

Dansk Kemi

Nummer 3 - April 2018 / 99. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

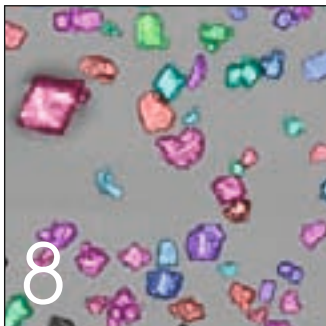
Desinfektion:
Hospitaller kontra
mejeriindustrien

Svovlsyres
fortyndingsvarme

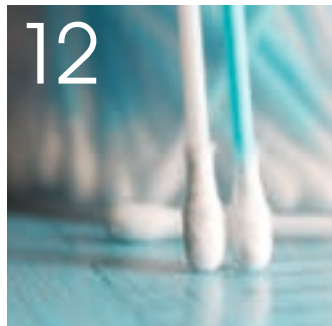
Lækre
isdesserter

Se
verden
i realtid

INDHOLD



8



12



16



22

1 Forside:

Læs om isdesserter på side 26. Foto: Pixabay.com

7 Røggas kan sikre træpiller

Kommentar til artiklen "Kuldioxid er uegnet til kvælning af glødebrænde" fra Dansk Kemi, nr. 1, side 16. I artiklen beskrives en del brænde i træpilleoplæg, og hvordan statistisk el fra CO₂ kan være tændkilde. Der er dog undtagelser fra dette.

8 Se verden i realtid

Iværksættelsesvirksomheden ParticleTech arbejder på at skabe et måleinstrument baseret på billedteknologi, der i realtid kan støtte industrien til at forbedre deres procesoptimering. Dermed åbner der sig en anderledes fremtid for fødevarer-, medicinal- og biotekindustrien: Billedanalyse til procesmonitorering.

12 Desinfektion: Sygehus versus fødevarerindustri

Et tværvideenskabeligt projekt om risikofaktorer og resistensproblematik ved brugen af biocider er afsluttet. Med udgangspunkt i projektets resultater sammenlignes desinfektion på hospitaler med mejeriindustrien som eksempel på fødevareraktivitet.

16 Svovlsyres fortyndingsvarme

Det er god latin, at syrer fortyndes ved at hælde syren i vand, aldrig omvendt. Men selvom svovlsyre anvendes i enorme mængder, er det overraskende vanskeligt at finde data for fortyndingsvarmen. Det rådes der bod på med denne artikel.

21 Boganmeldelse: More Molecules of Murder

Lær mere om, hvordan man i tusinder af år har brugt gift for at komme af med sine fjender.

22 Coniin, skarntyde og Sokrates død

Det tog 60 år at udlede coniins struktur. Her beskrives, hvordan det i 1885 endelig lykkedes. Skarntydes giftighed skyldes bl.a. coniin, og den har i historien været årsag til flere dødsfald. Heraf kendes Sokrates død nok bedst.

26 Isdesserter

På sin færd med at afdække temperaturens betydning for gastronomien er køkkenkemisten nået til det kolde køkken.

30 Foreninger

Læs det sidste nye fra Kemisk Forening og IDA Kemi.

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, dr. phil. Carl Th. Pedersen
Lektor, ph.d. Peter Szabo
(Kemiingeniørgruppen)
Professor, forskningschef Lars Wiebe
Lektor, civilingeniør, ph.d.
Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foersom
(Næstformand, Kemilærerforeningen)
Konsulent Nikolai Stubkjær Nilsen
Procesindustrien
Seniorforsker, ph.d.
Peter Have Rasmussen
Gruppenleder, EHS, FMC site Rønland
Inge Margrethe Jensen
Fagkonsulent Mette Malmqvist

Bladsekretær/

Leverandørregister:

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

Annoncer:

Johnny Elmeskov
Tlf. 43 24 26 65
je@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 vegetabiliske
miljøfarver.

Abonnement:

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

Oplag: 4.196
Online læsere: 1.075

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 2018 her!
Hent QR Scanner,
hvor du normalt henter apps.

Double Beam UV-Vis/NIR

“One-Drop” & Integrating Spheres accessories

Absolute Reflectance accessory

IQ Accessory recognition

V-780 – Unique High Sensitivity NIR

Simultaneous Dual Wavelength Measurement



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



Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov

Telefon 8621 2866
E-mail: sales@biolab.dk





Peter Have Rasmussen.



Terje Svingen.

” Ph.d.-uddannelsen bør fremover i langt højere grad tilpasses det enkelte forskningsprojekt, således at der bliver mere tid til det videnskabelige arbejde, end det er tilfældet i dag

Mere tid til forskning på den naturvidenskabelige ph.d.-uddannelse

Det er altid glædeligt at få penge til ansættelse af en ph.d.-kandidat over en treårig periode på et spændende forskningsprojekt. Nu har man muligheden for at komme fagligt ned i dybden inden for et nøje afgrænset emne. Ambitionerne er høje og den privilegerede kandidat går typisk til opgaven med iver med visionen om det store videnskabelige gennembrud. Nu skal der forskes og for en uerfaren forskerspire lyder tre år måske af meget med god tid til fordybelse. Men sandheden er anderledes, for det tager ofte lang tid at opbygge kompetencer og praktisk erfaring med f.eks. betjeningen af avanceret måleudstyr til at skabe de gode resultater. Derfor hører vi desværre jævnligt fra både ph.d.-kandidaterne og deres vejledere, at der er for lidt tid til den egentlige forskning. Men hvorfor er dette nu tilfældet? Er det kun forskerne, der brokker sig, eller kan det være noget med ”den danske model”, der gør, at tiden bare flyver afsted og efterlader mindre tid til f.eks. praktisk laboratoriearbejde?

I den danske ph.d.-uddannelse skal den studerende gennemføre en række obligatoriske kurser svarende til ca. seks måneders studietid (30 ECTS), deltage som instruktør i studenterundervisning (tre-seks måneders studieaktivitet) samt besøg på et udenlandsk forskningsinstitut med typisk varighed på tre-seks måneder. Ved første øjekast ser ph.d.-ordningen godt ud, hvor intentionen er, at der skal være en faglig sammenhæng mellem afhandling, formidlingsarbejde og kurser, hvor kandidaten oparbejder kompetencer samt tilegner sig international forskererfaring.

Inden optagelsen på forskeruddannelsen har den studerende gennemgået en kandidatuddannelse af typisk fem-seks års varighed med opnåelse af et højt karaktergennemsnit, som garanterer evnen til at tillære sig og formidle viden på et højt akademisk niveau. Det er derfor tvivlsomt, om ph.d.-kandidaten har behov for yderligere skolegang som lønnet forsker. Dertil kommer, at mange kandidater i løbet af uddannelsen faktisk allerede har været udstationeret ved et udenlandsk universitet i kortere eller længere perioder.

Det er klart, at kurser, som bidrager konstruktivt til forskningsprojektet, er relevante, men hvorfor skal de være obligatoriske, som det nu er tilfældet? Herved kan ph.d.-uddannelsen meget nemt blot gå hen at blive en udvidet form af kandidatuddannelsen. De forskerstuderendes gentagne fravær til kursusaktiviteter og undervisning betyder et stort afbræk i forskningsforløbet, hvor vigtige forsøg og undersøgelser til stadighed må afbrydes og udskydes. Fremdriften i projektet forsinkes og den studerendes fokus forskydes fra forskningsprocessen på grund af for mange udenomsaktiviteter. Det samme gælder udlandsopholdet, som kan være en rigtig god initiator til et øget internationalt samarbejde med andre laboratorier, men igen mener vi, at det ikke nødvendigvis skal påtvinges den ph.d.-studerende.

Man bør derfor overveje i højere grad at lade styringen af ph.d.-projekterne overgå til forskerne selv, som er direkte involveret i projektet. I andre lande som f.eks. Australien og USA er kravene til opnåelse af en ph.d.-grad meget forskellige fra de danske. Om den ene model er bedre end den anden er selvfølgelig til diskussion. Men man kunne her vælge at kombinere de bedste sider af forskellige ph.d.-ordninger til noget nyt og måske bedre med mere tid til det videnskabelige arbejde.

Peter Have Rasmussen, Seniorforsker, DTU Fødevareinstituttet
Terje Svingen, Seniorforsker, DTU Fødevareinstituttet

Bliv FOKUSpartner
på Dansk Kemi's
digitale medie

KEMIFOKUS

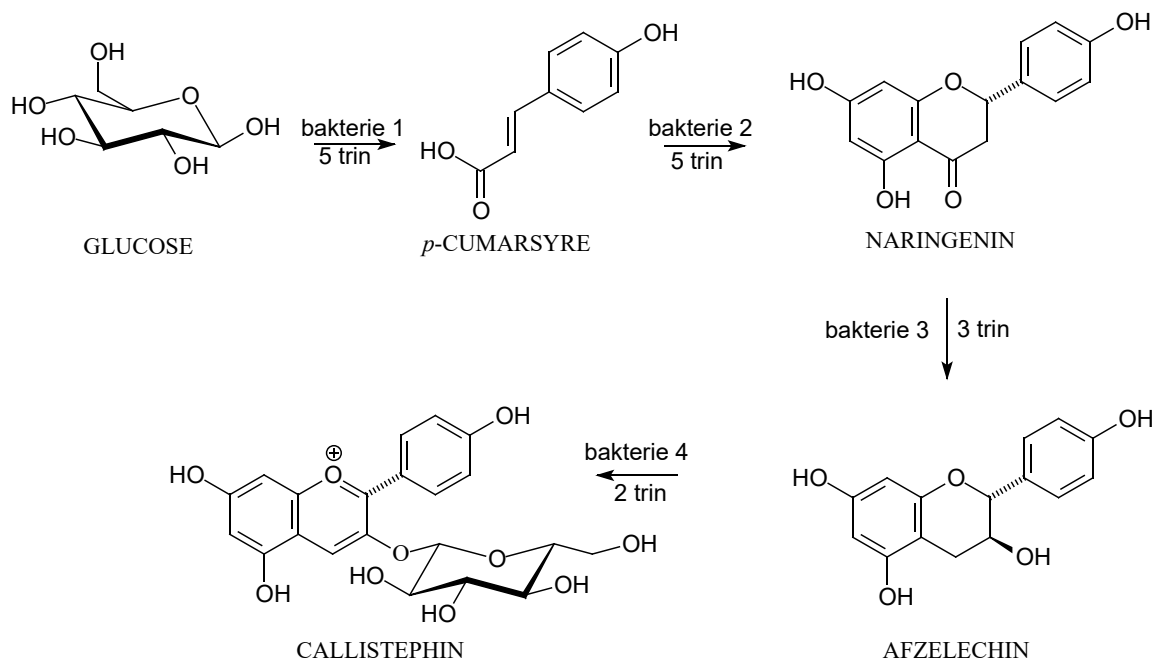
- Udgiv ubegrænset antal nyheder og pressemeddelelser...
- Få dit budskab på hjemmesiden og i nyhedsbrevet til branchen...
- inkl. firmanavn og logo!

Se mere på www.kemifokus.dk



Nyt om ...

... Naturlige fødevarerfarver



Der er i dag en vis skepsis overfor syntetiske farvestoffer som f.eks. azofarvestoffer i mad og kosmetik, hvorfor man er på jagt efter naturlige farvestoffer. De findes i form af anthocyaniner og carotenoider, som imidlertid er vanskelige og dyre at ekstrahere og ikke så stabile som de syntetiske og for anthocyaninernes vedkommende er farven pH-afhængig. I mangel af bedre bruger man dog disse. For at mindske prisen søger man imidlertid efter "naturlige" metoder til at syntetisere dem. Her er vist en "naturlig" syntese af callistephin, et rødt farvestof, der findes i granatæble og jordbær. Syntesen er gennemført ved hjælp af fire stammer af *Escherichia coli*, der genetisk er modificeret til at gennemføre 15 biosyntetiske trin.

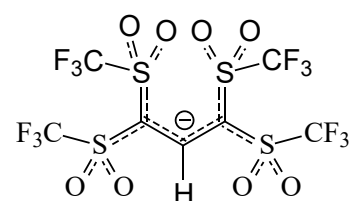
Carl Th.

Complete Biosynthesis of Anthocyanins Using *E. coli* Polycultures, *mBio* vol.8, no.3, 2017, e00621-17. DOI: 10.1128/mBio.00621-17.

Nyt om ...

... En ny supersyre

Stærke organiske syrer og deres anioner har stor betydning som ladningsbærere i brændselsceller, som stabilisatorer for reaktive intermediater og som katalysatorer i synteser. Udvikling af sådanne supersyrer kræver skabelsen af korresponderende anioner, hvor den negative ladning er stærkt delokaliseret for at reducere dens basicitet. Hertil indfører man stærkt elektrontiltrækkende grupper; blandt disse er trifluormethansulfonyl fra triflylgruppen ofte anvendt. Den her viste tetratriflylpropen er en højsymmetrisk anion, hvor den negative ladning kan delokaliseres over fire triflylgrupper, og som derved giver en ekstremt stærk korresponderende syre.



TETRATRIFLYLPROPEN ANION

1,1,3,3-tetrakis(trifluormethansulfonyl)prop-2-en-1-id

Carl Th.

1,1,3,3-Tetratriflylpropene (TTP): A Strong, Allylic C-H Acid for Brønsted and Lewis Acid Catalysis. *Angewandte Chemie International Edition* 2017, 56 side 1411. DOI:10.1002/anie.201609923.



Røggas kan sikre træpiller

I Dansk Kemi, februar 2018, beskrives en del brande i træpilleoplæg, og hvordan statisk el fra CO₂ kan være tændkilde.

Er oplaget imidlertid på et kraftværk eller andet sted med et større forbrændingsanlæg, vil det imidlertid være at gå over åen for at hente vand, at bruge alt andet end rensat røggas til inertering. Det gælder for så vidt også til brandslukning i siloer, men er dog rimelig irrelevant, idet der ikke kan opstå nogen brand, hvis siloen er ordentlig inertet.

For mange år siden var der også mange brande og eksplosioner på tankskibe, og i stor analogi til Franks artikel, startede en stor del af disse brande paradoksalt nok med vandspuling (vand danner også masser af statisk elektricitet). Da man lærte at forstå denne mekanisme, indførte man simpelthen konsekvent purge med røggas, specielt under tømning af tankene, således at iltindholdet på intet tidspunkt overskrider 7%. Er der tale om "ikke rene" produkter anvendes vasket røggas (fra motorerne) til den opgave, også selv om tankene rummer 200.000 m³. Denne praksis har simpelthen elimineret denne type af eksplosioner.

Røggas fra kraftværker har i grove træk samme sammensætning som den fra en belastet dieselmotor (ca. 15% CO₂, under 4% ilt og resten kvælstof).

På et kraftværk vil det oven i købet være muligt at fange noget røggas, der allerede er rensat. Og skulle nogen ønske en endnu bedre rensning og måske tørring, vil det være peanuts sammenlignet med omkostningerne til køb af rene inertieringsgasser.

Som til tankskibet vil inertieringssystemet skulle dimensioneres til at kunne tilføre en silo en purgemængde, der er større end det hurtigste udtag af piller. En tom silo vil således være fyldt med inert gas, der ved genfyldning med træpiller blot forsvinder ud i luften som hidtil.

Eneste forskel er naturligvis, at man ikke uden videre kan gå ind i en inert silo.

Analogt bør alle lukkede transportførselsveje også være inertede.

Ved mellemlagring af træpiller er det straks lidt vanskeligere, men med inert gas i en silo/beholder vil man i nogle tilfælde kunne lave "vapour balancing", således at den ved en omlastning fortrængte inertgas, via en slange/rør overføres til mellemlagertanken, der således i høj grad også bliver beskyttet.

Anker Jacobsen, civ. ing.,
Bjergbakkevej 45,
Glostrup

Stillesiddende arbejde?

SID DIG I FORM

PRØV
GRATIS
RING PÅ TELEFON
4494 5244



På en aktiv trænende kontorstol

Takket være deres unikke boldlignende bevægelser følger vores aktive stole dig og din krop mens du arbejder. Kroppens intuitive bevægelses behov får dig til at skifte arbejdsstilling uden du tænker over det. Det eliminerer stillesiddende arbejde, holder blodomløbet i gang og træner ryg, lænd & mavemuskler. God medicin mod ryg & lændesmerter.

