Dit branchemagasin fra TechMedia A/S

Dansk Kemi

Nummer 4 - August 2024 / 105. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

På vej mod mere bæredygtigt sphagnum

Cocktaileffekter i nanomaterialer

LabDays 2024

LabDays 2024

- trade fair for laboratory technology

COPENHAGEN, KB HALLEN 4 - 5 SEPTEMBER

FT-NIR SPECTROSCOPY

MATRIX-F II

Keeping an eye on your process

Optical spectroscopy is today a highly important technology for online process monitoring and optimization. Fiber-coupled probes allow a direct look into the process without time delay.

The MATRIX-F II FT-NIR spectrometer allows direct measurements in process reactors, pipelines or over conveyor belts, leading to a better understanding and control of the process. Its innovative technology provides consistent high quality results, less downtime and direct method transfer. All Bruker process spectrometers are characterized by robustness, long-term stability, and low maintenance costs.

- **Smart Analyzer - Integrated Process Communication**
  Fully autonomous with integrated PC
- **Long Life NIR Source - Average Lifetime >3 years**
  Less need of service interactions during operation
- **IoT Interface - Ready for Industry 4.0**
  Provides many additional device parameters for condition monitoring
- **Laser Diode - Reduced Cost of Ownership**
  Optimized x-axis calibration for added robustness

For more information please visit www.bruker.com/MATRIX-F

INDHOLD

1 **Forside**
Hensyn til natur og klima gør, at der forskes i nye vækstmedier, der kan erstatte sphagnum, der anvendes til såvel erhvervsformål som i private haver og potteplanter. Læs mere herom på side 18. Foto: Freepik.com.

6 **Vi må tænke småt, hvis opskaleringen af Power-to-X skal gå godt**
Læs om, hvordan nanomaterialer kan undersøges ved hjælp af røntgen med henblik på udvikling af nye og bedre katalysatorer.

10 **Måling af lipoproteiner i blod**
Ved hjælp af NMR-spektroskopi kan en mere detaljeret måling af blodets lipoproteiner opnås.

14 **Fra hash og heroin til designerdrugs**
Kreativiteten er stor og nye psykoaktive stoffer sniger sig stadig ind på stofmarkedet.

18 **Sphagnum erstattes af nye vækstmedier**
Som et alternativ til sphagnum forskes der i udviklingen af nye, klimavenlige alternativer.

22 **Smog i stuen kommer IKKE fra hovedvej på 2. sal**
En opfølgende analyse af i hvilket omfang, det kan konkluderes, at den omkringliggende trafik er årsag til indendørs luftforening.

25 **Nekrolog: Christian Lohse**
Den 15. maj sov den velrespekterede forsker og kemiker Christian Lohse ind.

26 **Organisk kemi af kuldioxid**
En bedre forståelse for reaktiviteten af CO_2 kan føre til nye landvindinger i den grønne omstilling.

31 **LabDays 2024**
Læs alt om LabDays-messen, der finder sted i KB Hallen den 4.-5. september.

39 **Foreningsnyt fra IDA Kemi og Kemisk Forening**

TechMedia

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

Redaktion:
Professor Hanne Christine Bertram (ansvarshavende)
hcb@techmedia.dk
Professor 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

Ledelse:
Adm. direktør Peter Christensen
Direktør Rikke Marott Schelde

Redaktionskomité:
Professor Anne S. Meyer (formand)
Professor, dr. scient. Mikael Bols
Professor Morten J. Bjerrum (Kemisk Forening)
Lektor, ph.d. Peter Szabo (Kemiingeniørgruppen)
Lektor, civilingeniør, ph.d. Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foërsom (Næstformand, Kemilærerforeningen)
Chefkonsulent Helle Westphal
Gruppeleder, EHS, FMC site Rønland
Inge Margrethe Jensen
Fagkonsulent Mette Malmqvist

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

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

Annoncer:
Tanja Wulff Dühring
Tlf. 43 24 26 06, twd@techmedia.dk

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

Layout: Trine Plass
Tryk: PE Offset A/S

Oplag: 4.190
Online læsere: 1.279

Abonnement:
Bestilling og ændring/opsigelse sendes til abonnement@techmedia.dk

Trykt på miljøvenligt papir med vegetabilske miljøfarver.

