændig, og de måtte omgående søge tilflugt i kontrolrummet, som havde særlig luftforsyning og blev holdt under overtryk. Herfra slog de alarm.

Kortslutningen medførte strømudfald til alle fire spherodizerlinjer. Designet var robust over for denne afvigelse. Udsugningsanlægget blev forsynet fra en anden transformerstation og ledte derfor fortsat gasserne fra afgangssiden til skorsten. Men gasser fra spherodizerens forende fyldte bygningen. Gasudviklingen fra bagenden har formentlig også været større end ventilationsanlæggets kapacitet.

Fabrikkens katastrofealarm blev aktiveret kl. 05:43 og byens sirener noget senere. Selvom størstedelen af NO_X-gasserne blev ledt til skorsten, trængte der gasser ud ad bygningsåbninger, som fyldte de tilstødende gader med gulbrune gasser. Vinden kom fra syd-sydøst, og gasserne drev derfor ind over Fredericia by. Skorstensrøgen var kraftigt rød.

Kl. 05:47 ankom brandvæsenet. De reddede operatørerne ud af kontrolrummet og startede bekæmpelsen af dekomponeringen ved at tilføre store mængder vand til spherodizeren. Kl. 06:15 var dekomponeringen i spherodizeren stabiliseret. Lidt efter kl. 8 var situationen under fuld kontrol, og byens alarm blev afblæst.

Der er ikke oplysninger om tilskadekomne. De tre indespærrede operatører blev sendt på skadestuen for observation, men blev udskrevet igen samme aften.

Undersøgelse

En fotograf var hurtigt på pletten og tog det temmelig enestående foto af de gulbrune gasser i gaderne nær Kemira, hvor de lokale står og kigger forundret i stedet for at følge de retningslinjer, som alle naturligvis kender - at man straks skal gå indenfor og lukke døre og vinduer.

Der havde længe været en debat i byen om det hensigtsmæssige i at have risikovirksomheder nær bykernen, og uheldet gav naturligvis debatten fornyet næring. Vejle Amt, Arbejdstilsynet og brandmyndighederne samarbejdede om en undersøgelse [6], som var grundlag for en offentlig høring på Fredericia Teater allerede den 5. september 1996 (denne artikels primærkilde). I 1990'erne var Arbejdstilsynet tydeligvis ikke juridisk forhindret i at deltage i den tekniske opklaring af ulykker for at forhindre gentagelser [7], så denne Loyal to Formalia forringelse af forvaltningen af Arbejdsmiljøloven er sket senere. Spørgsmålet om byplanlægning og risikovirksomheder landede også på miljøminister Svend Aukens bord, som blev kaldt i samråd i Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg.

Opklaringen konstaterede, at den producerede gødning havde et forhøjet Cu-indhold på 50 ppm. Laboratorietests bekræftede, at gødningen havde type B-egenskaber.

Tilsyneladende kunne kilden til Cu-forureningen ikke bestemmes med sikkerhed. Ved receptskiftet blev der skiftet til en råfosfat med et højere Cu-indhold "end normalt". Store forekomster af råfosfat brydes i Nordafrika, særligt i Vestsahara (Marokko), hvor fosfatforekomsten kan indeholde Cu. En anden stor fosfatforekomst er på Kola-halvøen og omegn (blandt andet Finland), hvor mineralet hovedsageligt er apatit $Ca_5(PO_4)_3X$, (X=Cl/F/OH)[1], og hvor indholdet af Cu er mere beskedent. Et skift fra Kola råfosfat til nordafrikansk råfosfat ville dog ikke alene kunne forklare de målte Cu-værdier.

Kobber fra den tidligere recept kunne være blevet tilbageholdt i begroninger i udstyret, og anlægget stod faktisk umiddelbart foran et regelmæssigt rensestop. Forklaringen var dog ikke helt tilfredsstillende, idet den forudsatte, at kobber skulle kunne opkoncentreres i begroningerne - og en sådan mekanisme var ikke umiddelbart kendt i branchen. Andre årsager til mulig forurening med kobberholdigt materiale kunne ikke findes.