Få en af vores aktive stole gratis på prøve i 14 dage. Så kan du selv mærke effekten på din egen krop. Se mere på swopper.dk

swopper®
SID DIG I FORM



muvman

Aktiv sidde & stå stol til
fx produktion & laboratorie



swopper

Aktiv ergonomisk
kontor & arbejdsstol



3Dee

Aktiv ergonomisk
kontorstol m. ryglæn

Se verden i realtid

Iværksættervirksomheden ParticleTech arbejder på at skabe et måleinstrument baseret på billedteknologi, der i realtid kan støtte industrien til at forbedre deres procesoptimering. Dermed åbner der sig en anderledes fremtid for fødevarer-, medicinal- og biotekindustrien: Billedanalyse til procesmonitorering.

Af Evangelia Koumaditi¹,
Camilla Nørskov Laursen¹,
Nasrin Arjomand Kermani⁵,
Martin Gottlieb Bech³, Trine
Aabo Andersen¹, Jesper Bryde-
Jacobsen², Krist V. Gernaey⁴ og
Seyed Soheil Mansouri⁴

¹ ParticleTech

² BIOPRO

³ Creator Engineering

⁴ PROSYS Forskningscenter,
Institut for Kemiteknik, DTU

⁵ DTU Mekanik, Institut for
Mekanisk Teknologi, DTU

Fødevarer-, medicinal- og biotekindustrien fremstiller produkter af høj værdi, der har stor betydning for næsten alle områder i vores dagligdag. Proces- og omkostningseffektivitet er væsentlige faktorer for, at industrien kan møde de høje krav den stilles overfor og leve op til gældende mål for bæredygtighed.

Industrien har derfor brug for værktøjer, der kan give en bedre forståelse for dens processer, så man derigennem kan identificere eksisterende flaskehalse og sætte ind med procesforbedringer.

Teknologiske fremskridt har ført til udvikling af avanceret måle- og analyseudstyr. En ny teknologi baseret på billedanalyse i realtid står således snart klar som det innovative resultat af et frugtbart samarbejde mellem ovenstående parter. Her ses på fordelene ved dens anvendelse.

Mikroskopi - før, nu og i fremtiden

Menneskets nysgerrighed efter at udforske og gå bag om det, der kan ses med det blotte øje, førte i sin tid til udviklingen af mikroskopet og mikroskopi. Mikroskopi udgør utvivlsomt en af grundpillerne i naturvidenskab, da mange skelsættende opdagelser ikke havde været mulige uden. At afsløre hemmeligheder i verdens mikrokosmos vil dog

kunne have store fordele for alle videnskabelige områder og for industrien.

I vore dage er udviklingen inden for mikroskopi imidlertid begrænset af mulighederne inden for optikken, et forhold der dels har ført til, at man har udviklet forskellige slags mikroskoper, der kan afhjælpe disse begrænsninger, dels givet plads for en udvikling af mikroskopets brugervenlighed, figur 1.

Mikroskopi bidrager med kvalitativ præcision og information om partiklernes form, men det er ved hjælp af billedanalyse, at man kan få brugbare kvantitative resultater. Mikroskopiens fremtid ligger derfor i digital billedprocessering, et stærkt måle- og analyseværktøj.

Billedanalyse: Et redskab i den fjerde industrielle revolution

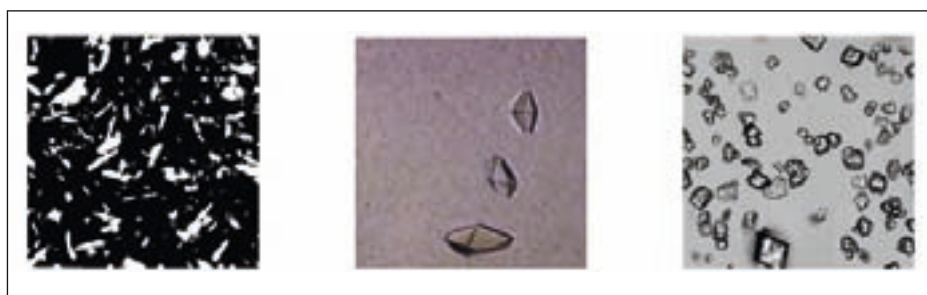
Digitaliseringens æra startede med den tredje industrielle revolution, og vi oplever dagligt dens store indflydelse og nye områder, hvor den ville kunne være nyttig.

Billedanalyse er, alt andet lige, computerassisteret mikroskopi og har, med udgangspunkt i digitaliseret information, derfor den umiddelbare fordel, at den kan analysere og lagre store mængder data og angribe komplekse problemstillinger hurtigt og konsistent.

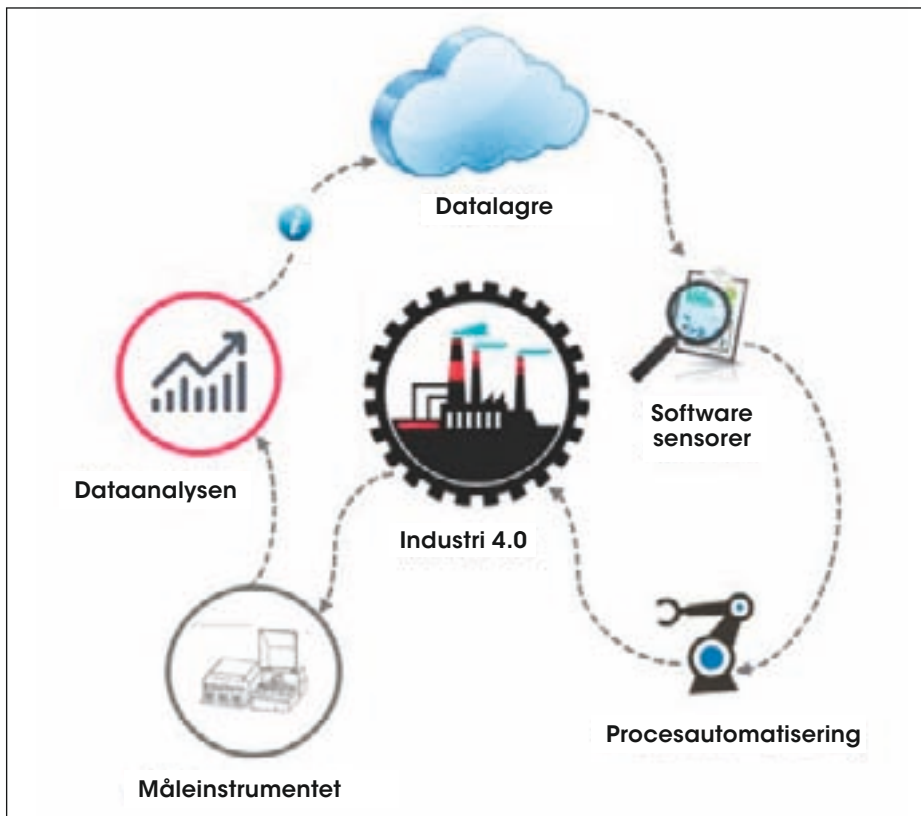
Brugen af algoritmer i billedanalysen gør det muligt at skabe en teknik til partikelkarakterisering, der sikrer

konsekvens og præcision i billedfortolkningen. Så kan man spørge sig selv: Hvorfor lave en lang række forsøg og målinger, når man kan opnå de samme resultater med et og samme instrument? Billeder af partikler indeholder et væld af objekter og mønstre, der kan viderebringe information om underliggende mekanismer, samtidig med at algoritmer kan oversætte billederne til kvantitative data, der normalt skal indhentes ved brug af forskellige metoder. Billedanalyseteknologi er derfor et tids- og omkostningsbesparende alternativ til andre måle- og analysemetoder. Dataanalysen er et uundværligt redskab i industrien, der både kan føre til produktivitetsforbedringer og besparelser.

Og her står vi nu... på tærsklen til den fjerde industrielle revolution. De enorme mængder data, som industrien har skabt ved at samle viden og erfaring, kan nu udnyttes takket være store datalagre eller cloud computing. Næste skridt bliver integration af software-sensorer, der vil kunne levere information tidligt i processen ved at analysere og kombinere data. Kombineres disse elementer, vil det betyde, at software-sensorerne vil kunne "scanne" de databaser, der er dannet med input fra måleteknikker som for eksempel billedanalyse og give et "advarselssignal", hvis systemet afviger fra normalen. Målinger og analyse udgør et væsentligt parameter i optimering og



Figur 1. Udvikling inden for mikroskopi. Billeder af partikler set under mikroskop i: (a) 1980'erne, (b) 1990'erne, (c) i dag.



Figur 2. Software-sensorer vil kunne analysere databaser og give signal, hvis data afviger fra normalen.

kontrol af processer, og procesautomatisering vil i sidste ende føre til færre menneskelige fejl.

Et skridt nærmere Industri 4.0. Men hvordan?

Den fjerde industrielle revolution udfolder sig for øjnene af os. Industrien vil dog skulle gennemføre en række omstruktureringer for at kunne udnytte fordelene ved procesautomatisering og dermed styrke sin konkurrenceevne gennem forbedret proces- og omkostningseffektivitet. Inspireret af industriens behov for at skabe produktivitetsforbedringer og sikre fortsat rentabilitet, er en innovativ måleteknologi under udvik-

FOODTECH

PROCESSING & PACKAGING | 13 - 15 NOVEMBER 2018

Vær med på Nordeuropas største mødested for fødevarerindustrien

Få et uforpligtende tilbud



Susanne Hofmann
shh@mch.dk
+45 9926 9943



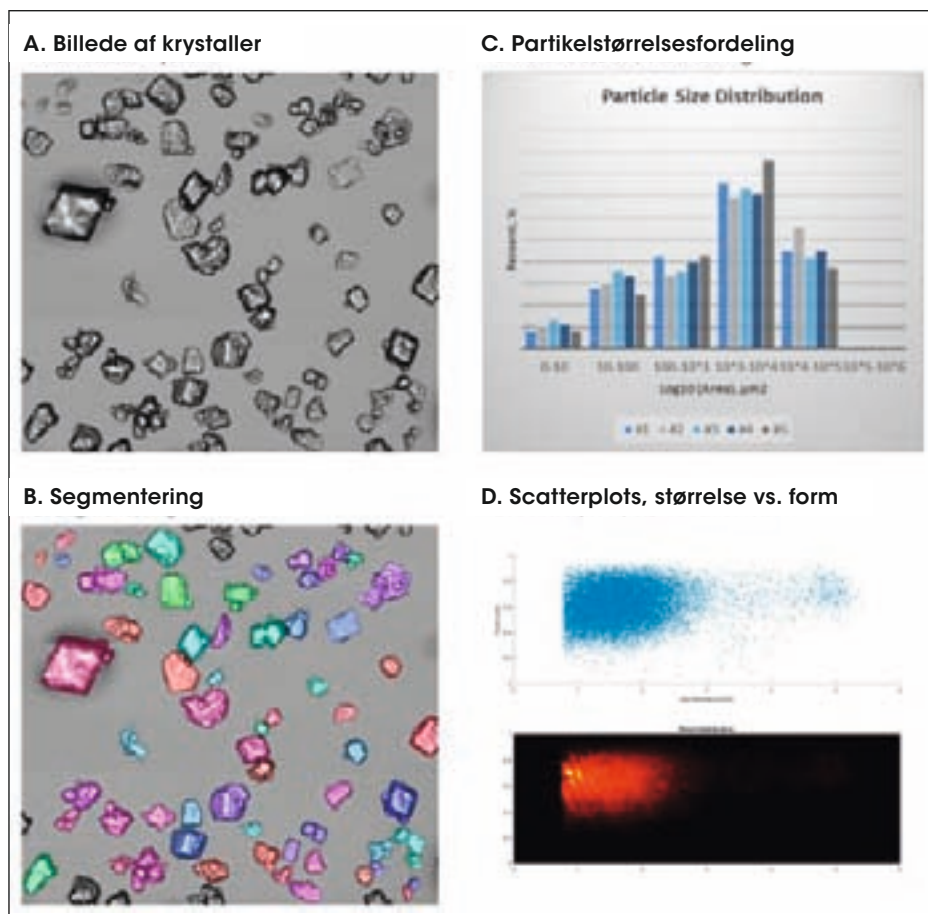
Jesper Stevn
jhs@mch.dk
+45 9926 9935

Læs mere på foodtech.dk

MCH Messecenter Herning | mch.dk



MCH



Figur 3. Det rå billede (A) segmenteres, og tilfældige farver gives til de segmenterede krystaller for visuel identifikation (B). Segmenteringsdata bruges til at lave partikelstørrelsesfordelinger og scatterplots over størrelse. VS form af krystallerne.

automatisk mikroskop, der muliggør high-throughput tests og et kraftigt software. Systemet er bygget ind i et kabinet. Softwaren kontrollerer mikroskopet og behandler med egne algoritmer udviklet til formålet de billeder, der dannes.

Flowcelle: Modulet er indbygget i oCelloScope's kabinet. Prøven, der er klargjort under kontrollerede betingelser, bliver automatisk overført fra prøveenheden til flowcellen til billedoptagelse.

ling. Målet er at føre beslutningsprocesser i produktionen over i realtid.

ParticleTech, en ny startup-virksomhed, mener, at "mulighederne ligger i den skjulte information i billederne af partikler" og er gået i gang med at virkeliggøre idéen bag ParticleTech Solution. Virksomheden arbejder på at skabe et måleinstrument baseret på billedteknologi, der i realtid kan støtte industrien til at forbedre deres procesoptimering. Med fokus på fødevarer-, medicinal- og biotekindustrien har virksomheden opnået solid erfaring i arbejdet med krystalliseringsprocesser, en vigtig separations- og eller oprensningsteknik.

Den teknologi, der nu bruges til at danne billederne i realtid, FluidScope, blev oprindeligt udviklet af BioSense Solutions. Teknologien anvendes i det optiske scanninginstrument oCelloScope, der anvendes som laboratorieudstyr.

Men hvordan kan laboratorieudstyr overføres til produktionsanlægget og møde de krav, der er i en storproduktion?

Nøglen til dette lå i et tværfagligt samarbejde mellem ParticleTech, Creator Engineering, PROSYS ved DTU Kemiteknik og DTU Mekanik.

Fra laboratorium til produktionshallen

De involverede parter arbejder på at

udvikle en robust løsning, der kan stå mål med gældende regler og standarder, og som dermed vil kunne anvendes i at-line procesmålinger. Det innovative teknologiske udstyr følger et modulært koncept og består af fire hovedmoduler: En avanceret enhed til prøveforberedelse, en flowcelle, billedannelsessystemet (oCelloScope) og et brugerinterface.

Prøveforberedelsesenheden og flowcellen er de moduler, der gør det muligt at bruge oCelloScope til at-line procesmålinger. Udstyrets vigtigste parameter er den høje grad af automatisering, der begrænser behovet for manuel håndtering til den fase, hvor prøverne indsamles fra produktionsenheden. Efter prøveindsamlingsfasen er hele processen - fra man indfører prøven til billedoptagelse og til man har resultaterne i hånden - automatiseret og tager forbausende kort tid.

Enhed for prøveforberedelse: Et modul med et fleksibelt mekanisk design, der omfatter de funktioner (f.eks. temperatur og/eller pH-målere, mixere), der er nødvendige for at prøven kan opbevares under samme betingelser som i produktionsenhederne (f.eks. krystalliserings- og bioreaktorer).

oCelloScope: Måleinstrumentets kerne. Billedannelsessystemet består af et

BIOPRO: Et biotekpartnerskab mellem sjællandske virksomheder, der arbejder for øget konkurrenceevne og bæredygtighed, og universiteter, www.biopro.nu. BIOPRO er støttet af Innovationsfonden, Region Sjælland og EU regional fond.

ParticleTech: En startup-virksomhed, spin-out fra BIOPRO-partnerskabet. Virksomhedens vision er at støtte fødevarer-, medicinal- og biotekindustrien med et måleinstrument, der bygger på realtids billedteknologi, www.particletech.dk.

Creator Engineering: En virksomhed med ekspertise inden for produkt design og -udvikling. Virksomhedens engagement i udviklingen af oCelloScope bibringer værdifuld viden til teamet, www.creator.dk.

PROSYS: Forskningscenter under DTU Kemiteknik. PROSYS er anerkendt for dets forskning inden for udvikling af bæredygtige processer og er koordinator i nærværende samarbejde, www.kt.dtu.dk/english/Research/PROSYS.