Miljømærket tryksag 5041 0309

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.

Læs bladet online:
www.danskkemi.dk

Se også: www.kemifokus.dk

Eller find Dansk Kemi på:

Scan og hent Dansk Kemis medieinformation 2024 her!
Scan med kameraet på din smartphone.

Foto: Christian Ole Carlsson.

EFCE - en europæisk ramme for danske kemiingeniører

Jeg skrev senest om EFCE i Dansk Kemi i 2013. Det er noget tid siden, og jeg mener derfor, at tiden er inde til et genvisit. EFCE eller "European Federation of Chemical Engineering" blev stiftet i 1953 og repræsenterer i dag 36 medlemsforeninger i 28 lande. Dansk medlem er IDA Kemi; et fagteknisk selskab under Ingeniørforeningen i Danmark, IDA.

Aktiviteterne i EFCE er opdelt i netværksgrupper - 20 "Working Parties" og syv sektioner - som koordinerer netværk mellem fagspecialister såvel som politisk lobbyarbejde med henblik på at fremme uddannelse og forskning inden for generel kemiingeniørvidenskab, samt at gøre opmærksom på kemiingeniørvidenskabens nøglerolle i håndteringen af væsentlige samfundsmæssige udfordringer såsom energiforsyning, miljøforhold og råstofudnyttelse. Netværksgrupperne giver også mulighed for at knytte bånd mellem aktiviteter på universiteter og i virksomheder. Der er aktiv dansk deltagelse i halvdelen af de 20 "Working Parties" med fokus på emnerne partikelsystemer, krystallisation, CAPE, uddannelse, væskeseparation og blanding, procesintensifikation, "Quality of Design" og termodynamik.

> EFCE danner europæisk ramme om aktiviteter og netværk for yngre kemiingeniører

Hvert andet år afholdes European Congress of Chemical Engineering - ECCE. Konferencen ECCE-6 blev afholdt i København i 2007. Den kommende ECCE-15 bliver afholdt i Lissabon i 2025.

På hjemmesiden www.efce.info kan man finde mere information om aktiviteterne i de forskellige netværksgrupper samt løbende se opslag om konferencer og "EFCE Awards". EFCE har også oprettet en officiel kanal på YouTube (www.youtube.com/@europeanfederationofchemic9044) med såkaldte "EFCE Spotligt Talks" inden for kemiingeniørvidenskab.

Jeg vil gerne gøre særligt opmærksom på EFCE's mange aktiviteter for yngre ingeniører, enten via sektionen for "Early Career Chemical Engineers" eller gennem uddelingen af priser og stipendier (Excellence Awards, Student Mobility Awards). Priserne uddeles fortrinsvis for anerkendelsesværdige ph.d.-arbejder på skiftende emneområder.

Peter Szabo, IDA Kemi

TOSOH

MD Scientific

SEC & MALS FOR ACCURATE SAMPLE CHARACTERIZATION

A column optimized for MALS and biotherapeutic analytics

The TSKgel® UP-SW3000-LS U/HPLC SEC column offers unique noise suppression, resulting in increased sensitivity of advanced detection.

A MALS detector with revolutionary technology

The LenS3 MALS detector's design eliminates noise from stray light, thereby maximizing S/N. This results in incredibly sensitive and accurate biomolecular MW measurements.

A team of experts supports your work

Our team of chromatography experts provide our biopharma partners with solutions to develop safe and efficient therapies.

For more information
visit MD Scientific at LabDays 2024 Copenhagen - Booth no. 45

Contact us today for more information about TSKgel Columns and Instruments

+49 6155-7043700
+45 7027 8565

info.tbg@tosoh.com
info@md-scientific.dk

www.md-scientific.dk

Foto: Wikimedia.

Vi må tænke småt, hvis opskaleringen af Power-to-X skal gå godt

Røntgenstråler gør det muligt at undersøge de bittesmå nanomaterialer, der skal være med til at accelerere den grønne omstilling.