Der blev foretaget en række ændringer på anlægget for at forhindre gentagelse, blandt andet hyppigere rensestop før og efter produktion af gødning indeholdende Cu. Der blev også monteret fast nødvandsforsyning til alle spherodizere således, at en eventuel dekomponering kunne slukkes fra sikkert område.

En rigtig Tycho Brahe-dag

Faren for dekomponering var kendt. Scenariet med kobberforurening var identificeret og beskrevet i Kemiras sikkerhedsrapport, og sikkerhedsforanstaltningerne var vurderet at være fuldt tilstrækkelige og forsvarlige. Receptskiftet var ren rutine, og der var ingen driftshistorik, der indikerede problemer. Der lader derfor til at være tale om et sjældent sammenfald af mange uheldige omstændigheder, der hver for sig ikke ville kunne medføre dekomponering. Den slags sammenfald er svære at håndtere.

Hvis driftsforstyrrelsen var sket nogle timer senere, ville Cu-indholdet måske være blevet reduceret til et uproblematisk niveau. Hvis temperaturføleren på naturgasfyret ikke havde haft en fejlvisning på 10-20°C ville temperaturen i spherodizerens forende måske ikke have været høj nok til at initiere en dekomponering. Tilsvarende hvis automatikken havde koblet naturgasfyret ud et minut eller to tidligere. Hvis operatørerne havde kunnet løsne proppen lidt hurtigere, ville dekomponeringen måske ikke have haft tid nok til at udvikle sig. Og sådan kan man fortsætte.

Byens alarm blev afblæst lidt over klokken otte, hvorefter politi og brandvæsen så småt lagde an til at forlade området. Over Ritzau indkaldte Kemira til pressekonference klokken 10:00, hvor også politi, Arbejdstilsyn, brandvæsen og Vejle Amt deltog. Formålet var naturligvis at få ro på situationen og forklare offentligheden, at alt nu var under kontrol.

Men kun få minutter inde i pressekonferencen blev der konstateret en ny dekomponering i anlægget med udslip af nitrøse gasser til omgivelserne, og vagthavende fabriksingeniør måtte haste ud ad døren.

Det er svært at forestille sig, at timingen kunne være dårligere. Havde pressen haft vore dages mobiltelefoner med kamerafunktion ville videoklippet sikkert være gået viralt og være pligtpensum på kommunikationsuddannelserne.

Dekomponeringen viste sig senere at være i spherodizer #4. Den havde været vanskelig tilgængelig på grund af branden, og som følge af misforståelser havde brandvæsenet ikke sat vand på den, kun på de andre. En lille rede af dekomponerende materiale havde ligget og ulmet i fire timer for pludselig at blusse op.

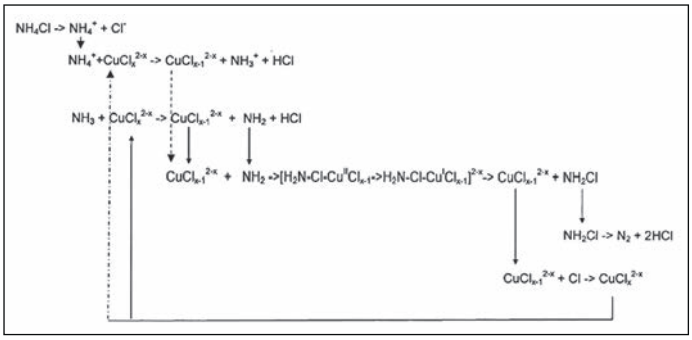
Da udsugningen stadig kørte, blev gasserne ledt til skorsten, hvor afkastet var kraftigt rødfarvet. På det tidspunkt var det begyndt at regne, og regnen slog gasserne noget ned, men dog ikke så meget at en ny alarmering over byens sirener blev skønnet nødvendig.

Hvor galt var det egentlig?