DTU MEK: DTU Mekanik arbejder tæt sammen med Creator Engineering, og de er i fællesskab ansvarlige for den mekaniske udvikling og det mekaniske design, www.mek.dtu.dk/.



Gruppefoto - fra venstre mod højre: Camilla Nørskov Laursen, Evangelia Koumaditi, Nasrin Arjomand Kermani, Seyed Soheil Mansouri, Martin Gottlieb Bech og Trine Aabo Andersen.

Brugerinterface: Brugerinterfacet, der bygger på den software, der kontrollerer oCelloScope, viser en live-optagelse under procesmonitoreringen og en rapport for resultaterne efter billedanalysen, se figur 3.

Visioner for fremtiden

ParticleTech er et tids- og omkostningsbesparende alternativ til løbende pro-

cesmonitorering. Forsinkelser og ekstra omkostninger til test i eksterne laboratorier kan reduceres betydeligt ved brug af den nye teknologi. Ved at skabe overblik over processen på et hvilket som helst tidspunkt i produktionen og gøre resultaterne umiddelbart tilgængelige, kan man øge produktionsteamets output.

Med øje for det usynlige har udviklingsteamet rykket hurtigt for at gribe

mulighederne i den kommende fjerde industrielle revolution.

Funding

Forskningen præsenteret i denne artikel er støttet af Innovationsfonden gennem det strategiske forskningscenter BIO-PRO2 (Sags nr. 4105-00020B) og CPH-FOOD program.

E-mail:

Seyed Soheil Mansouri: seso@kt.dtu.dk

COPENHAGEN

12. - 13. september

LabDays 2018

Fagmesse for laboratorieteknik

- LSB Temadag & Årsmøde
- Laboratorieudstyr
- Diagnostik
- Bioteknologi
- Forskning
- Kvalitetskontrol
- DSMS Temadag

Øksnehallen **labdays.dk**



Desinfektion: Sygehus versus fødevarerindustri

Et tværvidenskabeligt projekt om risikofaktorer og resistensproblematik ved brugen af biocider er for nyligt afsluttet. Den nye viden om udviklingen af resistens som følge af biocidpåvirkning gør det oplagt med en sammenlignende analyse af brugen af biocider til desinfektion på hospitaler og i fødevarerindustrien. Med udgangspunkt i projektets resultater sammenligner vi her desinfektion på hospitaler med mejeriindustrien som eksempel på fødevareraktivitet.

Af Ann Detmer¹, Michael Fink¹, Hanne Ingmer², Claus Jørgensen¹, Jette Kjeldgaard², Torben Wilde Schou¹ og Christina Skovgaard Vegge²

¹ DHI

² IVS, Københavns Universitet

Behovet for desinfektion, altså fjernelse af sygdomsfremkaldende mikroorganismer fra en overflade, er stort på både sygehuse og i fødevarerindustrien. Begge sektorer har behov for at kunne kontrollere især de sygdomsfremkaldende mikroorganismer. Fødevarerborne infektioner overført til mennesker via maden koster samfundet mange penge hvert år. WHO har estimeret, at globalt bliver 1 ud af 10 mennesker syge hvert år, og 420.000 dør som følge af en fødevarerborne infektion [1]. I Europa alene dør 5.000 mennesker hvert år af fødevarerborne sygdomme, typisk forårsaget af Norovirus, Campylobacter og Salmonella.

Infektion med Listeria kan have alvorlige følger for de, der bliver syge, og det estimeres, at 400 dør i Europa hvert år af Listeriainfektioner. Listeria smitter oftest fra konsum af rå grøntsager, "ready-to-eat"-mad, charcuteri, røget eller gravad fisk og bløde oste. Kontrol af forekomst af Listeria er derfor meget vigtig i fødevarerindustrien.

Infektioner erhvervet på hospitaler forårsager også samfundet store udgifter, og indtil for nyligt er disse kun blevet overvåget punktvist i Danmark.

Siden 2015 er overvågningen systematiseret, og den lagres automatisk i en database (HAIBA), der giver mulighed for kontinuerlig overvågning af en række sygdomme. Hospitals-erhvervede infektioner forårsager over 3.000 dødsfald om året og anslås at koste det danske sundhedsvæsen omkring 1,2 milliarder kroner [2]. Mange af de alvorlige hospitalserhvervede infektioner skyldes multiresistente bakterier. Det Europæiske center for sygdomsforebyggelse og kontrol (ECDC) har estimeret, at ca. 25.000 mennesker dør hvert år i Europa på grund af multiresistente bakterier [3].

DHI og Institut for Veterinær Sygdomsbiologi på Københavns Universitet har for nyligt afsluttet et forskningsprojekt finansieret af Miljøstyrelsen (MST-667-00187), som havde til formål at undersøge resistensproblematik i forbindelse med brugen af biocider. Kortlægning af brugen af desinfektionsmidler på et sygehus var en case i vores projekt, og da vi tidligere har erfaring fra fødevarerindustrien, syntes vi, det var interessant at se nærmere på forskelle og ligheder i brugen af biocider, relateret til risikoen for opbygning af antimikrobiel resistens i begge brugermiljøer.

Den centrale enhed for infektionshygiejne (CEI) på Statens Serum Institut (SSI) har ansvaret for udarbejdelsen af de Nationale Infektionshygiejniske Retningslinjer (NIR) i Danmark og dermed for retningslinjerne for brugen af desinfektionsmidler på hospitalerne. CEI har udarbejdet et konsensusnotat, der beskriver brugen af desinfektionsmidler ved rengøring på hospitaler, men der kan alligevel sættes spørgsmålstejn ved effekten af rengøringen mange steder. I løbet af foråret 2014 bragte TV Syd en række reportager, hvor journalister i forbindelse med uanmeldte besøg på sygehuse i Region Syddanmark tog bakterieprøver og fandt, at mere end hver anden seng overskred de vejledende grænseværdier for god rengøringsstandard.

Brug af desinfektionsmidler i mejeriindustrien

I mejeriindustrien bruges store mængder vand af drikkevandskvalitet til rengøring, og meget af rengøringen af lukket udstyr sker fuldt automatiseret ved brug af metoden "cleaning in place" (CIP). Åbent udstyr bliver oftest rengjort mere manuelt. Rengøringen sker trinvis og starter med, at organisk materiale fjernes (hovedsageligt manuelt) ved spuling med vand, hvorefter indskumning og kemikalierengøring sker [4]. Herefter spules udstyret med varmt vand, og desinfektion med henblik på bakteriedrab udføres derefter oftest med et oxiderende middel, hvorefter det igen skylles med koldt vand. Rengøringsprocessen overvåges med

egenkontrol af rengørings- og desinfektionsresultat. Både basiske og sure rengøringsmidler bruges dagligt eller efter behov grundet det brugte vands kemiske vandkvalitet. De mest anvendte desinfektionsmidler i fødevarerindustrien er natriumhypochlorit, hydrogenperoxid, pereddikesyre, sprit og diverse kvaternære ammoniumforbindelser [4]. Af disse midler er det hovedsageligt de kvaternære ammoniumforbindelser, som kan give problemer med resistensudvikling [5]. Det vigtigste for at opnå gode desinfektionsresultater er at sørge for at forhindre dannelse af biofilm, da denne beskytter bakterierne mod desinfektionsmidlets effekter. Den daglige rengøring med alternation af basiske og sure rengøringsmidler og efterfølgende desinfektion med især oxiderende desinfektionsmidler er en meget effektiv måde at kontrollere dannelsen af biofilm.

Laboratorieforsøg med biofilm af enterokokker på stålplader har vist, at pereddikesyre er det mest effektive desinfektionsmiddel, og at kvaternære ammoniumforbindelser og biguanider er de ringeste [6]. Denne desinfektionsmetode er dog meget ressourcekrævende og for at skåne miljøet og spare på vandforbruget, er der behov for yderligere forskning i, hvordan rengøringsproceduren fortsat kan være effektiv og samtidigt mindske belastningen af miljøet.

Brug af desinfektionsmidler på hospitaler

I vores projekt blev der taget svaberprøver fra både urene og nyligt rengjorte hospitalssenge og andet udstyr på et sjællandsk hospital med henblik på at finde stafylokok-bakterier, som er ansvarlige for mange hospitalserhvervede infektioner. Sengene

 **Svanholm.com**

Test de sidste nye Svanholm.com produkter:



Buglab BE3000 OD probe måler online OD i bakterie- og gær-fermenteringer lineært med DCW. Mange bobler + kraftig omrøring generer ikke!



LUCULLUS
Process Information Management System

Prøv Lucullus PIMS software til biotech.



Lucullus styrer Sartorius, Applikon, Dasgip, Infors og Ambr hardware. Funktionaliteten øges og data fra offline analyzere lægges ind automatisk.

Numera sampling-system tager, håndterer og filtrerer prøver fra fermenteringer 24/7-365. Prøver analyseres automatisk med og uden celler.



nanoAnalytics

Ny cellZscope2 og cZs+ måler TEER og cellelags-kapacitans under hypoxia og som drug response monitor.



Svanholm.com - Jeres fermenterings og biomedical ekspert
www.svanholm.com - Tlf. 7026 5811 - mail@svanholm.com

Beregnet reduktion (%) af koncentrationen af *Staphylococcus spp.* på senge og hjælpemidler før rengøring og efter rengøring

	Reduktion (%)
Alle arter	78%
<i>S. epidermidis</i>	91%
<i>S. hominis</i>	78%
Andre arter ¹	*-15%
11-04-2016	93%
25-04-2016 ²	67%
09-05-2016	84%
Alle senge	82%
Alle børnesenge	74%
Alle juniorsenge	86%
Alle voksensenge	86%
Vugger	84%
Alle hjælpemidler ³	*59%
Alle sidegærder	96%
Alle kontrolpaneler ⁴	*57%
Alle fodgærder	87%

¹ Skyldes 4 fund af *S. capitis*, 2 *S. haemolyticus*, 2 *S. warneri* og 1 *S. aureus* på rengjorte objekter, især på kontrolpaneler og kørestole.

² Skyldes 4 fund af *S. capitis*, 1 *S. epidermidis*, 1 *S. hominis*, 2 *S. warneri* og 1 *S. aureus* på rengjorte objekter, især på kontrolpaneler.

³ Skyldes fund på 4 kørestole og 1 rollator på rengjorte hjælpemidler.

⁴ Skyldes 4 fund den 29/4 og 1 fund den 11/4.

* Ikke en signifikant reduktion vurderet på baggrund af, at nedre 95% konfidensinterval før rengøring overlapper MPN efter rengøring eller omvendt.

Tabel.

og udstyret er gjort rent og er desinficeret med en blanding af detergent og kvaternær ammoniumforbindelse (benzalkoniumklorid, BZK) enten i en automatisk sengevask eller manuelt. Efterfølgende blev der i laboratoriet udført qac gen¹-analyser på de fundne stafylokok-stammer.

I de 150 prøver, der blev taget både før og efter rengøring, blev der gjort 68 fund af stafylokokker. I fire af prøverne blev der fundet to arter. I alt var 64 prøver positive. Heraf 50 positive prøver ud af 79 prøver udtaget før rengøring, og 14 positive prøver udtaget efter rengøring. Når alle arter tages i betragtning, er koncentrationen bestemt til at være 0,05 MPN²/cm² før rengøring og 0,011 MPN/cm² efter rengøring.

S. epidermidis og *S. hominis* er de hyppigst forekommende arter, men efter rengøring er koncentrationen af "øvrige arter" højst med en koncentration på 0,007 MPN/cm². Samlet set,

se tabel, observeres der en reduktion fra før rengøring til efter rengøring på 78%.

Koncentrationen af stafylokokker på de rengjorte senge var højst på kontrolpanelerne (0,016 MPN/cm²). Den højeste sandsynlighed (per berøring og per areal) for at komme i kontakt med stafylokokker via de rene senge på afdelingerne er derfor ved betjening af kontrolpaneler. Når sengene er i brug, er det sidegærderne, der forurenes mest. Her er koncentrationen af stafylokokker estimeret til 0,067 MPN/cm².

I denne undersøgelse har vi også analyseret forurening af sengene ved kintalsbestemmelse på en stafylokokselektiv agar. Der blev i gennemsnit fundet 6,4 CFU/cm² (27% positive prøver) på ikke rengjorte flader og 1,9 CFU/cm² (3% positive prøver) på rengjorte flader. Dette er i overensstemmelse med, hvad andre finder.

I en videre analyse af stafylokokker isoleret fra sengene blev der fundet qac-gener i 11 ud af 94 analyserede stafylokokker, heraf var der otte ud af 25 *S. hominis*, en ud af 44 *S. epidermidis*, en ud af tre *S. saprophyticus* og en ud af seks *S. warneri*. Der blev ikke fundet qac-gener i tre *S. aureus*, fem *S. haemolyticus* eller i otte *S. capitis*. Resultaterne viste, at vi ikke kunne dokumentere forskel på andelen af qac positive isolater før og efter rengøring. Guang-Sen, et al. har også vist, at andelen af stammer med qac-gener er højere blandt de andre stafylokokker end i *S. aureus* [7].

Med henblik på at undersøge, hvorledes bakterier reagerer på biocider, blev *S. aureus*-bakterier udsat for forskellige biocider og efterfølgende undersøgt det, om de havde ændret følsomhed overfor antibiotika, eller om de havde ændret produktion af toksiner. Resultaterne viste, at man ikke kunne påvise ændringer i udtryk af bl.a. toksingenet, og at der ligeledes ikke kunne påvises øget antibiotika-resistens i de biocidpåvirkede bakterier. Disse resultater tyder på, at der for *S. aureus* ikke syntes at være udviklet resistens overfor antibiotika i bakterier, som har været udsat for biocider.

Diskussion

De sidste to år har der kun været få tilbagekaldte mejeri-produkter produceret i Danmark. Tilbagekaldelser forårsaget af Listeria-bakterier [8], hvorfor vi konkluderer, at den benyttede vask og desinfektion inden for mejeriindustrien fungerer tilfredsstillende set ud fra en fødevarerhygiejnisk synsvinkel. Hvis man kigger på muligheden for resistensudvikling blandt bakterier inden for den danske mejeriindustri, så bedømmer vi den som ringe med den ovenfor beskrevne rengøringsprocedure.

Hvis man bruger mere QACs i stedet for de oxiderende midler, bliver konklusionen måske en anden, da det er påvist, at Listeria-bakterier kan skaffe sig mekanismer til at modvirke effekten af QACs, hvis selektionstryk fra subletale doser af QACs er til stede [9]. Der er dog en lavere udvikling af resistens blandt Listeria-stammer end blandt eksempelvis *E. coli*-stammer og resistensudviklingen mod QACs ser ud til at være afhængig af, hvilken serotype stammerne tilhører [5].

Inden for sygehussektoren, som bruger mange QACs, vurderes det, at muligheden for resistensudvikling er større end inden for mejeriindustrien, hvor der er mindre brug af QACs som desinfektionsmiddel. Vi fandt også stafylokokker på sengene efter afsluttet desinfektion. Ikke mange og ingen *S. aureus*, men en række andre stafylokokker. Det var også blandt disse andre stafylokokker, at vi fandt de fleste qac-resistensgener. Disse stafylokokker med resistensgener bliver ved med at cirkulere rundt på sygehuset, og de bliver jævnlige udsat for BZK. Det er muligt, at det her kan selekteres for resistens. Vi kunne dog ikke dokumentere forskel på andelen

af qac positive-isolater før og efter rengøring og desinfektion, men vi har kun målt over et meget kort tidsrum. Det er muligt, at det havde været muligt at påvise i en længerevarende undersøgelse.

Det er kendt fra undersøgelser hos kontaktlinsebrugere, at andelen med qac positive stafylokok-isolater fra konjunktiva øges, når der bruges desinfektionsvæske med quaternære ammoniumforbindelser, idet koncentrationen, af hensyn til øjnenes beskyttelse, ikke er høj nok til at slå de resistensgen-bærende stammer ihjel [7]. MIC³- og MBC⁴-værdien hos de qac gen-bærende stammer var også forøget. I løbet af en seks måneders periode øgede prævalensen af qac-gener lineært i både *S. aureus* og i de andre stafylokokker [7].

Hvad der sker i afløbet, når koncentrationen af BZK er ledt ud til subletale koncentrationer, har vi ikke haft mulighed for at studere i dette projekt, men det er sandsynligt, at forekomsten af BZK i afløbet sammen med forskellige mikroorganismer kan fremme udvikling af resistens. Da QACs generelt ikke er let bionedbrydelige, vil de ende i naturen efter brug.