Af Jens Edelvang-Pejrup og Kirsten Marie Ørnsbjerg Jensen, Kemisk Institut, Københavns Universitet

Danmark står på tærsklen af en ny æra inden for Power-to-X (P2X), og landets elforbrug til P2X forventes at overstige vores øvrige elforbrug inden for de næste få årtier [1]. En del af dette elforbrug vil dog gå tabt som varme, når der produceres bæredygtige brændstoffer og andre grønne produkter. Hvis vi vil reducere dette energitab, er det essentielt at benytte en katalysator, der kan reducere energibarrieren for den relevante reaktion - hvad enten det er spaltning af vand til H_2 og O_2 som et led i energilagring eller reduktion af CO_2 i produktionen af bæredygtige kemiske udgangsstoffer. På den måde reducerer vi den energi, der er nødvendig for at få reaktionen til at forløbe, og gør processen så energieffektiv som muligt.

Lige nu er de fleste P2X-katalysatorer baseret på ædle metaller som platin og iridium, der både er sjældne og dyre. Hvis vi fortsat skal have tilstrækkelig med ressourcer til at opfylde vores grønne ambitioner, er det altså afgørende, at vi udnytter ædelmetallerne bedst muligt, eller endda udskifter dem fuldkomment [2]. Dette arbejder vi hen imod i Center for High Entropy Alloy Catalysis (CHEAC) på Københavns Universitet, hvor vi blandt andet benytter røntgenstråler til at undersøge materialers struktur, hvordan de dannes, og hvordan de ændrer sig, når katalytiske processer finder sted.

PDF

I en parfordelingsfunktion (PDF) skifter man blandt andet plottets x-akse fra at vise vinkler til at vise afstande. Resultatet er et relativt intuitivt histogram, der viser afstande mellem *par af atomer* i strukturen. Dette gøres ved at normalisere og Fourier-transformere røntgenspredningsdata fra et bredt spænd af vinkler. Processen er lidt kompliceret, men med en god dosis erfaring og det rigtige software, kan data laves til en PDF på et øjeblik.

Når røntgensynet bliver sløret

En katalysator er oftest et fint pulver af partikler, der har en bestemt krystalstruktur. Det er denne atomare struktur, der sammen med grundstofsammensætningen afgør, hvor godt katalysatoren virker. Derfor er disse vigtige at karakterisere, så vi kan kortlægge sammenhænge mellem materialets struktur og dets egenskaber.

Et af de vigtigste redskaber, når en materialekemiker skal bestemme krystalstrukturer, er pulverrøntgenspredning, forkortet PXRD. Her skydes en røntgenstråle på pulveret fra forskellige vinkler, hvilket producerer et karakteristisk spredningsmønster som vist i figur 1c. Da bølgelængden af røntgenstrålerne er omkring 0,1 nm, omtrent samme størrelse som et atom, kan man bruge spredningsmønsteret til at beregne afstanden mellem planer af atomer i et krystallinsk materiale, og dermed finde ud af, hvordan atomerne sidder sammen.

Den simpleste måde at optimere brugen af ædelmetaller i en katalysator er at sikre sig, at mest muligt af metallet

Opentrons Flex

Opentrons' nye og budgetvenlige pipetteringsrobot Opentrons Flex, giver dig mulighed for hurtigt og nemt at opskalere dagligdagens pipetteringsworkflows. Med en open source-platform og anvendelse af blandt andet gripper, temperaturmoduler samt 1-, 8- eller 96-kanals pipetter har du mulighed for at skabe en automatiseringsløsning, der passer til dit workflow – ikke omvendt.

Kom og hør hvordan Opentrons Flex kan opgradere automatisering i dit laboratorie på LabDays **onsdag d. 4/9 2024 kl. 10:00 - 10:25**, hvor Maria Thorsager holder oplæg og står klar til at svare på spørgsmål.