I et skriftligt svar holdt i rolig og afmålt tone til amtsborgmester Otto Herskind Jørgensen oplyste Kemira, at de største koncentrationer naturligvis må have været på fabrikken, men at ingen ansatte havde lidt skade - derfor havde uheldet næppe betydet fare for personer i fabrikkens omgivelser. Endvidere var vurderingen, at koncentrationen uden for fabrikken var mindre "end ved udslippet i 1990".

Indsatsleder Bjarne Fuglsangs beskrivelse [8] af uheldet er noget mere kontant. Det er den værste brand, han kan huske. Ved brandvæsenets ankomst var NPK-fabrikken fuldstændig indhyllet i gul kvalmende røg. Der var meget varmt på de øverste etager, og sigtbarheden var i starten ikke over 20 cm. Der var problemer med at få kontakt til politiet, og da kun politiet kan iværksætte sirenevarsel, skete dette sent. Beredskabsmeddelelser over Danmarks Radio fungerede ikke.

Beredskabschef Kaj Petersen tilføjer, at da sirener endelig blev startet, hylede de i hele kommunen, både Taulov, Bredstrup og Herslev blev alarmeret uden at vide hvorfor. Dengang som nu er situationen, at politiet ikke har tilstrækkelige ressourcer, og de foregiver desværre at kunne løfte opgaver, de i virkeligheden ikke magter, mener han [9].



I den Cu-katalyserede dekomponering af ammoniumnitrat indgår NH_2-radikalet og et amin-klor-Cu-kompleks, som ved dekomponering (bl.a.) danner klor. Kilde [5] (med tilladelse).

[1] Som sidebemærkning er hydroxylvarianten af apatit en væsentlig bestanddel i knogler og tandemalje. Ved fluorskylning hos tandlægen kan hydroxylgruppen substitueres med fluorid, hvorved mineralet bliver mere modstandsdygtigt for syreangreb.

Vel var uheldet et sammentræf af mange uheldige omstændigheder. Men tro aldrig på Murphys lov, at alt som kan gå galt, også går galt, på det dårligt tænkelige tidspunkt og så videre. Det er en skrøne. Som det er med næsten alle ulykker, kunne det sagtens være gået meget værre.

Dekomponeringen skete en tidlig lørdag morgen, hvor bemandingen på fabrikken var minimal. Ved en tilsvarende løbsk dekomponering af 15 tons gødning i en spherodizer på et anlæg i Østrig i 1966 reducerede den pludselige gasudvikling sigtbarheden i bygningen så kraftigt, at det besværede flugt. I bygningen omkom syv personer og 22 blev forgiftede [5].

Det er nok også svært at hævde, at det har været helt uden fare at opholde sig i området nær fabrikken. Men der er som sagt ingen oplysninger om tilskadekomne, eller at skadestuen havde andre end de tre operatører inde til observation. Måske har gunstige omstændigheder spillet ind her også.

Hvis uheldet ex-post søges modelleret, vil konsekvensberegninger helt sikkert vise betydelige afstande til sædvanligt anvendte koncentrationsgrænser (AEGL, ERPH, TEEL, IDLH, osv.). Men dels er disse grænser sat forsigtigt, eller rettere: de beskriver typisk et beskyttelsesniveau, altså for fravær af skade, ikke et niveau for skadevirkning, og de anvendte sikkerhedsmarginer er sjældent angivet. Dels vælges inputparametre til beregningerne ofte forsigtigt grundet en fundamental usikkerhed om deres værdi. Eksempelvis kendes gassernes sammensætning ikke præcist, heller ikke dekomponeringshastigheden, som i øvrigt ikke har været konstant over tid. Mængderne af gas frigivet inde i bygningen henholdsvis afledt til skorsten må også baseres på grove skøn, ligeledes gassens temperatur samt hvordan og i hvilke højder gassen strømmede fra bygningen ud i gaderne. Der er mange andre parametre, som også må skønnes. Disse usikkerheder er naturligvis endnu større ved ex-ante modellering, altså før et uheld er sket.

Epilog

Artiklen er skrevet som frivilligt arbejde. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre. Jeg har fået oplyst, at Dansk Kemi kort tid efter uheldet bragte en beskrivelse, men den har grundet coronakrisen ikke kunnet lokaliseres.