Et andet område, hvor der bruges meget QACs og hovedsageligt i subletale doser, er inden for kosmetikområdet. Udover brugen som konserveringsmiddel i kosmetiske produkter, bruges QACs som hårkonditioner, der giver fylde og som anti-statisk middel. Det er muligt, at brugen af QACs i kosmetiske produkter medvirker til at øge resistensen blandt hudbakterier som eksempelvis stafylokokker [10]. Dette er dog ikke specifikt undersøgt. Vi kunne i dette projekt ikke påvise, at biocideksponering øger virulensgen-ekspressionen i *S. aureus* [11]. Det er dog oplagt at lave en uddybende undersøgelse om, hvordan kosmetisk brug af QACs kan have indflydelse på en mulig resistensproblematik.

Konklusion

I vores forsøg med BZK udviste både *S. aureus* og *L. monocytogenes* potentiale for adaptation, idet MIC-værdien ændrede sig, men det var ikke muligt at påvise bedre overlevelse af de eksponerede stammer ved tilstedeværelse af BZK i sammenligning med ikke-eksponerede. Dette tyder på, at der kan ske ændringer i bakterierne, som kan lede til øget tolerance overfor BZK, også selvom stammerne som udgangspunkt ikke indeholder mobile resistensgener.

E-mail:

Ann Detmer: ad@dhigroup.com

Referencer

1. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. World Health Organization. ISBN 978 92 4 156516 5.
2. <http://www.ifr.org/service-robots/case-studies/blue-ocean-robotics-denmark-ifr-robot-supplie-786/> - Accessed September 2016.
3. ECDC/EMA JOINT TECHNICAL REPORT The bacterial challenge: time to react EMEA doc. ref. EMEA/576176/2009 ISBN 978-92-9193-193-4 © European Centre for Disease Prevention and Control, 2009.
4. Danmarks Tekniske Universitet (2012) Sektorudviklingsrapport Rengøring på slagterier og mejerier i Danmark. Udvikling af fremtidens effektive, ressourcebesparende teknologier. <http://www.dtu.dk/samarbejde/ais-artikler/2012/05/rengoeringsteknologier-og-processer-paa-danske-mejerier-og-slagterier?id=0c27e606-08ba-495e-a746-62560e842db5>.
5. Soumet C, Méheust D, Pissavin C, Le Grandois P, Frémaux B, Feurer C, Le Roux A, Denis M, Maris P. (2016). Reduced susceptibilities to biocides and resistance to antibiotics in food associated bacteria following exposure to quaternary ammonium compounds. J Appl Microbiol. 2016 Aug 2. doi: 10.1111/jam.13247.
6. da Silva Fernandes M, Kabuki DY, Kuaye AY. (2015). Biofilms of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* isolated from the processing of ricotta and the control of these pathogens through cleaning and sanitization procedures. Int J Food Microbiol. 200 p. 97-103.

7. Guang-sen, S., Boost, M. & Cho, P. (2016). Prevalence of antiseptic resistance genes increases in staphylococcal isolates from orthokeratology lens wearers over initial six-month period of use. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 35: 955. doi:10.1007/s10096-016-2622-z.
8. Søg efter pga Listeria tilbagetrukne fødevarer <https://www.foedevarestyrelsen.dk/Foedevarer/Foedevareberedskab/Sider/S%C3%B8g-i-tilbagetrukne-f%C3%B8devarer.aspx#k=listeria#s=11>.
9. Martínez-Suárez JV, Ortiz S and López-Alonso V (2016) Potential Impact of the Resistance to Quaternary Ammonium Disinfectants on the Persistence of *Listeria monocytogenes* in Food Processing Environments. Front. Microbiol. 7:638. doi: 10.3389/fmicb.2016.00638.
10. VKM. (2009) Quaternary ammonium compounds in cosmetic products Risk assessment of antimicrobial and antibiotic resistance development in microorganisms. Opinion of the Panel on Biological Hazards of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety ISBN: 978-82-8082-339-7.
11. Biocider - Risikofaktorer og resistens Rapport i serien "Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen" MST-667-00187. Forfattere: Kjeldgaard, J.², Vegge, C.S.², Schou, T.W.¹, Fink, M.¹, Jørgensen, C.¹, Detmer, A.¹, Ingmer, H.². Institutioner: ¹ DHI og ² IVS, Københavns Universitet.

Fodnoter

1. Qac-gener koder for resistens til en række kationiske stoffer, blandt andet de kvarternære ammoniumforbindelser, og de findes i forskellige varianter. De virker via effluxpumper i cellevæggen, som transporterer fremmede stoffer ud.
2. MPN-metoden efter Most Probable Number eller det mest sandsynlige antals metode, hvor det bliver dyrket i en række rør og efter antal positive rør slås det sandsynlige antal bakterier op i en tabel.
3. MIC, Minimum inhibitory concentration.
4. MBC, Minimum bactericidal concentration.

Busch Vakuum teknologi til den kemiske industri

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

Stol på en pålidelig vakuum partner.
Stol på Busch.



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



Svovlsyres fortyndingsvarme

Det er god latin, at syrer fortyndes ved at hælde syren i vand, aldrig omvendt. Der udvikles betydelige mængder varme, og kogning kan slynge syre og vand ud af beholderen. Selvom svovlsyre anvendes i enorme mængder, er det overraskende vanskeligt at finde data for fortyndingsvarmen. Det rådes der bod på med denne artikel.

Af Frank Huess Hedlund,
Jérôme Frutiger og Gürkan Sin

Svovlsyre er et vigtigt basiskemikalie med et utal af industrielle anvendelser som kunstgødning, detergenter, plastik, fibre og pigmenter. Handelsvaren koncentreret svovlsyre er typisk 96 eller 80 vægtprocent. Batterisyre i blyakkumulatorer er ofte 33 vægtprocent svovlsyre.

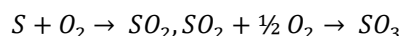
Da en stærk syre kan uddrive en svagere syre, kan svovlsyre bruges til fremstilling af andre syrer. I gødningsindustrien anvendes svovlsyre eksempelvis til oplukning af fosfatminerale og uddrivning af fosforsyre. Hvis svovlsyre tilsættes køkkensalt, uddrives dampe af HCl, som derefter kan absorberes i vand til saltsyre. Det kan her nævnes, at da en lagertank med godt 16.000 ton koncentreret svovlsyre pludselig kollapsede i Helsingborg i 2005, strømmede syren ud i havnen, hvorefter havnebassinet afgav store mængder dampe af HCl, som dannede en aerosol eller tåge af saltsyredråber. Lagertanken var blevet undermineret grundet brud på en vandledning [1].

Koncentreret svovlsyre er stærkt vandsugende og der frigives varme ved fortynding. I forbindelse med en dødsulykke med svovlsyre, hvor der også skete en varmeudvikling, havde denne artikels førsteforfatter behov for at beregne, i hvilket omfang varmeudviklingen kunne forklares ved indtrængen af vand.

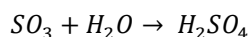
Selvom svovlsyre anvendes i enorme mængder, var det overraskende vanskeligt at finde praktiske anvisninger på beregning af temperaturstigningen og nogenlunde tilgængelige data for fortyndingsvarmen. Resultatet af denne lille undersøgelse kunne derfor være nyttig for andre.

Koncentrationer

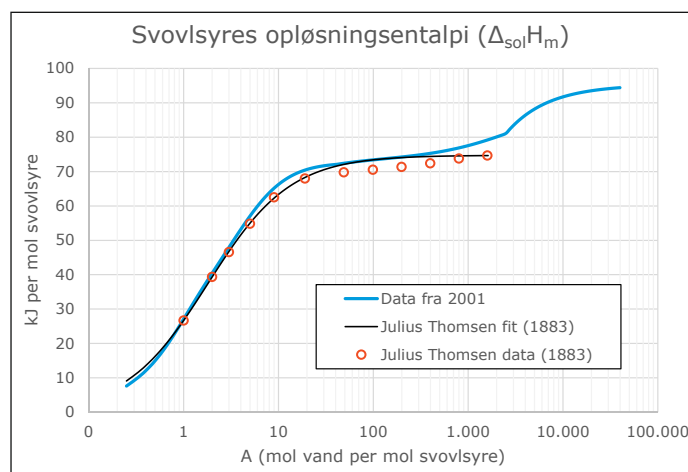
Svovlsyre fremstilles ved afbrænding af rent svovl og efterfølgende oxidation af den dannede svovldioxid videre til svovltrioxid



Denne svovltrioxid kan opløses i vand til svovlsyre



Hvis der anvendes støkiometriske mængder, dannes 100 vægt-



Figur 1. Figuren viser svovlsyres molære opløsningsentalpi som funktion af fortyndingstallet A. Der frigives varme ved syrens dissociering og hydrering af de dannede ioner. Men først ved stor fortynding dissocierer svovlsyrens andet brintatom og bidrager med yderligere hydreringsvarme. Da Julius Thomsen foretog sine målinger, var det ikke kendt, at svovlsyre var en diprotisk syre. Problemer med at måle små temperaturforskelle ved store fortyndinger og kurvens aftagende forløb må have overbevist Thomsen om det nytteløse i yderligere fortynding.

procent svovlsyre. Det forholder sig imidlertid således, at SO_3 gassen også er opløselig i den dannede svovlsyre, hvorved der dannes rygende svovlsyre (oleum). Den opløste mængde SO_3 kan omregnes til svovlsyreækvivalenter, hvorved den angivne syrestyrke for oleum kan nå op på både 120 og 140 procent. Vægtprocenter større end 100 får sædvanligvis øjenbrynene til at hæve sig, men den er altså god nok. Oleum behandles dog ikke videre i denne artikel.

Fortyndet svovlsyre kan koncentreres ved destillation. Ved koncentrationer under 70 vægtprocent afdestilleres stort set udelukkende vand. Svovlsyre og vand danner en azeotrop med kogepunkt 339°C ved 98,3 vægtprocent syre. Højere koncentrationer kan kun opnås ved absorption af SO_3 . Der er altid lidt vand i handelsvaren. Vandfri svovlsyre krystalliserer ved $+10^\circ\text{C}$, men allerede ved et vandindhold på $1\frac{1}{2}$ procent er frysepunktet omkring 0°C . Frysepunktet for 96 procent svovlsyre er ca. -15°C [2].

Koncentrationen af handelsvaren opgives altid som vægtprocent syre. Kemikere udtrykker sædvanligvis vandige koncentra-

Thomsen-Berthelot Princippet

Et af de store teoretiske spørgsmål på Julius Thomsens tid var, hvorfor visse kemiske reaktioner forløb spontant, mens andre ikke gjorde. Julius Thomsen var overbevist om, at denne såkaldte kemiske affinitet kunne forklares ud fra varmeudviklingen, at alle spontane kemiske ændringer var forbundet med frigivelse af varme (altså eksotermie).

Den franske kemiker Marcellin Berthelot fremsatte noget senere en lignende teori, hvilket medførte en lang og bitter strid mellem de to om prioritet; hvem havde fremsat teorien først.

Teorien, som nu kendes som Thomsen-Berthelot princippet, blev støttet af et stort antal eksperimentelle resultater, men ikke alle. Selvom visse spontane kemiske processer var tydeligt endotermie, og derfor klart falsificerede Thomsen-Berthelot princippet, ræsonnerede tyske Walther Nernst, at når en teori kan forklare så mange observationer, så må den indeholde elementer af sandhed [9].

Teorien blev forladt, da Gibbs og Helmholtz i 1880'erne forklarede affinitet som termodynamisk potential og udviklede teorier om fri energi som den drivende kraft baseret på overvejelser om entropi.

Gibbs definition af fri energi ($G=H-TS$) viser, at Thomsen havde fat i noget af det rigtige. Reaktioner forløber spontant, hvis den fri energi af produkterne er lavere end reaktanternes, altså hvis ΔG er negativ. Entalpi (H) indgår i udtrykket for fri energi, og hvis reaktionen er eksoterm, og ΔH derfor er negativ, så passer pengene (ofte). Thomsens teori bryder klart sammen ved endotermie reaktioner, hvor ΔH er positiv. Thomsen manglede det andet led i G -funktionen med bidraget fra en tilvækst i entropi (S).

Julius Thomsen

Den danske kemiker Julius Thomsen, se faktaboks på næste side, var en af de første, som foretog nøjagtige bestemmelser af varmeudviklingen, eller varmetoningen, som det hed dengang, ved fortynding af svovlsyre.

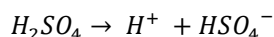
Målet var at bestemme den maksimale varmeudvikling, som nødvendigvis forekommer ved den største fortynding. Det er måske her, der er forskel på kemiingeniører og kemikere. Ingeniører er primært interesseret i at fortynde fra én koncentration til en anden. Kun kemikere har interesse i at fortynde en syre uendeligt meget.

Sådanne målinger er forbundet med betydelige eksperimentelle vanskeligheder, da der skal måles meget små temperaturforskelle ved de høje fortyndinger. En anden stor kemiker på Julius Thomsens tid, ærkerivalen Berthelot fra Frankrig, gjorde sig lignende anstrengelser. Vi ved [4], at Berthelot anvendte en 6-liters beholder af platin, som var omgivet af en beholder

tioner i molaritet (mol per liter opløsning) eller molalitet (mol per kg vand, og derfor temperaturuafhængig), men det giver problemer, hvis syren er vandfri. I det følgende vil koncentrationen udtrykkes som (x) molbrøk svovlsyre og ($1-x$) molbrøk vand. Endvidere anvendes fortyndingstallet A , som udtrykker antal mol vand per mol svovlsyre.

Fortyndingsvarme

Svovlsyre er en meget stærk syre. Det er dog kun det første brintatom, der har denne stærkt sure karakter



I en vandig opløsning vil vandmolekyler pakke sig om disse to ioner. Det er denne hydrering, der frigiver varme. Ved yderligere fortynding dissocierer også hydrogensulfationen, således at der frigives varme ved hydrering af i alt tre ioner.

Varmeudviklingen udtrykkes ved den molære fortyndingsentalpi $\Delta_{dil}H_m$ (eng: molar enthalpy of dilution). Den er defineret som ændringen i den molære opløsningsentalpi $\Delta_{sol}H_m$ (eng: molar enthalpy of solution), når koncentrationen ændres fra x_1 til x_2 , altså

$$\Delta_{dil}H_m(x_1 \rightarrow x_2) = \Delta_{sol}H_m(x_2) - \Delta_{sol}H_m(x_1) \quad (1)$$

Entalpierne er molære, de udtrykkes i Joule per mol af det opløste stof (eng: solute), her per mol svovlsyre. Opløsningsmidlet er vand (eng: solvent).

Kim og Roth publicerede i 2001 [3] følgende udtryk for svovlsyres opløsningsentalpi i Joule per mol svovlsyre

$$\Delta_{sol}H_m(x) = (1-x)(b_6y^6 + b_5y^5 + b_4y^4 + b_3y^3 + b_2y^2 + b_1y + b_0); y = 1-2x \quad (2)$$

$$0,024 < x < 0,83$$

og

$$\Delta_{sol}H_m(x) = (1-x) \left(\frac{c_1}{x+c_2} + c_3 \right) \quad (3)$$

$$0,0004 < x < 0,024$$

konstanterne er

$$\{b_0; \dots; b_6\} = \{-54218; -24701; 18505; 12354; -57981; -25415; 59051\}$$

$$\{c_1; c_2; c_3\} = \{-5,1823; 0,00029925; -73626\}$$

Der frigives varme, idet opløsningsentalpien af de hydrerede ioner er lavere end reaktanternes, og forskellen (fortyndingsentalpien) er derfor negativ. Af blandt andet visuelle årsager (kurveforløb) kan det være hensigtsmæssigt at anvende positive størrelser. I det følgende anvendes gloserne fortyndingsvarme og fortyndingsentalpi i flæng, de er ens, blot med modsat fortegn.