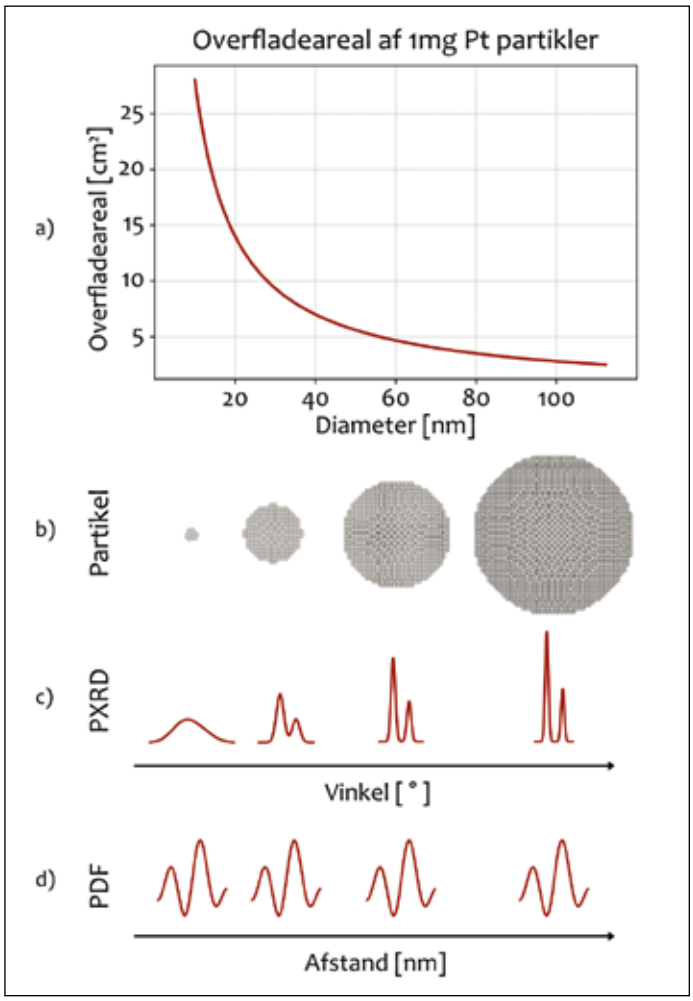
MIKROLAB
AARHUS A/S

opentrons

www.mikrolab.dk

er i kontakt med det kemiske reagens - altså udgangsstofferne til den relevante P2X-proces. Som illustreret på figur 1a og b sker der en drastisk stigning i overfladearealet af en given mængde metal i takt med, at metallet deles op i mindre og mindre partikler. Således bliver overfladearealet af 1 mg platin 10 gange større, når partiklerne går fra 100 nm til at være 10 nm i diameter. Kort sagt er *nano*partikler altså bedre til katalyse end deres *mikro*skopiske søskende. Desværre er de også rigtig svære at få øje på. Figur 1c viser, hvordan de røntgenspredningstoppe, som forskere normalvis bruger til at analysere materialestruktur, bliver bredere, efterhånden som partiklerne bliver mindre. Til sidst er det næsten umuligt at sige noget om strukturen ud fra dem. Det skyldes grundlæggende, at røntgenspredning bestemmer afstanden mellem *planer af atomer*, men der er ganske enkelt ikke plads til veldefinerede planer i helt små nanopartikler.

Heldigvis kan man fra visse typer spredningsdata beregne en såkaldt parfordelingsfunktion (forkortet *PDF*, se faktaboks, side 6), der giver information om afstanden mellem *par af atomer* i stedet for *planer af atomer*. På den måde kan vi stadig se den atomare struktur af meget små nanopartikler og endda materialer, der slet ikke er krystallinske. Man kan sige, at når vores røntgensyn bliver sløret, så fungerer PDF'en som en slags briller, der gør det muligt at få øje på ting, der ellers ville være usynlige (figur 1d).



Figur 1. a) Overfladearealet af 1 mg Pt stiger dramatisk, når det deles op i små nanopartikler, b) nanopartikler med diameter på 10 nm, 30 nm, 60 nm, 100 nm (simplificeret, så hver kugle symboliserer 1.000 atomer). Udsnit af simuleret data for partiklerne viser, at c) spredningstoppe flyder sammen og d) PDF-toppe forbliver tydelige, når partiklerne bliver mindre.