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

E-mail:
Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.com

Referencer
1. F.H. Hedlund, Carlsbergulykken, Dansk Kemi. 100 (2019) 18-22.
2. NIOSH, NIOSH criteria for a recommended standard for occupational exposure to oxides of nitrogen, 1976.
3. B.M. Nufer, A Summary of NASA and USAF Hypergolic Propellant Related Spills and Fires, 2010.
4. K. Noren et al., Evolution, ecology and conservation-revisiting three decades of Arctic fox population genetic research, Polar Res. 36 (2017).
5. H. Kiiski, Properties of Ammonium Nitrate based fertilisers (PhD diss.), University of Helsinki, 2009.
6. VA, Undersøgelsesrapport over uheldet på Kemira den 24. august 1996 (J.nr. 8-76-3-607-96), Vejle Amt, 1996.
7. F.H. Hedlund, Opklaringen af alvorlige ulykker er i krise, Dansk Kemi. 101 (2020) 22-26
8. B. Fuglsang, Fredericia by indhyllet i giftige nitrøse gasser, Brandværn. (1996) 34-35
9. A.D. Andreassen, Kaj Petersen: "Fredericia Brandvæsen var en fantastisk og interessant opgave," Fredericiaavisen. (2017)

NIRS DS2500 Liquid Analyzer

Metrohm præsenterer NIRS DS2500 Liquid Analyzer - nær-infrarødt spektrometer til hurtig, enkel og robust rutineanalyse af væskeprøver.

Ingen prøveforberedelse nødvendig. Resultater for flere parametre på 30 sekunder. Disse er hovedfordelene ved nær-infrarød spektroskopi til rutineanalyse.

Pålidelige resultater ned i lave ppm-niveauer

NIRS DS2500 tilbyder overlegen analyse-følsomhed ned i lave ppm-niveauer. Den dækker både det infrarøde og synlige område, hvormed den - modsat FT-systemer - også kan detektere farveændringer af prøven, for eksempel forårsaget af ældning.

Robust design til anvendelse i produktionsmiljøer

DS2500 med sit IP65-certificerede kabinet og kun et roterende optisk element er en højst robust løsning, som yder excellent beskyttelse mod omgivende støj og vibration. Det roterende høj-præcisions grating anvendt til dispersion af lyset garanterer hurtig dataopsamling, således at resultater opnås inden for 30 sekunder.

Med DS2500 Liquid Analyzer kan brugerne vælge fra et udvalg af kuvetter, flowceller og engangs-vials, hvilket muliggør den bedste tilpasning til prøven. Intelligente prøveholdere kombineret med SOPs hjælper til at undgå fejl i rutineanalyse, som kunne forårsages af at anvende forkert prøveholder ved en fejltagelse.

Yderligere information:
Metrohm Nordic ApS
Tlf. 70 20 05 61

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

Salg af pipetter og laboratorie varer.

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

Verdensmål nr. 7:

Bæredygtig energi

7 BÆREDYGTIG ENERGI

Energi, baseret på fossilt brændsel, bidrager med ca. 60 procent af den samlede udledning af drivhusgasser. 3 milliarder mennesker er afhængige af træ, kul, trækul og animalsk affald til både madlavning og opvarmning, og 4,3 millioner mennesker, primært kvinder og børn, dør årligt som følge af indendørs luftforurening. Målet for 2030 er, at såvel andelen af vedværende energi som energieffektiviteten skal væsentligt øges, samt at alle skal have adgang til elektricitet til en acceptabel pris. I dag mangler ca. 15 procent adgang til elektricitet.

Udvikling af nye bæredygtige teknologier, vedvarende energikilder, som for eksempel bioenergi, energilagring og -genvinding og alternative energikilder er alle helt afhængige af kemiske discipliner. Samtidig er det fortsat stigende brug af fossile brændsler, i bred forstand, en væsentlig kilde til det konstant stigende CO_2-niveau i atmosfæren – et yderligere område, hvor kemisk ekspertise er en nødvendig medspiller.