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

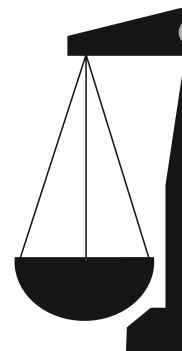
Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

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



■ Julius Thomsen

Julius Thomsen (1826-1909) var en stor dansk kemiker. Han havde mange tillidshverv, medlem af Københavns borgerrepræsentation (1861-1894), direktør for Den polytekniske læreanstalt (1883-1902), medlem og senere præsident for Videnskabernes selskab, i en periode rektor for Københavns Universitet, medlem af et utal af kommissioner, o.a. Han opdagede og patenterede en metode til at fremstille soda ud fra kryolit brudt i minen i Ivittuut, Grønland. Det var grundlaget for Kryolitsodafabrikken Øresund (senere Øresund's chemiske Fabriker), som startede produktionen i 1859 med Julius Thomsen som direktør. Fabrikken lukkede i 1990.

Julius Thomsen fremsatte sine første tanker om kemisk affinitet i 1852 og gjorde herefter eksperimentelle bestemmelser af kemiske processers varmeudvikling (reaktionsentalpier) til en livsopgave. Over en periode på små tyve år udførte han egenhændigt 3.500 kalorimetriske bestemmelser. Det er mere end 175 eksperimentelle arbejder om året (!) udført sideløbende med hans mange andre opgaver. Han ønskede ingen assistance, for han mente, at sammenligneligheden blev størst, når målingerne blev udført af den samme person. Resultaterne blev løbende publiceret og til sidst samlet i et firebindsværk, *Thermochemische Untersuchungen*, 1882-1886.

Efter denne kraftpræstation kastede han sig over andre emner, blandt andet grundstoffernes placering i det periodiske system. Hans senere termokemiske artikler var mest af polemisk art og rettet mod især Berthelot.

Thomsens eksperimentelle arbejder havde stor værdi. Blandt andet gjorde de det muligt at eftervise gyldigheden af massevirkningsloven, som var fremsat af de norske Guldberg og Waage i 1867. Et hovedværk fra 1936 med termokemiske stofdata [10], særligt dannelsesentalpier, citerer mange af Thomsens arbejder, herunder hans kalorimetriske bestemmelser af svovlsyres fortyndingsvarme.

Han var i næsten 35 år medlem af Københavns Borgerrepræsentation. Han bidrog med stor teknisk indsigt i en vigtig periode, hvor byen gennemgik store forandringer, blandt andet inden for gasværker, kloakering, sporveje og elektricitetsværker.

Julius Thomsen havde ry for en noget brysk og selvsikker fremtræden. Når han havde udtrykt sin mening i Borgerrepræsentationen, var der næppe mere at sige om den sag, mente han. Da der i 1893 kom liberale og socialdemokrater ind i byens råd, behandlede han dem som "uforskammede fredsforstyrre".

Han modtog talrige udenlandske æresbevisninger, dog aldrig nogen fransk, hvilket tilskrives hans kontrovers med Berthelot. Julius Thomsens Plads ved metrostation Forum på Frederiksberg i København er opkaldt efter ham.

(Kilde: Primært E. Rancke-Madsens artikel i *Dansk Biografisk Leksikon* [11])

af kobber, som igen var omgivet af en af sølv. Disse beholdere blev placeret i en væsentlig større dobbeltvægget jernbeholder med 10-14 liter vand i kappen. Hele apparaturet henstod i dagervis beskyttet mod solindfald for at opnå temperaturligevægt. Først da begyndte måleserierne. Med nutidige øjne virker det lidt besynderligt at konstruere kalorimetre af materialer med høj varmeledningsevne.

Om Julius Thomsen oplyses, at han aflæste et termometer

med et "optisk hjælpemiddel", velsagtens et mikroskop, hvorved han kunne aflæse temperaturer med hele tre decimalers præcision. Det må ganske afgjort være grænsen for, hvad der kan aflæses visuelt.

Uendelig fortynding

For vandige opløsninger er den termodynamiske reference-tilstand en 1-molar opløsning ved 25°C og 1 atm. Men ved bestemmelse af opløsningsentalpi må referencetilstanden defineres ved uendelig fortynding. Som beskrevet nedenfor, konvergerer Julius Thomsen beregningsudtryk mod en værdi på 17,86 kcal/mol (74,7 kJ/mol). Små 50 år senere var denne værdi uændret, Max Planck nævner i 1917 værdien 17,9 kcal/mol [5]. Det er formentlig først ved fremkomsten af elektroniske termofølere med ekstrem præcision (bedre end 10^{-6} °K [4]), at målingerne forbedres væsentligt, de seneste værdier lader til at være omtrent 96 kJ/mol.

Resultater

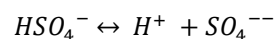
I 1883 angav Julius Thomsen dette udtryk for den molære fortyndingsvarme Q_m (per mol svovlsyre) [6].

$$Q_m = \frac{17860 A}{A + 1,7983} \left(\frac{\text{cal}}{\text{mol}} \right) \quad (4)$$

Figur 1, side 16, sammenligner Thomsens udtryk med de nyere regressionsudtryk publiceret i 2001. Nu skal man altid passe på med logaritmiske afbildninger, hvor selv de største afvigelser nemt forsvinder som dug for solen, men op til $A=300$ (1,7 vægtprocent) er der nogenlunde overensstemmelse.

Det er dog tydeligt, at hans måleresultater allerede fra $A=50$ systematisk er lavere end de nyere værdier, endda også lavere end hans eget beregningsudtryk, som må siges at være faldet lidt heldigt ud. I 1921 foreslog Wilson, at Thomsen formentlig havde en smule vand i sin 100% svovlsyre [4]. Ganske små mængder vand, så lidt som 20 ppm, vil give afvigende resultater for fortyndingsvarmen [7]. Datidens peer-review standard afspejles måske i, at Wilson i sin artikel formår at omtale vores danske kemiker som både Thomsen, Thomson og Thompson [4].

Men efter $A=300$ melder problemerne sig, idet hydrogen-sulfationen begynder at dissociere og bidrage med yderligere hydreringsvarme



Dette sker dog meget langsomt. Selv i stærkt fortyndede opløsninger på 0,08 vægtprocent (0,008 M eller $A=6630$) er kun halvdelen dissociert [4].

Vi kan se, at Thomsens målinger (korrekt) begynder at vise en svagt stigende tendens efter $A=99$, men netop ved de høje fortyndinger er måleusikkerheden stor. Og hvordan skulle den gode Thomsen dog vide, at svovlsyre er en diprotisk syre? Det blev først foreslået af Svante Arrhenius i 1884 [4]. Måleusikkerheden ved høje fortyndinger og kurvens aftagende forløb

Den danske kemiker Julius Thomsen var aktiv i sidste halvdel af 1800-tallet. Internationalt huskes han især for sine bidrag til termokemien og Thomsen-Bethelot princippet. Som cirka 25-årig opdagede han en metode til fremstilling af soda, hvilket var starten på industrieventyret Kryolittfabrikken. Han havde mange andre betydningsfulde poster, professor i kemi og senere rektor ved Københavns Universitet og direktør for Den polytekniske læreanstalt. (Foto er venligst udlånt af Teknologihistorie DTU).



må have fået Thomsen til at ræsonnere, at yderligere fortynding ville være nytteløs.

Andre beregningsudtryk

Hvis man synes, at ligning (2), side 17, ser lidt besværlig ud, kan vores eget tilnærmede udtryk for den molære opløsningsentalpi være attraktivt for koncentrationsintervallet mellem 1 og 95 vægtprocent syre

$$\Delta_{sol}H_m(x) = -38315x^2 + 115811x - 75289 \quad (5)$$

$$0,003 < x < 0,80$$

Som tidligere er enheden Joule per mol svovlsyre, og systemet er x molbrøk syre og (1-x) molbrøk vand.

Beregningseksempel

Vi kan nu beregne fortyndingsvarme og temperaturstigning for en tænkt situation med fortynding af 96 vægtprocent svovlsyre til batterisyre på 33 vægtprocent.

Syren skal blandes med 1,91 kg vand for at nå koncentrationen 33 vægtprocent. Molbrøk syre ved start og slut beregnes til $x_1 = 0,815$ og $x_2 = 0,0830$. Se tabellen nedenfor:

		Start		Slut	
		H ₂ SO ₄	H ₂ O	H ₂ SO ₄	H ₂ O
Mw	kg/kmol	98,08	18,02	98,08	18,02
Cp	kJ/kg/°C	1,390	4,174	1,390	4,174
m	kg	0,960	0,040	0,960	1,949
n	mol	9,788	2,220	9,788	108,2
x	molbrøk	0,815		0,083	
w	vægt%	0,960		0,330	
A	fortynd	0,227		11,05	

Da vi er magelige, anvender vi helst beregningsudtryk [5] for den molære opløsningsentalpi. Startkoncentrationen ligger godt nok lidt uden for det anbefalede anvendelsesinterval, men mange praktiske ingeniører ser ikke så nøje på den slags formaliteter. Den molære fortyndingsentalpi fås da ved beregningsudtryk [1]

$$\Delta_{dil}H_m(x_1 \rightarrow x_2) = -65,9 - (-6,3) = -59,6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Vi foretager en historisk kontrol ved sammenligning med Thomsens udtryk [4]. Fortyndingstallet A er per definition

$$A = (1 - x)/x \quad (6)$$

og Thomsens molære fortyndingsvarme beregnes til

$$\Delta Q_m(A_1 \rightarrow A_2) = 15,4 - 2,0 = 13,4 \text{ (kcal/mol)}$$

Omregnet til Joule er afvigelsen cirka seks procent, hvilket må siges at være udmærket præsteret af Thomsen i sidste halvdel af 1800-tallet.

Den totale fortyndingsentalpi $\Delta_{dil}H$ fås ved multiplikation

med antal mol svovlsyre. Herefter opstilles en energibalance, som løses for ΔT

$$m_{syre} C_{p,syre} \Delta T + m_{vand} C_{p,vand} \Delta T + \Delta_{dil}H = 0$$

Under forenkede antagelser, blandt andet om idealitet samt at C_p er uafhængig af temperaturen, beregnes temperaturstigningen til cirka 62°C. Hvis reaktanterne har temperaturen 20°C, bliver syreblandingen cirka 82°C varm.

Hvis syren langsomt, og under stadig kraftig omrøring, hældes i vand, og vi ser bort fra varmetab, vil temperaturen af blandingen stige støt og roligt til de 82°C, hvilket er en ikke særlig behagelig temperatur for arbejde med en meget stærk syre.

Men hvis det gøres omvendt, hvis vandet hældes i syren, bliver det rigtig ubehageligt. Forenkede beregninger viser, at temperaturen stiger kraftigt og topper ved 140°C, efter at 300 g vand er

Reliable particle size and particle shape analysis of powders, granules and suspensions with Dynamic Image Analysis

SKANLAB

retsch TECHNOLOGY

dual camera technology

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

blandet i syren, figur 2. Herefter aftager temperaturen langsomt og ender på de ca. 80°C. Temperaturen holder sig netop under syreblandingens kogepunkt, men ikke under vandets kogepunkt. Dette er afgjort et problem, idet syren er væsentlig tungere end vand, hvorfor der lokalt nemt kan ligge et vandlag oven på syren.

Allerede efter tilsætning af 150 g vand, hvor den opblandede syre er fortyndet til cirka 80 vægtprocent og har en specifik densitet på cirka 1,7, er temperaturen steget til 120°C. Ved denne temperatur har vand et damptryk på knap 2 bar abs. Ligger der lokalt et vandlag oven på syren, vil vandet i grænselaget koge. Damptrykket og ekspansionen vil slynge vand og syre ud af beholderen med stor kraft.

Nøjagtigere beregning.

Kaj Thomsen fra DTU Kemiteknik gør opmærksom på, at der ligger en gratis demoversion på nettet af et værktøj [8] til beregning af vandige opløsningers egenskaber. Programmet inddrager blandt andet, at reaktionsvarme og varmekapaciteter er temperaturafhængige. Hvis reaktanterne har temperaturen 20°C, oplyser Kaj Thomsen, at programmet beregner sluttemperaturen til 86°C.

Temperaturafhængigheden spiller en rolle, og Kaj Thomsen oplyser, at visse resultater passer bedre, hvis der tages højde for, at Julius Thomsens udtryk [4] er ved 18°C, mens de andre udtryk [2], [3] og [5] er ved 25°C.

Man kan ikke lade være med at tænke tanken. Men nej. Kaj oplyser, at han ikke er i familie med Julius Thomsen.

Præcision - en slutbemærkning

Da varmeudviklingen ved meget store fortyndinger som tidligere nævnt hovedsageligt kun har teoretisk interesse, vover vi påstanden, at Julius Thomsens gamle udtryk [4] giver tålelige resultater for mange praktiske ingeniørmæssige overslagsberegninger.

I kemiundervisningen

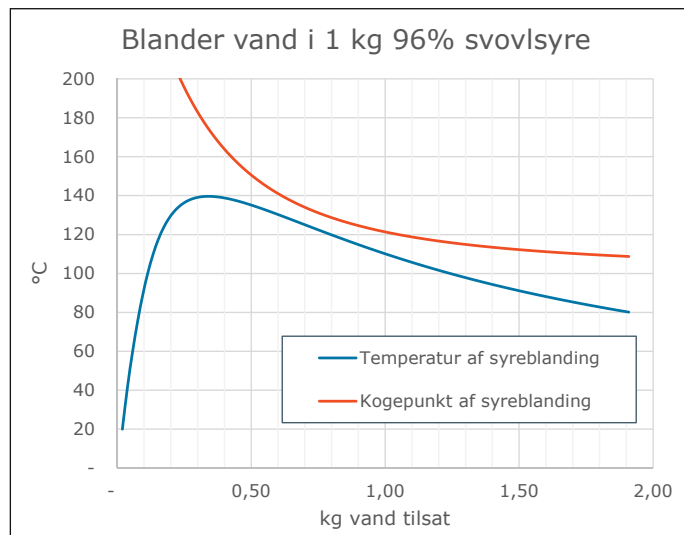
Hvis en underviser i kemi skulle være på jagt efter emner til gode opgaver, kunne svovlsyres fortyndingsvarme være en oplagt kandidat.

Der er mange muligheder. Der kan øves en række fundamentale færdigheder med omregning mellem forskellige enheder, vægtprocenter, molbrøker, fortyndingstal m.m. Afbildninger af fortyndingsentalpien som funktion af molfraktion syre er udfordrende, det kræver logaritmiske skalaer, akser skal vendes o.a. Der kan stilles opgaver i beregning af temperaturstigning, som kan verificeres eksperimentelt, øvelserne kan nemt varieres ved at fortynde i lunkent eller koldt vand. Dissociationen af andensyren kan efter sigende [4] følges ved ledningsevne måling. Fortyndingsvarmen kan også beregnes på anden vis ud fra dannelsesentalpier, selvom de er noget svære at finde.

Vi anbefaler varmt artiklen [4] af Ilya A. Leenson fra Moskva Statsuniversitet, som kommer vidt omkring. Leensons artikel har været en virkelig god kilde til inspiration, uden hvilken vi ikke havde skrevet denne artikel.

Epilog

Tusind tak til Kaj Thomsen fra DTU Kemiteknik, som har hjulpet med præcisering af artiklens terminologi og fluks kunne fremskaffe en digital kopi af Julius Thomsens originalartikel fra sit personlige bibliotek, samt ikke mindst bidrage med en nøjagtig beregning af temperaturstigningen for blandingseksemplet. Også tak til Kirsten Sandberg Bloch, Anders Børsting og Morten Thellefsen fra Haldor Topsøe for hjælpsom assistance. Artiklen er skrevet som frivilligt



Figur 2. Hvis vand hældes i 96 vægtprocent syre stiger temperaturen kraftigt. Allerede efter tilsætning af 250 g vand er temperaturen steget til 135°C. Vands damptryk ved denne temperatur er 3,1 bar abs (2,1 bar overtryk), hvilket er et almindeligt dæktryk for en personbil. Hvis der lokalt ligger et vandlag oven på syren, vil vandet koge eksplosivt og kaste vand og syre ud af beholderen.

arbejde. Vi bliver af principielle grunde nødt til at tage forbehold for trykfejl.

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

Jérôme Frutiger er post doc. og Gürkan Sin er professor ved PROSYS research center på DTU Chemical Engineering.