James Bonds favorit, Vesper Martini, *shaken, not stirred.*

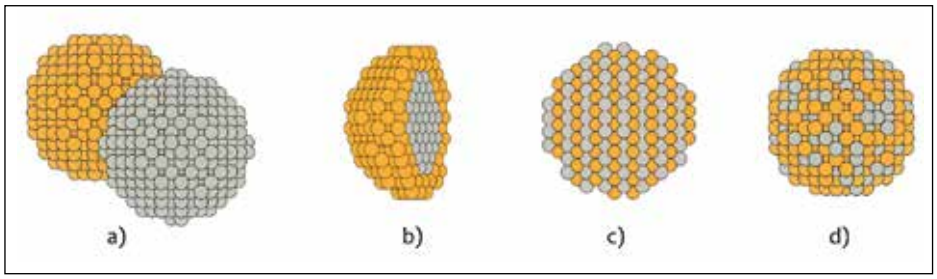
En cocktail af atomer

Udover at lave mindre og mindre nanopartikler, kan man begrænse brugen af ædelmetaller i en katalysator ved at tilsætte nogle billigere grundstoffer. Gør man det, risikerer man blot at "fortynde" effekten af ædelmetallerne, og så er man lige vidt. På den anden side har studier vist, at en blanding af flere forskellige metaller kan have endnu mere favorable egenskaber end metallerne hver for sig [3]. Dette kaldes *cocktaileffekten* - ligesom i en cocktail kan den rette balance mellem simple ingredienser blive til noget, der er endnu bedre end summen af dets bestanddele.

Det er ikke indlysende, hvordan man blander en god nanopartikelcocktail. Skal den indeholde to eller ti metaller? Være homogen eller lagdelt (se figur 2). Mulighederne er næsten uendelige, og det er en af grundene til, at cocktaileffekten er så spændende - den åbner op for et helt nyt univers af materialer, der kan justeres gradvist, indtil de har lige netop de egenskaber, der er nødvendige for at katalysere en bestemt reaktion. Det betyder dog også, at det er et enormt foretagende at undersøge og forstå disse mange milliarder nye materialer.

Shaken, not stirred

En Vesper Martini, *shaken, not stirred*. James Bond ved, hvad han vil have, og han har haft tid til at finde den perfekte opskrift. På den måde minder livet som materialekemiker meget lidt om James Bonds livsstil. For os handler det i stedet om at navigere og sortere i det store udvalg af atomare cocktails, og ikke mindst at være i stand til at reproducere en syntese, når vi får øje på en lovende blanding. For at dette ikke skal blive et sisyfosarbejde, kombinerer vi i CHEAC både teoretiske og eksperimentelle metoder til at forstå de processer, der foregår i løbet af materialernes dannelse. Dette gør os nemlig i stand til at forudse strukturen af gode katalysatorer samt at designe



Figur 2. Forskellige måder to metaller kan fordeles i nanopartikler: a) fasesepareret, b) "core/shell"-struktur, c) "intermetallic" og d) legering [4].

synteser, der producerer lige netop disse materialer.

Når vi går i laboratoriet for at bestemme strukturen af et materiale, tager en måling alt mellem 30 minutter og 24 timer. En typisk syntese af et materiale tager blot et par timer, så vi vil højest kunne indsamle en håndfuld målinger af strukturen, hvis vi vil følge med i dens dannelse. Derfor rejser vi ofte rundt til synkrotroner; store, internationale faciliteter, der producerer meget koncentrerede røntgenstråler, som kan foretage målinger på mindre end ét sekund! Her kan vi følge nøje med i dannelsen af nanopartikler *in-situ*, altså imens de dannes (se figur 3). På den måde kan vi identificere, hvordan faktorer som temperatur, tryk og atmosfære påvirker udfaldet af syntesen. (Hint: Nøglen til succesfulde nanopartikler er ofte, at de er *stirred, not shaken*).