Alt sammen noget, der kun kan opnås gennem et udbredt internationalt samarbejde, der, udover at fokusere på energispareforanstaltninger, også kræver betydelige investeringer ikke mindst til forskning og udvikling i for eksempel vedvarende energi, mere effektive, økonomisk acceptable og pålidelige energiløsninger og miljøvenligere transportformer.

Som eksempel kan nævnes det spanske Iberdrolas "Electricity for all"-projekt, der har målet, at yderligere 4 millioner mennesker i 2020 skal have adgang til elektricitet gennem projektet. I 2015 havde projektet allerede sikret elektricitet til 1,4 millioner.

Også det internationale metrologiske institut BIPM bidrager også til Mål 7, for eksempel i forbindelse med fastlæggelse af kalorieindholdet i naturgas og bioaffald, sikring af stabiliteten af transmissionsnetværk for eksempel for solpaneler og vindturbiner, karakterisering af fysisk-kemiske egenskaber af biobrændsel, fair målinger af elektricitet, gas og bilbrændsel, vurdering af og øgning af virkningsgraden for brændselsceller.

Lars Carlsen,
lc@awarenesscenter.dk

For detaljer om verdensmål 7, se:
https://sustainabledevelopment.un.org/sdg7

Relaterede verdensmål:

- Mål 3: Sundhed og trivsel
- Mål 4: Kvalitetsuddannelse
- Mål 8: Anstændige jobs og økonomisk vækst
- Mål 9: Industri, innovation og infrastruktur
- Mål 11: Bæredygtige byer og lokalsamfund
- Mål 12: Ansvarligt forbrug og produktion
- Mål 13: Klimaindsats
- Mål 17: Partnerskaber for handling

Tilsmagning med syre

Af Jens Folke, lean6sigma.eu

Syresmagen er tæt forbundet med saltsmagen. Begge typer smagsløg reagerer på uorganiske forbindelser; saltsmagsløget på kationer, specielt Na^+, og syresmagsløget på H_3O^+-koncentrationen, men generelt på Lewis-syre (≡ elektronpar-acceptorer) (pH = -log [H^+]). Syresmagen er ubehagelig ved lave pH (=1-3) selvfølgelig for at beskytte os mod vævsskader fra umoden frugt etc., men den er jo ganske behagelig, når retten er tilsmagt og balanceret (pH = 3-7). Stimulationen af syresmagsløget får os til at generere spyt, som indeholder $NaHCO_3$, der virker som en buffer, der neutraliserer syre-påvirkningen.

Pudsigt er det, at eddikesyre smager mere surt end saltsyre ved samme pH. Anionen spiller altså en rolle for receptoren i smagsløget. Det skyldes, at den udissocierede form af eddikesyre (en svag syre) lettere trænger gennem den lipofile cellemembran end en chlorid-ion i selskab med hydronium-ionen (H_3O^+). Simple syrer som eddikesyrer (fra fermentering af alkohol) og propionsyre (fra ost, for eksempel Emmentaler) smager surt, mens længere kæder af frie fedtsyrer giver andre smagsoplevelser, for eksempel smørsyre (butansyre (smørsmag i syrnet smør; findes også i hvid peber)), valerian-/iso-valeriansyre (pentan- og iso-pentan-syre (sure tæer, men også i spormængde i hvid peber)), mens endnu længere CH_2-kæder (> ≈ C_{12}) giver oleogustus smag [DK 2016 1/2].

Oxalsyre findes i rabarber og skovsyre (og er giftigt), mens ravsyre, fumarsyre m.fl. indgår i citronsyrecyklussen og derfor findes i mange planter (navnet fumarsyre kommer fra planteslægten jordrøg (Fumaria)). I stedet for eddiker kan man få

mere komplekse syretilsmagninger fra vinsyre (for eksempel hvidvin i en sauce, hvor alkoholen er kogt væk), citronsyre (for eksempel citrusfrugter brugt i marinader), æblesyrer (for eksempel cider) m.fl. Her er syre- og sukker-samspillet også vigtigt. Man kan mindske sukkerindholdet i tilsmagningen og stadig bevare en vis syrlighed ved at bruge de gærede produkter i form af vin, cider m.m. I marinader har alkohol en særskilt nedbrydende indvirkning på proteiner.