E-mail:

Frank Hues Hedlund: fhhe@cowi.com

Jérôme Frutiger: jfru@kt.dtu.dk

Gürkan Sin: gsi@kt.dtu.dk

Referencer

1. C. Hellner, U. Kjellberg, Olycka med utsläpp av svavelsyra vid Kemira Kemi AB i Helsingborg, M län, den 4 februari 2005., Statens haverikommission (SHK), Karlstad, Sverige, 2008.
2. H. Müller, Sulfuric Acid and Sulfur Trioxide, Ullmann's Encycl. Ind. Chem. (2000). doi:10.1002/14356007.a25_635.
3. S.K. Kim, M. Roth, Enthalpies of dilution and excess molar enthalpies of an aqueous solution of sulfuric acid, J. Chem. Eng. Data. 46 (2001) 138–143. doi:10.1021/je0000221.
4. I.A. Leenson, Sulfuric acid and water: Paradoxes of dilution, J. Chem. Educ. 81 (2004) 991–994. doi:10.1021/ed081p991.
5. M. Planck, Treatise on Thermodynamics, Mother Earth Publishing Association, New York, 1917.
6. J. Thomsen, Thermochemische Untersuchungen. Dritter band. Wässrige Lösung und Hydratbildung., Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1883.
7. W.L. Gardner, E.C. Jekel, J.W. Cobble, Thermodynamic properties of high-temperature aqueous solutions. IX. Standard partial molal heat capacities of sodium sulfate and sulfuric acid from 0 to 100 deg. J. Phys. Chem. 73 (1969) 2017–2020. doi:10.1021/j100726a062.
8. K. Thomsen, Aqueous Salt Solutions, (2018) - <http://www.phasediagram.dk/products.htm>.
9. W.H. Cropper, Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking, Oxford University Press, 2004.
10. F.R. Bichowsky, Frederick D. Rossini, The Thermochemistry of the Chemical Substances, Reinhold Publishing, New York, 1936.
11. E. Rancke-Madsen, Julius Thomsen, Dansk Biogr. Leks. 1979–84. (n.d.). <http://denstoredanske.dk/index.php?sideId=298309>.

More Molecules of Murder

More Molecules of Murder

John Emsley

Royal Society of Chemistry 2017

ISBN 9781788011037, 227 sider, £17.99

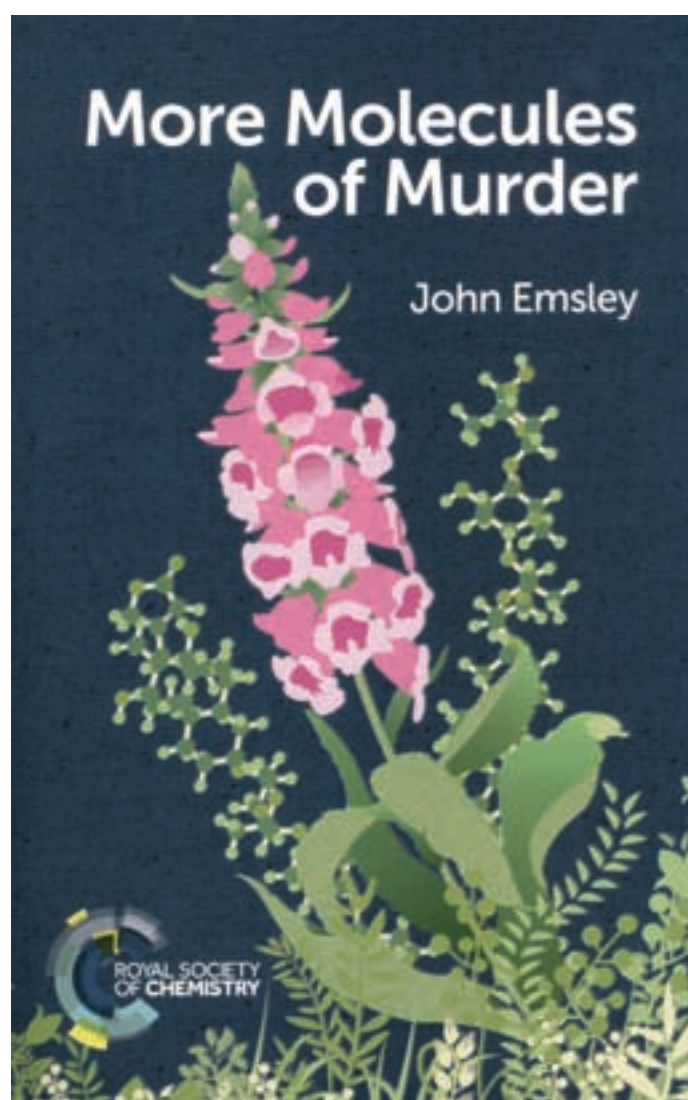
Brugen af gift for at slippe af med sine fjender har været kendt i tusinder af år. Man har beviser for, at stammer i Kenya brugte gifte for mere end 15.000 år siden til at dræbe deres fjender. Nærmere på har vi beretninger fra antikkens Assyrien, Indien og Egypten om mord med metalsalte og plantegifte. Det fortæller os gennem historien, hvor mangen en romersk hersker har måttet bukke under for gifte. Senere gik giften over i krimigenren med Canon Doyles Sherlock Holmes, som dukkede op i litteraturen i *A Study in Scarlet* i 1887, og i 1919 viser mesteren i gifte Agatha Christie sig på scenen med Hercule Poirot i *The Mysterious Affair at Styles*.

More Molecules of Murder's forfatter John Emsley er en kendt britisk forfatter af populærvidenskabelig litteratur specielt med relation til kemi. Han har været ansat ved King's College London i 25 år. Fra 1997-2002 var han ved Department of Chemistry på Cambridge University. Blandt hans bøger kan nævnes: *The Elements*, *The Consumer's Good Chemical Guide*, *The Shocking History of Phosphorus*, *Chemistry at Home* og *Elements of Fortune*.

Der findes mange kriminalhistoriske bøger på markedet. Langt de fleste fokuserer på mordet og morderen. Emsleys bog skiller sig ud fra disse ved at fokusere på giften, der er anvendt til mordet, og derefter beskriver han nogle mord, hvor den specifikke gift har været anvendt.

More Molecules of Murder har en introduktion, der omtaler, hvad man skal forstå ved en gift, og hvordan den kan påvises. Introduktionen omtaler også brugen af gifte gennem historien. Bogen er delt i to dele. Den første del beskæftiger sig med syv menneskeskabte gifte, og den anden del med syv naturskabte gifte fra plante- og dyreverdenen. Desuden to appendikser, dels et over relevant litteratur om gifte og dels et kaldet Glossary, som er en kort kemisk/toksikologisk omtale af hver af de 14 gifte med strukturformler.

Emsley kommer vidt omkring fra antifrostvæsken ethylen-glycol til skarntyde. Han beskriver stoffernes historie og opdagelse og deres brug til mord med eksempler fra det virkelige liv, ligesom han omtaler betydningen af analytisk kemi og retsmedicins rolle ved opklaringen af forgiftninger. Til trods for analytiske metoders perfektionering i dag slipper nogle giftmordere dog fra mordene på grund af for svage beviser. Som en konsekvens af de moderne analytiske metoder til påvisning af



giftene og vanskelighederne i dag med at skaffe sig giftstoffer, ser man dog færre og færre "opklarede giftmord."

Bogen er spændende læsning for elskere af kriminallitteratur, som måske sommetider kan have lidt vanskeligt ved at finde rundt i de anvendte gifte og deres forgiftningssymptomer

Carl Th. Pedersen, Institut for fysik, kemi og farmaci,
SDU, Odense, cthp@sdu.dk

Coniin, skarntyde og Sokrates død

Det tog 60 år at udlede coniins struktur. Her beskrives, hvordan det i 1885 endelig lykkedes. Skarntydes giftighed skyldes bl.a. coniin, og den har i historien været årsag til flere dødsfald. Heraf kendes Sokrates død nok bedst.

Af Carl Th. Pedersen,
Institut for Fysik, Kemi og
Farmaci, SDU Odense

Den græske filosof Sokrates, der levede 469-399 f.Kr. blev ifølge overleveringen henrettet ved hjælp af skarntydesaft. Athen var i en periode blevet ledet af "De Trediver Tyranner"; men havde nu et demokratisk styre. Det var imidlertid den almindelige opfattelse, at de intellektuelle, heriblandt Sokrates, svækkede det atheniensiske samfund med deres synspunkter. Det førte til, at Sokrates blev anklaget for at forsage statens officielle guder og indføre nye guder. Han blev også anklaget for at fordærve ungdommen. Sokrates blev ved en retssag i 399 f.Kr. kendt skyldig og endte med at blive dømt til døden. Han førte selv sagen, og hans optræden under rets-

sagen var nok til en vis grad skyld i den strenge straf.

I stedet for at vente på henrettelsen valgte Sokrates at drikke et bæger skarntydesaft omgivet af sine venner. Vi kender kun beskrivelsen af Sokrates død fra hans ven Platons *Faidon*. Platon var imidlertid ikke selv tilstede ved Sokrates død, og *Faidon* er først skrevet mange år efter hans død. Det har derfor været diskuteret, om det var ren skarntydesaft, Sokrates fik.

Beskrivelsen af hans dødsdanskammer stemmer nemlig ikke helt overens med nutidens viden om symptomerne ved en skarntydeforgiftning. Man benyttede i Athen ved henrettelser en giftblanding - *koneion* - der blandt andet indeholdt opium. Platons beskrivelse passer bedre på en sådan giftblanding end på ren skarntydesaft. [1,2].

Skarntyde og coniin har ikke været meget anvendt til at begå mord. På grund af dets langsomme virkning kan man ofte redde den forgiftede, inden det er for sent. Der har i litteraturen været nogle spekulationer om Alexander den Stores død. Han døde i en alder af kun 32 år. Det er af nogle blevet påstået, at han skulle være blevet forgiftet med skarntyde, men sikker evidens herfor findes ikke. Giftmordenes mester, Agatha Christie, anvender i sin roman *Five little pigs*, figur 2, fra 1942 skarntyde til et mord.

Skarntyde

Skarntyde, *Conium maculatum*, tilhører skærmblostmfamilien *Apiaceae*. *Conium* hentyder til det græske *koneion*, og *maculatum* betyder spredt og hentyder til de spredte rødbrune pletter på plantens stængler, figur 3.

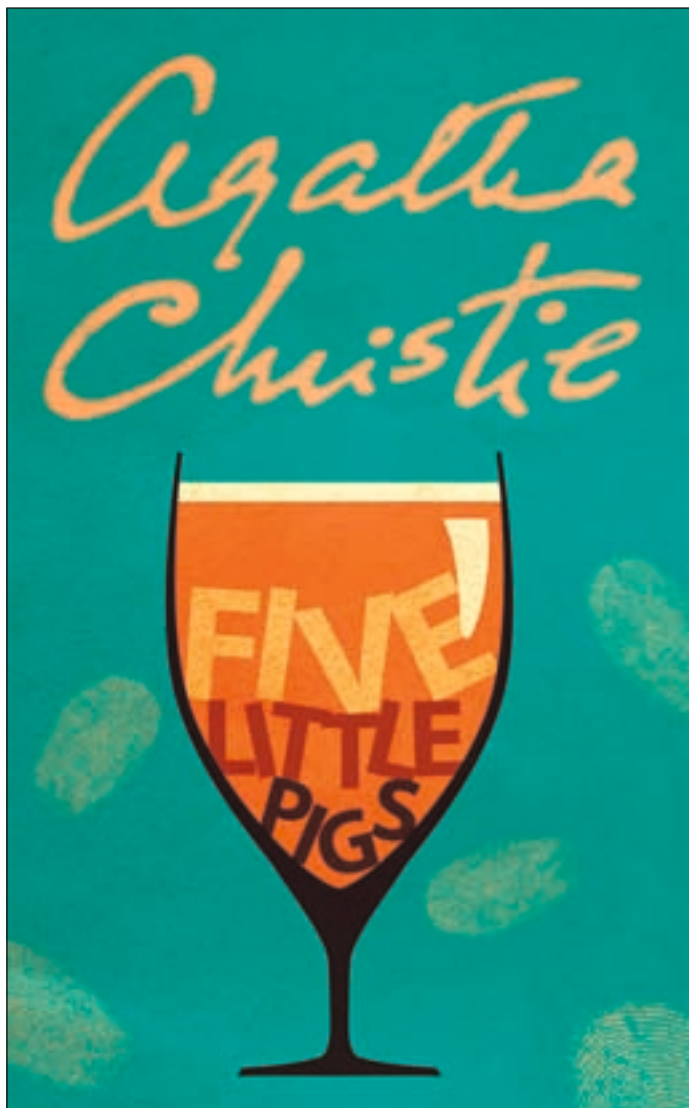
Selv om adskillige skærmblostmstrede planter er giftige, er skarntyde den eneste, hvis giftighed skyldes alkaloider, nemlig de to alkaloider coniin og γ -conicein. Den er en af de planter i naturen, der oftest giver anledning til alvorlige forgiftninger, fordi dens blade minder om persille, roden om pastinak og frøene om kommenfrø. Fugle kan øjensynligt spise frøene uden at tage skade; men man har i Italien haft forgiftninger af mennesker, efter at de havde spist småfugle, som øjensynligt havde spist skarntydefrø.

Som så mange andre giftige planter har skarntyde været anvendt i folkemedicinen mod en række sygdomme som epilepsi, bronkitis, kighoste, ja sågar til børn, der "havde ondt for tænder". Den var optaget i den britiske farmakope indtil 1934.

Skarntyden bør ikke forveksles med den langt giftigere gifttyde *Cicuta*



Figur 1. Sokrates død, maleri af Jacques-Louis David 1787.



Figur 2. Forside af Agatha Christies roman *Five Little Pigs*.

virosa, som den ligner. Den skylder imidlertid sin giftighed en dialkyn cicutoxin.

Coniin

Det medicinske fakultet ved universitetet i Halle udskrev i 1824 en prisopgave om undersøgelse af nogle officinelle tyske giftplanter og deres aktive indholdsstoffer. August Ludwig Giseke besvarede denne prisopgave og vandt førsteprisen og isolerede ved dette arbejde som den første coniin. Han beskrev sit arbejde "Über das wirksame Princip des Schierlings" i Archiv für Pharmacie i 1827 [3]. Ved ekstraktion af frø fra skarntyde og efterfølgende destillation isolerede han en gullig olie, der ikke kunne bringes til at krystallisere. Han gav stoffet navnet coniin. Der fremkom nu de næste 50 år en række forslag til sammensætningen af coniin baseret på forbrændingsanalyse [4].

Geiger og Liebig 1831

Bezelius 1837

Ortigosa 1842

Gerhardt 1848

Gerhardt 1848

Von Planta, Kekulé 1854

Hofmann 1881

$C_{12}H_{14}NO$

$C_{13}H_{22}NO$

$C_8H_{16}N$

$C_8H_{17}N$

$C_8H_{15}N$

$C_{16}H_{15}N$

$C_8H_{17}N$



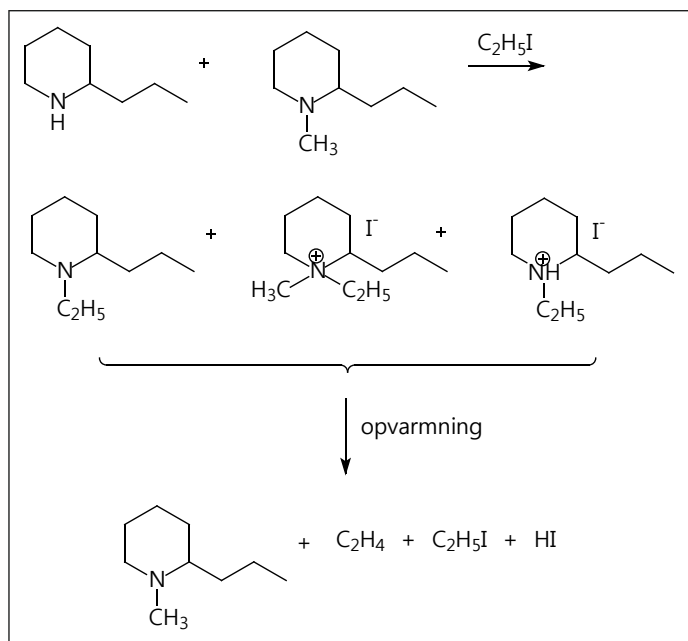
Figur 3. Skarntyde, *Conium maculatum*, er en af de planter i naturen, der oftest giver anledning til alvorlige forgiftninger, fordi dens blade minder om persille, roden om pastinak og frøene om kommenfrø.