Fra skrot til slot

Det er en bedrift i sig selv at syntetisere nanomaterialer, uanset om de er en cocktail af mange forskellige grundstoffer eller blot nogle få. Herefter venter der en helt ny udfordring i at bestemme materialets egenskaber - er det i stand til at katalysere den ønskede reaktion, og i så fald hvor længe ad gangen. Ligesom batterierne i vores telefoner har katalysatorer det nemlig med at blive dårligere med tiden, og også her er det vigtigt at forstå, hvilke processer der ligger til grund for en sådan deaktivering [6]. Med lidt snilde er det muligt at måle røntgenspredning på materialer, imens de katalyserer en reaktion. Det kræver, at en specialdesignet elektrokemisk celle monteres i røntgenstrålen på en synkrotron, hvorefter det elektriske potentiale kan varieres, samtidig med at der opsamles spredningsdata.

Sådanne *operando*-studier gør det muligt at følge med i strukturelle ændringer, for eksempel overgangen fra en legering til en såkaldt "core/shell"-struktur i figur 2. Et andet velkendt fænomen er "agglomerering", hvor nanopartikler sætter sig sammen i store klumper og derfor ikke længere drager nytte af den store overflade illustreret i figur 1a.

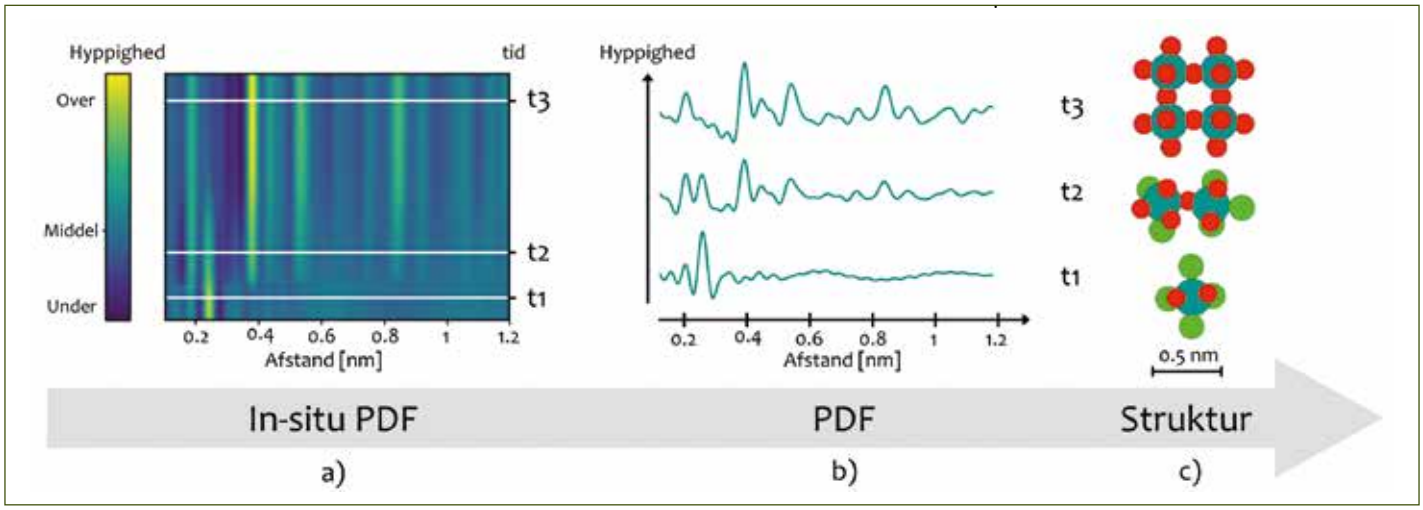
Ændringerne ledsages ofte af et fald i katalytisk aktivitet. Andre gange udgør de et nødvendigt trin i aktiveringen af en katalysator [7]. Uanset om aktiviteten stiger eller falder, giver *operando*-studier værdifulde pejlemærker i jagten på nye nanomaterialer, der kan forbedre levetiden af eksisterende Power-to-X katalysatorer. Desuden giver de uvurderlig information i designet af atomare cocktails, der potentielt kan give grundstoffer, som ellers ville havne på losseplads-sen, ganske ædle egenskaber og dermed reducere behovet for ædelmetaller i den voksende P2X-industri.