Ceviche

Ingredienser (4 pers.):

400 g optøet sushi-kvalitet torskenakke

50 g marinade fra:
- 80 g grofthakket, ureelt fiskekød fra samme dyr
- 30 g citronsaft
- 30 g limejuice (/grapejuice)
- 20 g skalotteløg skåret tyndt på mandolin
- 13 g sukker
- 10,5 g havsalt

16 g skalotteløg (rødløg), skåret julienne

12 g jomfru-olivenolie

10 g korianderfrø

10 g blommetomat, blancheret, flået og skåret i tern uden kerner

4 g citron-chili (jalapeño)

2,5 g basilikum-blade

1,5 g citronmelisse (mynteblade)

Revet citronskal efter smag

Salt og peber

Fremgangsmåde:

1. Bland marinaden med fiskekødet og sæt i køleskab i 1 time
2. Hæld marinaden gennem en fin sigte; mindst 50 ml skal opsamles
3. Bland med de øvrige planteingredienser til en samlet marinade
4. Skær sushi-fiskefileten i tern på 2 x 5 cm
5. Lad sushi-fisken marinere i 2-5 min. efter smag
6. Anret med fisken i bunden og grøntsagerne henover

Den biofysiske udredning af det sure smagsløg er langt fra kortlagt, men selve opbygningen af smagsløget minder som sagt meget om det salte smagsløg, og den smagsmæssige interaktion med det salte og sure er velkendt. Jeg skal ikke her forsøge at redegøre for detaljerne i den forskningsmæssige udredning, som foregår lige nu, men henvise til Wiki og referencer herfra - det er ret komplekst, og skal jeg være ærlig, kan jeg ikke selv helt følge med i alle detaljer ☺.

For derfor at skifte emne inden for pH-begrebet, som jeg mener, jeg forstår ret godt qua min uddannelse, kan jeg konstatere, at der i visse kredse florerer en noget tvivlsom kostteori om syre-base-balancer. Urin har en pH-variation inden for normalområdet fra 4,5-7,8. Vegetarisk kost giver højere pH-værdier i urinen end en proteinholdig kost - det er sandt. Teorien om syre-base-balancer er, at fødeemner, der sænker pH-værdien i din urin, også sænker pH-værdien i dit blod, og at lave blod-pH-værdier er årsag til sygdom og overvægt.

Man kan dog ikke forudsige pH i blodet ud fra pH-målinger i urinen og således regulere pH i blodet gennem kosten. Blodet har et meget robust HCO_3^--buffer-system, der holder pH mellem 7,35-7,45 - der bobler altså ikke frit CO_2 rundt i blodet, blot fordi vi har spist en bøf. Organsvigt i forbindelse med dødsprocesser kan selvfølgelig ændre pH, men det har ikke noget at gøre med syre-base-balancer i kosten.

Postulatet fra syre-base-kostteoriens tilhængere er, at høje urin-pH-målinger bekæmper kræft og knogleskørhed, og kurerer flere andre livstilssygdomme.

Kostkonklusionerne fra teorien er sådan set korreleret med den videnskabelige sagkundskab - spis mere grønt, undgå for meget rødt kød og pas på med for meget sukkerholdig juice og alkoholiske drikke; altså flere komplekse carbohydrater og mindre myoglobin-holdigt protein i kosten.

Det er selvfølgelig en god idé at mindske proteinindtaget, hvis man har urinsyregigt, men der er ikke en korrelation mellem pH i blodet og pH i urinen. I øvrigt viser nyere forskning, at man kan spore kostindtag og kroppens øjeblikkelige metaboliske tilstand gennem analyse af metabolitter i urinen. Det påstås endog, at man kan korrelere resultaterne til folks indtægtsniveau. Rige mennesker spiser fuldkorn, grøntsager og mørk chokolade, mens fattige spiser proteinfattigt, salt, og med mange tilsætningsstoffer. Dette kan verificeres gennem analyser af urinen [1].