Hofmanns bud er det korrekte. Den store forvirring om sammensætningen kan retfærdiggøres ved, at den anvendte coniin, som fra 1837 kunne købes hos Merck, og som er anvendt ved de fleste senere undersøgelser, ikke var ren, men indeholdt vekslende mængder af analoge forbindelser, som man dengang ikke kendte. Endvidere er coniin ekstremt hygroskopisk og næsten ikke til at tørre.

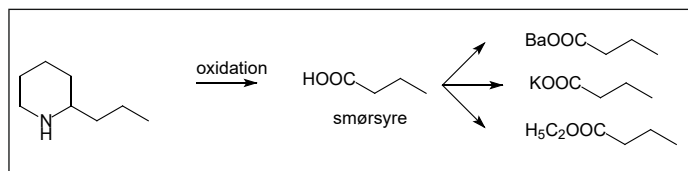
Der skulle således gå næsten 60 år fra Gisekes isolering af coniin til Hofmann i 1885 kunne foreslå den korrekte struktur [5].

Et centralt bidrag til strukturopteklaringen af coniin er A. von Planta og August Kekulé's arbejde "Beiträge zur Kenntniss einiger flüchtigen Basen" fra 1854 [6], hvor de undersøger reaktionen mellem "Jodäthyl" (iodethan) og coniin. Resultatet af deres undersøgelser er vist i figur 4, side 24, med vor nutidige viden om strukturen. Ved deres procedure mistede de imidlertid hovedalkaloidet coniin. Ved stærk inddampning og opvarmning af reaktionsprodukterne isoleres en brændbar gas, der adderer brom, det tolkes som ethen.

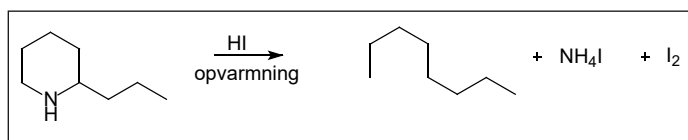
En vigtig observation til strukturopteklaringen er Blyths oxidationseksperimenter [7,8]. Blyth behandlede coniin med stærk salpetersyre, "chromsvovlsyre" eller bromvand. Herved fik han i alle tre tilfælde smørsyre, som identificeres ved lugten, blomkålslignende krystaller af kaliumbutyrat, prismeformede krystaller af bariumbutyrat, og at reaktionsresten med alkohol og koncentreret svovlsyre gav lugt af ananas - ethylbutyrat. Hermed er sidekæden identificeret, figur 5, side 24.



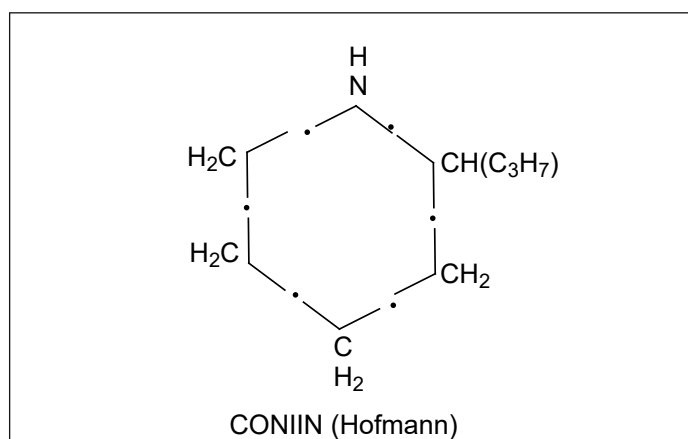
Figur 4.



Figur 5.



Figur 6.

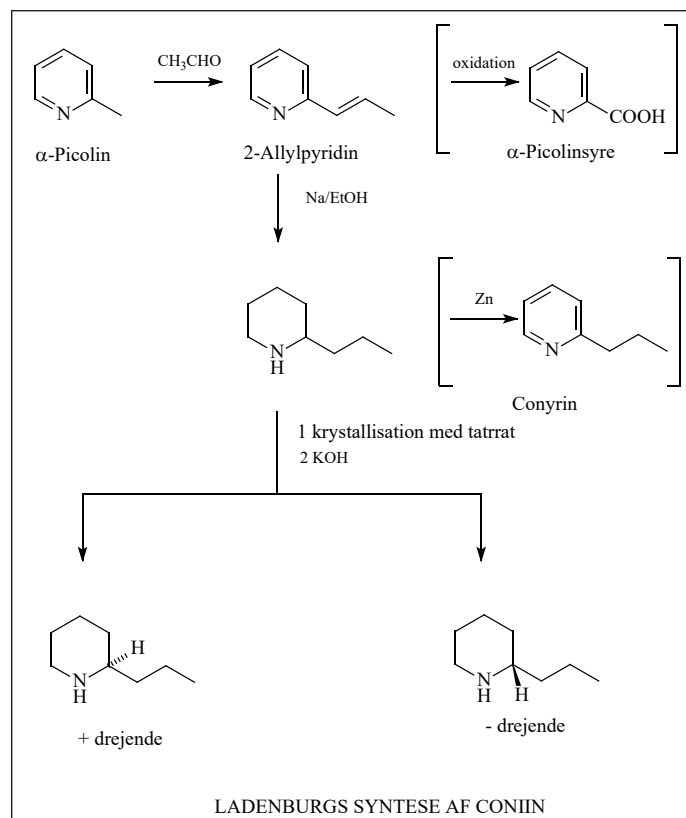


Figur 7.

Hofmann reducerer coniin med hydrogeniodid ved lang tids opvarmning, hvorved han isolerer n-octan, som formodentlig blev identificeret ved kogepunktet [9], figur 6.

På grundlag af disse forskellige tidligere observationer af andre forskere og egne iagttagelser publicerede Hofmann i 1885 den endelige struktur for coniin [5], figur 7.

Hofmanns struktur blev et år senere bekræftet af Ladenburg ved syntese af coniin [10]. Coniin indeholder et asymmetrisk C-atom og Ladenburg skilte de to stereoisomere ad og viste,



Figur 8.

at den højredrejende var identisk med naturligt forekommende coniin. I skarntyden forekommer en blanding af de to, men ikke et racemat, figur 8.

E-mail:
Carl Th. Pedersen: cthp@sdu.dk

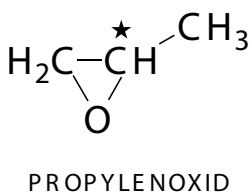
Referencer

1. K.S. Hougaard, Dansk Kemi, 2005, **86** (6/7), 1.
2. M. Puidokait, J. Graefe, A. Sehl, K. Steinke, H.-P. Zeller, D. Sicker, S. Berger, Chemie in unserer Zeit, 2016, **50**, 382.
3. A. L. Giseke, Archiv des Apotheker Vereins im nördlichen Deutschland für Pharmacie und deren Hilfswissenschaften 1827, **XX**, (2), 97.
4. M. Hesse, Alkaloide, Verlag Helvetica Chimica Acta, Zürich, 2000, 118.
5. A.W. Hofmann, Berichte der Deutschen Chemische Gesellschaft, 1885, **18**, (15), 109.
6. A. v. Planta og A. Kekulé, Annalen der Chemie und Pharmacie, 1854, **89** (2), 129.
7. J. Blyth, Annalen der Chemie und Pharmacie, 1849, **70**, 73.
8. J. Blyth, Quarterly Journal of the Chemical Society of London, 1848 Vol. I, No IV, 345.
9. A.W. Hofmann, Berichte der Deutschen Chemische Gesellschaft, 1883, **16**, 586.
10. A. Ladenburg, Berichte der Deutschen Chemische Gesellschaft, 1886, **19**, 2578.

Nyt om ...

... Chiralt molekyle i rummet

Astronomer har identificeret et chiralt molekyle i rummet, propylenoxid (methyloxiran) i spektre fra gasskyen Sagittarius B2 North, hvor en tredjedel af de kendte interstellare forbindelser er blevet fundet. Næsten alle organismer på jorden består udelukkende af den ene spejlbilledisomere af aminosyrer eller carbohydrater, hvilket man ikke har nogen tilfredsstillende forklaring på. Det er derfor betydningsfuldt at kunne påvise chirale molekyler fra rummets urtid, der kunne være oprindelsen til denne præference. Det med * mærkede C-atom er asymmetrisk. De optagne spektre tillader imidlertid ikke at afgøre, om der er tale om et racemat eller en venstre eller højreform.



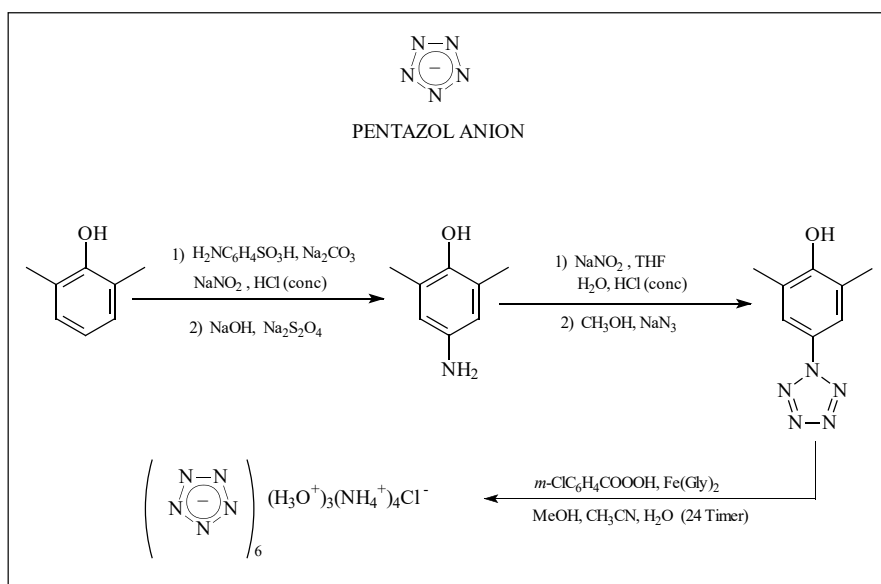
Carl Th.

Discovery of the interstellar chiral molecule propylene oxide ($\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{O}$), *Science* 2017, 352, issue 6292, side 1449. DOI: 10.1126/science.aae0328.



Nyt om ...

... Pentazol anion



På grund af at tripplebindingen i N_2 er en af de stærkeste bindinger, kan polynitrogenforbindelser som azider dekomponere ekstremt exothermt til N_2 . Sådanne forbindelser er derfor af interesse som sprængstoffer og drivmidler i raketter. Indtil nu er den nøgne pentazolring imidlertid ikke syntetiseret. Det er nu lykkedes en kinesisk gruppe at isolere pentazolanionen som saltet $(\text{N}_5)_6(\text{H}_3\text{O})_3(\text{NH}_4)_4\text{Cl}$, der er stabilt op til 117°C på grund af hydrogenbindinger mellem anionen og både H_3O^+ og NH_4^+ . Strukturen er bekræftet ved røntgenkrystallografi. På grund af det store indhold af ikke energirige grupper er saltet imidlertid ikke egnet som sprængstof eller drivstof for raketter, hvorfor man nu søger efter andre måder at stabilisere anionen på.

Carl Th.

Synthesis and characterization of the pentazolate anion cyclo-N_5^- in $(\text{N}_5)_6(\text{H}_3\text{O})_3(\text{NH}_4)_4\text{Cl}$, *Science* 2017, 355 issue 6323 side 374. DOI: 10.1126/science.aah3840.



Isdesserter

Af Jens Folke, lean6sigma.eu

På min færd med at afdække temperaturrens betydning for gastronomien vil jeg starte i det kolde køkken. Jeg har på tv set, hvordan flydende nitrogen kan anvendes til lynfrysning af f.eks. en sorbet, men det er trods alt de færreste, der gør det i det daglige. Men sorbeten har vi faktisk kendt i årtusinder, lavet på naturis fra bjergene iblandet honning og frugtkompot. En salt/vand kuldeblanding til at lave iscreme blev dog først opdaget i Italien i 1500-tallet og gjorde sit indtog ved Ludvig XIVs hof i renæssancens Frankrig; men den kom først til Danmark omkring stavnsbåndets ophævelse i slutningen af 1700-tallet. Isdesserten må således tilskrives Italien, men det var i Frankrig, at den blev forfinet [1].

I Escoffiers køkken omkring år 1900 var isen og de små kager afslutningen på midt-dagen. Ismaskinen på den tid var baseret på en kuldeblanding af 10 kilo is iblandet 1,5 kilo natriumchlorid og 250 g kaliumnitrat, hvilket nok har givet en temperatur på under -20°C [2].

Isen fik man fra ishuse, som havde gemt isen fra sidste vinter, en teknik man har anvendt, siden munkene kom til Danmark i Middelalderen. Fryse-maskinen var af tin og var anbragt i en træbeholder. I tin-frysemaskinen kunne man anbringe forme med dessertis, eller propellen til maskinen kunne trækkes

manuelt op med en dobbelt omrører, så isen ikke satte sig fast på siderne. En dansk opskrift fra omkring år 1900 lyder, med priser:

1½ Pot Sødmælk á 15 Øre: 23 Øre
1 Stang Vanille: 50 Øre
½ Snes Æg: 60 Øre
Melis: 10 Øre
6 Pund Is: 25 Øre
2 Pund spansk salt: 16 Øre
I alt: 184 Øre

Vi skal dog helt op i 1940'erne, før frysehuse til almindelige mennesker kom i brug. I Danmark var frysehuse almindelige fra 1950-ca. 1965, hvorefter hjemmefrysere til husholdningerne blev udbredt. De var baseret på kompressor-teknologi [3]. Alligevel er hjemmelavede isdesserter ikke ret almindelige i dag.

Vi foretrækker industriprodukterne, som desværre ofte er overfyldt med luft og en masse tilsætningsstoffer, så man kan spare på de dyrere råvarer som vanilje, æg, fløde og mælk. Prøv at se på deklarationen på den iscreme du er ved at købe med hjem til børnene, og køb så i stedet æg, fløde og/eller mælk og lav din egen isdessert. Det er faktisk ikke så vanskeligt.

Bortset fra industri-is med minimale mængder gode råvarer erstattet af billigere råvarer og tilsætningsstoffer, skelner man mellem to hovedtyper af dessertis [4,5]:

Sukkerlageis

- Sorbet: Frugtis med 25-50% frugt, vandig sukkerlage (50:50 w/w) og evt. æggebliver pisket med flormelis.
- Sherbet: En amerikansk sorbet med mælk eller yoghurt i stedet for vand.
- Granita: Med iskrystaller, f.eks. champagne, hvidvin eller rødvin frosset med en sukkerlage.

Flødeis

- Parfait: Æg, fløde og sukker lavet til en luftig creme, der fryses i forme uden omrøring.
- Italiensk is (gelato): Æggeblommer, mælk, sukker og evt. fløde lavet til en creme ved opvarmning og frosset i en ismaskine under omrøring.

Mød mig på Facebook: [Køkkenkemisten](https://www.facebook.com/Kokkenkemisten)

E-mail:

Jens Folke: jens.folke@lean6sigma.eu

Referencer

1. <http://madhistorie.dk/venstremenu/madhistoriei.html>.
2. Otto Bock: A. Escoffier's store kokebog. A Hagerups Forlag, København 1927.
3. <http://www.koel-guiden.dk/guides/fryserens-historie.asp>.
4. Jan Pedersen: 100 retter à la Cocotte, 1987.
5. <https://www.b.dk/livsstil/den-perfekte-is>.



Opskrifter

Sorbet

Lav en sirup af lige dele vand og sukker. Tilsæt 25-50% af den ønskede frugt-pulp til siruppen - sigt evt. kerner fra og sæt massen i ismaskine. Når isdannelsen begynder, tilsættes æggehviden og der røres færdigt i ismaskinen. Uden ismaskine røres den stivpiskede æggehvide i den halvfrosne masse og fryses færdig. Kan evt. blendes halvfrosset før servering og man får en mere cremet sorbet.

Sherbet

Køb evt. en færdig frugtyoghurt - den indeholder normalt rigelige sukkermængder. Ellers en yoghurt naturel med friske frugter tilsat sukker i lidt mindre mængde end yoghurten. Indfryses med æggehvide som ved sorbetfremstilling.

Granata

Til én flaske vin bruges en sirup af 2 dl vand og 200 g sukker. Fryses i 3-4 timer. Brug en god rødvin, hvidvin eller champagne. Server den som mellemret mellem fisk og kød. Hæld evt. lidt af den valgte vin over granataen lige før servering for en kraftigere buquet.