Ordliste

P2X: Power-to-X
PXRD: "Powder X-Ray Diffraction"
PDF: "Pair Distribution Function"
In-situ: Imens noget dannes
Operando: Imens noget virker
Vesper Martini: James Bonds yndlingsdrink.

E-mail:
Kirsten M.Ø. Jensen:
kirsten@chem.ku.dk

Referencer
1. Analyseforudsætninger til Energinet, Energistyrelsen, 2023.
2. Kibsgaard, J. *et al.* Considerations for the Scaling-up of Water Splitting Catalysts. Nat Energy 2019, 4 (6).
3. Svane, K.L. *et al.* Theoretical Optimization of Compositions of High-Entropy Oxides for the Oxygen Evolution Reaction. Angew Chem Int Ed 2022, 61 (19).
4. Partikler simuleret af Adam Sapnik.
5. Aalling-Frederiksen, O. *et al.* Formation and Growth Mechanism for Niobium Oxide Nanoparticles: Atomistic Insight from in Situ X-Ray Total Scattering. Nanoscale 2021, 13 (17).
6. Pittkowski, R. *et al.* Following Structural Changes in Iridium Nanoparticles during Oxygen Evolution Electrocatalysis with Operando X-Ray Total Scattering. Preprint December 2023.
7. Arenz, M. *et al.* Tracking the Catalyst Layer Depth-Dependent Electrochemical Degradation of a Bimodal Pt/C Fuel Cell Catalyst: A Combined Operando Small- and Wide-Angle X-Ray Scattering Study. ACS Catal. 2022, *12* (3)



Figur 3. Et typisk workflow, der går fra a) *in-situ* PDF-data til b) separate PDF'er af tre forskellige tidspunkter i *in-situ* dataet (t1, t2, t3), til c) strukturen på de tre udvalgte tidspunkter. Disse data viser konkret dannelsen af niobiumoxid-nanopartikler med hundredvis af PDF'er i løbet af 15 minutter [5].

Måling af lipoproteiner i blod

NMR-spektroskopiske målinger kan hurtigt kvantificere lipoprotein-profiler og giver dermed nye muligheder for ernærings- og sundhedsforskningen.

Af Violetta Aru, Bekzod Khakimov og Søren B. Engelsen, Foodomics, Institut for Fødevarevidenskab, Københavns Universitet

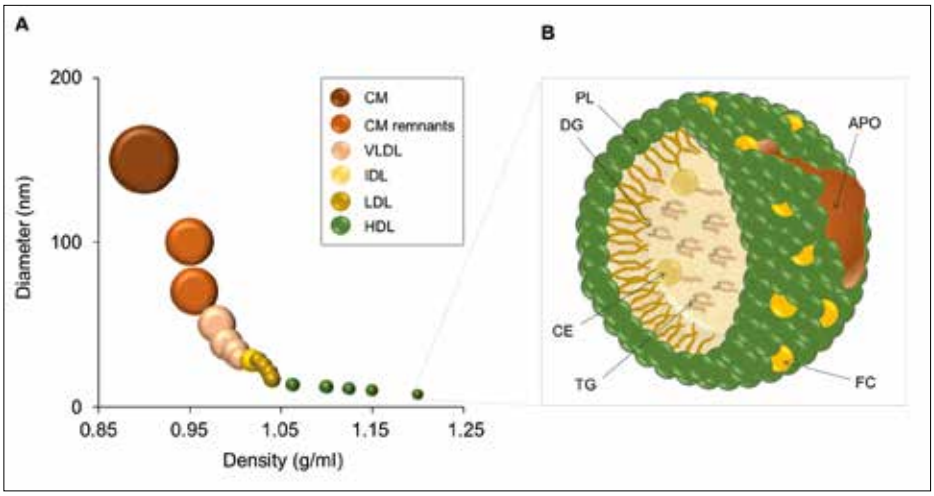
Foto: Unsplash.