Hvor kæden for alvor hopper af, er, når nogle mennesker tager syre-base-teorien så vidt, at de spiser natron og andre uorganiske baser for at komme kræft, inflammationer, virus- og svampeinfektioner til livs [2]. Yoghurt naturel er for eksempel også bandlyst som et syre-givende fødeemne i denne teori.

Yoghurt har en lang række positive egenskaber som en vigtig kilde til calcium, til mange vitaminer og ikke mindst til sunde mælkesyrebakterier. (Det gælder dog ikke frugtyoghurter tilsat store sukkermængder, der mere har karakter af morgenslik). Tarmbiomets sammensætning og natur har stor sundhedsmæssig betydning, og her har indtagelse af yoghurt naturel og fermenterede grøntsager en positiv indvirkning på mikrobiomets stabilitet.

Nyere forskning, for eksempel [3-5], tyder på, at en lang række af vores komplicerede sygdomme såsom Alzheimer, Parkinson, nogle Schlerose-typer m.fl. kan have noget at gøre med en utæt tyktarm, der lader toksiner (amyloide plaque), lavet af et uhensigtsmæssigt mikrobiom, passere over i blodet og via mavens nervesystem videre til centralnervesystemet og hjernen. Hvis vores kost er så letfordøjelig, at det meste er optaget i tyndtarmen (for eksempel pizza eller burger med pommes frittes og cola), er der ikke meget ernæring tilbage i tyktarmen til bakterierne der. De sulter, og de proteinspisende

bakterier begynder derfor at fordøje tarm-slimhinden hurtigere, end den kan gendannes.

Maden passerer langsommere gennem tyktarmen, når der ikke er føderester tilbage i tilstrækkelig mængde til biomet, hvilket giver træg mave og øger risikoen for utæt tarm og tyktarmskræft. Kost- og livsstilsrådene fra mine artikler i DK 2018 (4) og DK 2019(1) gælder således stadig, blandt andet om fermenterede og farvede fødevarer, n-3 fedtsyrer og fiberrig kost.

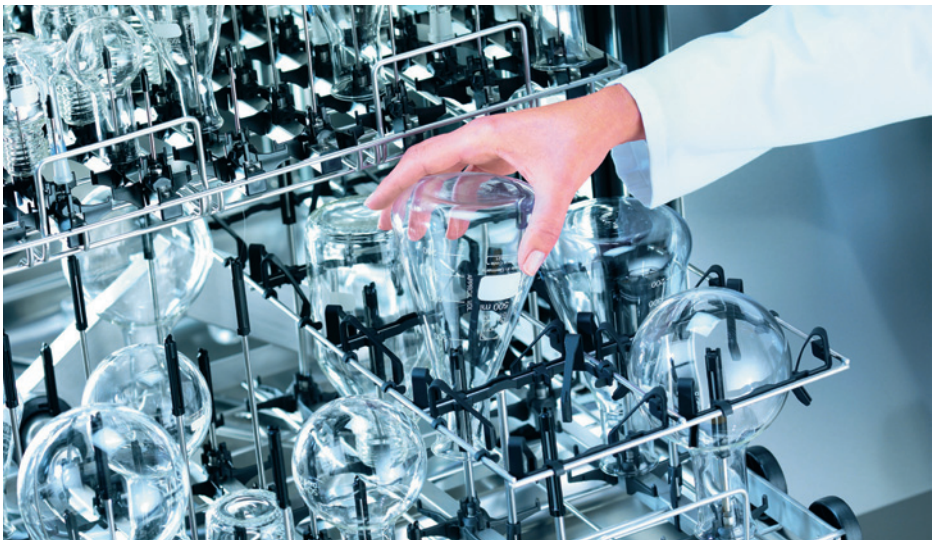
Fermentering fremmer væksten af bakterier, der sænker pH ved at udskille forskellige organiske syrer. Samspillet med salt er vigtigt, da salt + syre hæmmer væksten af protein-nedbrydende bakterier, der ofte er sygdomsfremkaldende. Lidt salt (≈ 1,5%) + grøntsager giver basis for en mælkesyre-fermentering, mens mere salt og eddike giver basis for en steril pickles (for eksempel æbleeddike:vand:salt = 25:10:1). Lagen kan krydres med hvidløg, peberkorn, sennepsfrø eller evt. chili og kan bruges til blomkål, gulerødder, agurk (medregn vandindholdet i agurken) m.m. Jeg har skrevet mere om fermentering i DK 2016 (6), DK 2018 (6) og DK 2019 (1). De fermenterede produkter kan bruges som syre i tilsmagningen, se for eksempel opskriften på julekål med brug af fermenteret rødkål i DK 2015 (12).