Parfait

Til parfait skal ismassen ikke varmes op, fløden skal piskes til flødeskum, og man kan sætte formen i køleskab og skal altså ikke bruge en ismaskine. Til grundopskriften piskes ½ l piskefløde - ikke alt for stiv. I en anden skål piskes 6 æggeblommer med 75 g florsukker og korn af én vaniljestang, evt. med 6 krystaller salt for at stabilisere æggene (som til bearnaise). Flødeskum vendes forsigtigt i æggemassen og over i en isform eller portionsglas, der sættes i fryseren. Det smager godt, hvis man river 200 g mørk chokolade i ismassen, men der findes hundredvis af varianter på nettet.

Iscreme (gelato)

Traditionelt skal iscreme have et vist minimum af mælkefedt (≈ 20-25%), lavet ved at blande sødmælk og piskefløde, mens den italienske gelato indeholder mere mælk ift. fløde (6-7%). Til en god, dansk iscreme kan bruges ½ l piskefløde, ½ l sødmælk, 8 æggeblommer, 100 g sukker, som laves til kagecreme ved at piske den kogene mælkefløde i 8 æggeblommer stabiliseret ved at piske dem med 6 korn salt og de 100 g sukker, til sukkeret er opløst. Varm til blandingen tykner, men ikke over 78°C, da kagecreme kan skille ligesom en bearnaise, se DK 2017(5). Køl cremen af i 3-4 timer og sæt den så i ismaskinen. En af mine favoritter er at hakke 200 g valnødder og give dem et opkog i mælkefløden, så dem fra og så vende dem i cremen før afkøling.

Til gelato bruges letmælk og piskefløde i forholdet 2:1, men ellers er det samme fremgangsmåde.

Lars Rebie Sørensen næstformand i Novo Nordisk Fonden

Den tidligere topchef for Novo Nordisk, Lars Rebie Sørensen, er blevet valgt som næstformand for Novo Nordisk Fonden. Det skriver fonden i en pressemeddelelse.

Lars Rebie Sørensen sidder også i andre bestyrelser, blandt andet i Carlsberg, hvor han også er næstformand.

Bestyrelsen i Novo Nordisk Fonden består dermed af:

• Sten Scheibye, formand

- Lars Rebie Sørensen, næstformand
- Lars Fugger
- Liselotte Højgaard
- Lars Munch
- Marianne Philip
- Steen Riisgaard
- Mads Grøn, medarbejderrepræsentant
- Anne Marie Kverneland, medarbejderrepræsentant
- Lars Bo Køppler, medarbejderrepræsentant

Sapere Aude elitesatsning virker

Det viser den første pilotevaluering af Danmarks Frie Forskningsfonds elitesatsning. Af direkte målbare resultater nævnes, at Sapere Aude forskningsledere opnår et professorat hurtigere end deres fagfæller, som ikke får bevilling. Forskningslederne er samtidig med til at styrke hjemtag af forskningsmidler og løfte talentkultur og excellence i forskningsmiljøerne. Evalueringen viser også, at der mangler kvinder på forskningslederniveau.

Høj motivation for at gennemføre fri forskning på internationalt niveau, stærke meritter og erfaringen som forskningsleder fører hurtigere til fastansættelse som professor end det er tilfældet for fagfæller, som ikke bevilges penge gennem initiativet, viser evalueringen foretaget af IRIS Group for Danmarks Frie Forskningsfond.

42%, som på bevillingstidspunktet er lektorer, opnår efterfølgende fastansættelse i et professorat, til forskel fra fagfæller.

84% af forskerne svarer, at motivationen for at søge en Sapere Aude forskningslederbevilling beror på et ønske om selvstændigt at forfølge forskningsambitioner.

Samlet set betoner forskningslederne, at en Sapere Aude bevilling øger deres chance for at hjemtage eksterne midler, fordi bevillingen er garant for forskningshøjde og dokumenterer forskningslederevner, som blandt andet er en forudsætning for at opnå finansiering fra Det Europæiske Forskningsråd.

Pilotevalueringen bygger blandt andet på cirka 400 surveybesvarelser og kvalitative interviews med fokus på Sapere Aude modtagere fra programstart i 2010.

Enighed om fremtiden for Danmarks radioaktive affald

Regeringen og Folketingets partier er enige om, at det radioaktive affald fortsat oplagres på Risø indtil senest 2073, hvor et dybtliggende slutdepot skal kunne tages i brug. Faciliteterne på Risø skal opgraderes, og mulighederne for at eksportere det mest radioaktive affald vil fortsat blive afsøgt.

Regeringen har fremsat et forslag til folketingsbeslutning, der indebærer en opgradering af Dansk Dekommissionerings lagerfaciliteter på Risø. Opgrade-

ringen vil sørge for, at oplagringsen af det radioaktive affald også i fremtiden sker under betryggende forhold og tager hensyn til højvandesikring, klimastyring og øget affaldsvolumen i takt med, at anlæggene på Risø afvikles.

Samtidig vil der fortsat blive afsøgt muligheder for at eksportere det mest radioaktive affald, eller at deltage i en international deponeringsløsning for radioaktivt affald.

Ultralydsinstrumenter til ethvert formål

Buhl & Bønsøe A/S præsenterer ultralyds-instrumenteringsserien: SDT Checkers. Instrumenterne er simple og lette at betjene.

Vælg det rigtige instrument til opgaven og udfør hurtigt forebyggende og værdiskabende inspektioner - udstyret identificerer hurtigt udfordringer på et tidligt

stadium, inden der opstår større alvorlige problemer.

Supplerende kan der udføres en dybere analyse med ultralydsinstrumenterne SDT200 eller SDT270.

SDT Checker er det perfekte valg til driftsafdelinger og alle andre, som har

ansvar for en pålidelig drift i deres arbejdsområder, under og efter deres vagt.

Serien indeholder:

- LEAKChecker beregnet til at finde tryk- og vakuumlækager.
- LUBEChecker beregnet til at optimere smøring af lejer.
- TRAPChecker beregnet til at vurdere tilstanden på dampfælder og ventiler.
- TIGHTChecker beregnet til at verificere tætheden af lukkede enheder.

Hvert enkelt instrument har en tænd/sluk-knap og fire funktionsknapper, som bruges til at betjene den intuitive grafiske brugerflade. Ultralyd kan anvendes til langt flere opgaver inden for drift og vedligehold end nogle andre teknologier, og henvender sig derfor til alle.

Yderligere information:

Buhl & Bønsøe A/S
Konsulent Danni Nørløv Larsen
Tlf. 20 36 03 96
dnl@buhl-bonsoe.dk



InMotion KF-autosamplere til oven

Mettler Toledo præsenterer nye fuldt certificerede InMotion KF-autosamplere til oven: InMotion Flex og InMotion Pro. Samplerne er designede til at give nøjagtig, præcis og effektiv Karl Fischer-titrering i ethvert laboratorium.

InMotion KF leveres med et hætteglas med ny skruehætte i ét stykke, som muliggør sikker og hurtig prøveforberedelse. En automatisk gasstrømmåler giver operatøren fuld kontrol over ind- og udgående gasstrøm i titreringscellen.

Med funktionen Temperaturscanning kan den tid, der bruges på at analysere stoffer, reduceres med flere timer. Denne funktion fremskynder analysen af prøver ved at bestemme stoffernes ideelle opvarmningstemperatur i én kørsel.

Der kan køres op til 120 prøver i én serie uden at stoppe.

InMotion KF Pro har tre platforme og tre hætteglasstørrelser at vælge imellem og dermed en løsning til laboratorier af alle størrelser og brancher. Tilpassede platforme kan designes til laboratorier med yderligere behov.

Proceduren kalibrerer både ovntemperaturen og hastigheden af gasstrømmen til titreringscellen og overholder derved gældende OMCL- retningslinjer (Qualification of Automatic Titrators,



2016) fuldt ud. Alt er dokumenteret med professionelle og letlæselige certifikater. Derudover leveres der service og support på den nye KF-oven i hele dens levetid.

InMotion KF Flex og Pro kan tilsluttes de seneste versioner af volumetriske (V30S) og coulometriske (C30S) Karl Fischer-titratorer fra Mettler Toledo og

ligeledes de modulære Excellence-titratorer T7 og T9.

Yderligere information:

Mettler Toledo
Carl-Henrik Edfors
Tlf. +46 8 702 50 42
carl-henrik.edfors@mt.com

Leverandørregister

Analyse

A

Automatisk steril prøveudtagning



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Automatisk steril udtag og håndtering
af prøver fra Upstream og Downstream

E

Elektrospinning og elektrospaying



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Coating af partikler/dråber som fibre
og Nano/mikro-partikler. Fra Lab til GMP

F

Fermentering og cellekultur-udstyr



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Nordens største sensor og analyzer
udvalg til lab, pilot og proces

FTIR-udstyr



Bruker Optics Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 10 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com

L

Laboratoriearmaturer

Broen LAB A/S
Drejervænget 2
5610 Assens
Tlf. 63 76 63 76
lab@broen-lab.com
www.broen-lab.com

M

Massespektrometre, proces



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Svanholm.com er distributør af
Thermo Scientific proces MS

Massespektrometre



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
MS til fermenterings-offgas samt
styring af farmaceutisk vakuumtørring

N

NIR-analyse/-udstyr



Bruker Optics Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 10 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Online proces NIR til R&D og GMP
i pulvertørring og pulver-opblanding

O

Opvaskemaskiner



KEN HYGIENE SYSTEMS A/S
Bøgebjergvej 60, Brobyværk
5672 Broby
Tlf. 62 63 10 91
www.ken.dk

R

RAMAN-udstyr



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Håndholdte (ID) + transportable
Raman spektrometre med høj
nøjagtighed

S

Sterile CO₂-inkubator arbejdsbænke



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Baker Ruskinn hypoxia Workbench
kombinerer LAF og CO₂-inkubator

Produktion

Ø

Øjenskyll



Help Care Company ApS
Industrivej 19
8881 Thorsø
Tlf. 22 20 30 64
info@helpcarecompany.dk
www.helpcarecompany.com

Service & miljø

P

Patenter



Chas. Hude A/S
H.C. Andersens Boulevard 33
1780 København V
Tlf. 33 19 34 00 - Fax 33 19 35 00
chashude@chashude.dk
www.chashude.dk



CHYMEIA ApS

Universitetsparken 2

4000 Roskilde

Tlf. 72 40 16 22

info@chymeia.dk

www.chymeia.dk

APB/SDS software med beregning af
CLP klassificeringer

**Har du spørgsmål ang.
leverandørregistret,
så kontakt venligst
Heidi Thode på enten
tlf. 43 24 26 62 eller på
ht@techmedia.dk**

**Du kan også finde mere
information på vores
hjemmeside:
www.techmedia.dk**

**Du kan også finde
dansk kemi her:**

www.kemifokus.dk

**www.facebook.com/
UNG.KEMI**

Interessegruppe for Gasanalyse afholder temamødet

Emissioner fra fremtidens energikilder

Torsdag den 7. juni 2018 kl. 13:00 - 16:30

**Det Nationale Forskningscenter
for Arbejds miljø, Lersø Parkalle 105,
2100 København Ø**

**Alle er velkomne -
tilmelding er nødvendig.**

Danmarks energiproduktion er ved at blive omstillet fra at være baseret på fossile brændstoffer til vedvarende energikilder. Kraftvarmeproduktion omstilles fra bl.a. kul til halm, træflis og andre vedvarende brændsler, og der investeres fortsat i vind og solenergi. Samtidig har en af Nordeuropas førende energikoncerner netop frasolgt sine olieletter. Elbiler vinder frem. I

Norge skal alle biler være forureningsfrie fra 2025, og flere andre lande påtænker at udfase benzin- og dieslbiler i 2030-2040. Brint har været nævnt som et fremtidigt brændstofalternativ, men hvad er status?

Biogas kan produceres under mikrobiel nedbrydning af gylle, affald og restprodukter fra fødevareproduktion, men hvad er klima- og miljøkonsekvenserne af uundgåelige brint- og metanudslip? Ved omstilling fra fossile til vedvarende energikilder skal grænseværdier samt typen af emissioner revideres eller erstattes af nye. Hvilke emissioner skal vi forholde os til i et fossilfrit samfund, og hvilke effekter kan vi forvente på klima og sundhed?

13.00	Velkomst og introduktion	David Balslev-Harder, IGAS
13.10	Regulering af emissioner fra forbrænding af biobrændsler: Fra små til store energianlæg	Lars Kristian Gram, FORCE Technology
13.30	Trafikemissioner fra biodiesel og E85 relativt til fossile brændstoffer	Joakim Pagels, Lund Universitet
14.00	The roll of bio-refineries in the energy mix evolution	Stephanie King, Novozymes A/S
14.30	Kaffe/te/kagepause	
15.00	Power-to-X, opportunities and challenges in a fossil-free future	Peter Blennow, Haldor Topsøe A/S
15.30	Metanemissioner fra biogasanlæg	Jacob Mønster, FORCE Technology
15.50	Climatic consequences of H ₂ from an atmospheric chemists point of view!	Matt Johnson, Københavns Universitet
16.15	Diskussion	David Balslev-Harder, IGAS
16.30	Afslutning	

Der er ingen mødeafgift. Tilmelding foretages *senest den 30. maj 2018* til:

Karsten Fuglsang
FORCE Technology
e-mail: kfu@force.dk

eller

IDAs mødetilmelding
Arr. nr. 327032: FORCE Technology
www.universe.ida.dk/arrangementer/327032



The Danish Chemical Society Annual Meeting 2018

23th of August 2018, Odense,
University of Southern Denmark

Plenary lecture
Prof. Herbert Waldmann
"Evolution-Guided Bioactive Compound Design"

Max Planck Institute (MPI) of Molecular Physiology Dept. of
Chemical Biology and Technical University of Dortmund

The Division of Organic Chemistry/Sektionen for Organisk Kemi

The Division of Pharmaceutics and Biopharmaceutics/Sektionen for Farmaci og Biofarmaci

The Division of Inorganic Chemistry/Sektionen for Uorganisk Kemi

The Division of Theoretical Chemistry/Sektionen for Teoretisk Kemi

Danish Society of Medicinal Chemistry and Chemical Biology/Dansk Selskab for Medicinalkemi og Kemisk Biologi

Society of Chemical Engineering/IDA Kemi

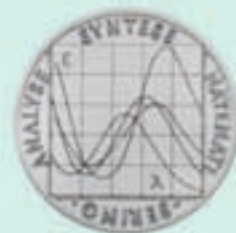
The Division of Analytical Chemistry/Selskabet for Analytisk Kemi

The Danish Society of the History of Chemistry/Dansk Selskab for Historisk Kemi

Danish Society for Molecular Spectroscopy/Dansk Forening for Molekylspektroskopi

Ellen og Niels Bjerrums Kemikerpris 2018/Ellen and Niels Bjerrums Chemistry Award 2018

Free registration – <http://webpay.sdu.dk/system/kf2015/>



Mødekalender (3) 2018

- 31.5-1.6. 2018** Ingeniørforeningen IDA Kemi, Konference om "Big Data" i bioteknologi og biomedicin, Hotel Munkebjerg, Vejle. Se dk 2018, 1.
- 23.8. 2018** Kemisk Forening årsmøde. SDU Odense.
- 26.-28.8. 2018** Ingeniørforeningen IDA Kemi, 18th Nordic Symposium on Catalysis – NSC2018, IDA Mødecenter, Kalvebod Brygge 31-33, København V. Se dk 2017 10/11.

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



• MPA II. NIR IN A NEW LIGHT.



- **Sample Compartment** for liquids
- **Integrating Sphere** for solid and semi-solid probes
- **Fiber Optic Probes** for measurements directly inside the sample containers
- **Transmission Unit** for the analysis of tablets

The MPA II is the result of more than 40 years of experience in the engineering and production of FT-IR and FT-NIR spectrometers. It is a powerful tool for developing sophisticated calibration methods for your laboratory or process needs, yet an easy to use QA/QC instrument for routine work.

With its modular technology, it can be configured individually for each analytical task.

Weitere Informationen unter: www.bruker.com/MPA

Bruker Nordic AB
Vallgatan 5
17067 Solna
Tel: +46 8 655-2530
Fax: +46 8 655-2599
Email: info.bopt.nordic@bruker.com

Innovation with Integrity

FT-NIR