Syrer bruges også i marinader; yoghurt således til den indiske Tandoori Chicken eller Butter Chicken (DK 2016(6)), eller citrusfrugter til den sydamerikanske ceviche-tilberedning, idet proteiner denaturer med stigende hastighed fra pH 4,8 og nedefter. Tomatjuice og yoghurt har pH ≈ 4-4.6, æble-, grape-, lime- og appelsinjuice pH ≈ 3.3-4.2 og lemonjuice ≈ 2.

Opskriften er lavet med inspiration fra Modernist Cuisine på ceviche lavet med sushi-kvalitet fisk, for eksempel torskenakke, hellefisk eller havkat.

Kilder
1. https://www.kemifokus.dk/oekonomisk-status-kan-ses-i-urinen/
2. https://www.cancer.dk/hjaelp-viden/det-kan-du-selv-goere/alternativ-behandling/kosttilskud/natron/
3. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6326209/
4. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6163724/
5. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6693556/

Errata: I DK 2020(3) "Tilsmagning med salt" omtales de søde smagsløg som uorganiske; de er naturligvis organiske.



Laboratorieopvask på 1. klasse

På LabDays præsenterer Miele Professional et udvalg af deres sidste nye maskiner til rengøring og desinfektion af laboratorieglas. Det drejer sig blandt andet om deres nye SlimLine-modeller, hvor man kan pakke laboratorieglas i tre lag på fire niveauer. Det er en kompakt maskine med en stor kapacitet.

- Ud over SlimLine-modellerne, ser vi frem til at demonstrere EasyLoad - vores nye innovative indsatssystem, der gør det både hurtigere og lettere at fylde maskinen med opvask i vores underbordsmodeller, fortæller salgschef Omar Vendelbo fra Miele og fortsætter:
- Udover en hurtigere fyldning af maskinen gør EasyLoad-systemet også, at man ikke skal være så varsom, når man placerer glassene i maskinen. Indsatsen tager nærmest imod glassene og beskytter dem. Systemet kan skræddersyes, så det passer til det enkelte laboratories behov og typer af glasvarer.

De forskellige indsatser kan fås som ekstraudstyr og passer sammen med de eksisterende Miele underbordsmodeller PG 8583/93. Derfor kan man fortsat bruge sin ældre Miele rengørings- og desinfektionsmaskine og opdatere den med ekstraudstyr fra EasyLoad-systemet, der både sparer tid og gør hverdagen nemmere for laboratoriepersonalet.

Robuste og driftssikre maskiner

Alle virksomhedens rengørings- og desinfektionsmaskiner er gennemtestede og kan køre mange gange om dagen - år ud og år ind.

Men - også en Miele kan gå i stykker. Og her er der hurtigt hjælp at hente. Virksomheden har deres egne teknikere placeret overalt i landet, og de kan hurtigt komme frem og få gang i maskinen igen. I over 90 procent af tilfældene er maskinen i drift igen efter første besøg. Det giver en høj oppetid og stor brugertilfredshed i dagligdagen.

Alle besøgende er velkomne på Mieles stand. Her kan de smage på lakrids fra Bülow og få en snak om, hvordan deres laboratorie kan få en 1. klasses opvask, der kører upåklageligt dag efter dag.

Miele Professional
Stand 24

FT-Analysis becomes more Productive, Precise and Intuitive

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

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