Det er velkendt for de fleste, at HDL-kolesterol er godt og at LDL-kolesterol er skidt, men hvad står egentligt LDL og HDL for, og findes der andre typer af lipoproteiner, og hvordan måles de egentlig? Vi vil her demonstrere, hvordan man hurtigt kan måle lipoprotein-profiler ved hjælp af ^{1}H NMR-spektroskopi.

Det fede blod

Personer, som lider af type 2-diabetes og fedme har en forøget risiko for alvorlige sygdomme. Risikoen for udvikling af hjerte-kar-sygdomme har vist sig at være relateret til fordelingen af kolesterol og triglycerider i forskellige typer af lipoprotein-partikler i blodet. Det er derfor vigtigt at være i stand til at måle og overvåge lipoprotein-profiler, både med hensyn til at diagnosticere individuel risiko samt for ernæringsstudier og ved afprøvninger af ny medicin.

Blod består hovedsageligt af plasma (55 procent) og røde og hvide blodlegemer (45 procent). Plasma er den flydende bestanddel af blod og består foruden vand (90 procent) af sukker, proteiner, lipider og salte (10 procent) [1]. Da hydrofobe ikke-polære lipider ikke er opløselige i vand, transporteres de gennem det vandige miljø i plasma indlejret i supramolekylære aggregater kaldet lipoproteiner (LP'er). Man kan betragte lipoproteinerne som små lipidpakker med en polær overflade bestående af proteiner kaldet apolipoproteiner, phospholipider og cholesterylestere. Inde i pakkerne indeholder lipoproteinerne lipider (mono-, di- og triglycerider) og kolesterol, som transporteres med blodet rundt i kroppen [2]. Lipoproteiner er micellulære triglycerid- og



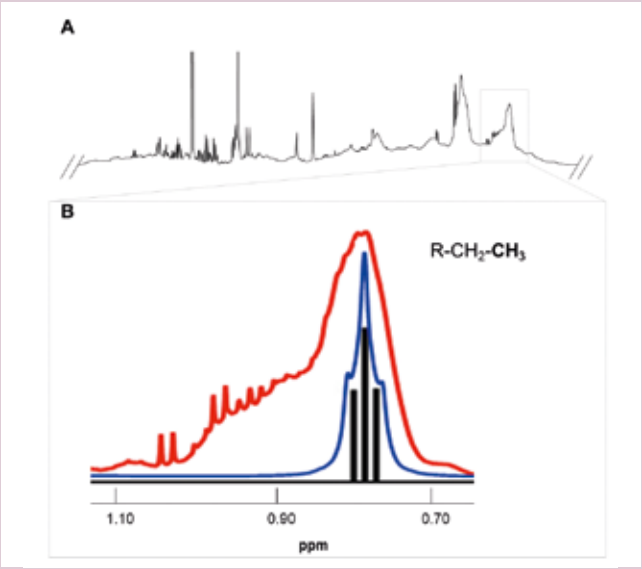
Figur 1. a) De forskellige lipoproteiner (LP) og deres størrelse og densitet. CM: chylomicrons; VLDL: very low-density lipoproteins; IDL: intermediate density lipoproteins, LDL: low density lipoproteins; HDL: high density lipoproteins. b) Typisk lipoprotein micellar struktur. APO: apolipoproteiner; CE: esterificeret kolesterol; DG: diglycerider; FC: frit kolesterol; PL: phospholipider; TG: triglycerider. Modificeret fra Aru et al. [3].

Måling af lipoproteiner med kernemagnetisk resonans (NMR) spektroskopi. NMR er baseret på, at nogle atomkerner (for eksempel ^{1}H, ^{13}C, ^{31}P m.fl.) absorberer energi i form af elektromagnetisk stråling som en funktion af frekvensen. Frekvensen for absorption afhænger hovedsageligt af kernetypen (for eksempel ^{1}H eller ^{13}C) og dets kemiske miljø (for eksempel methyl- eller methylen-protoner).

Mange kemikere kender NMR-spektroskopi i forbindelse med molekylær strukturopklaring og måske endda kvantificering af kemiske blandinger, hvor spektrene består af et stort antal smalle og baseline-separerede signaler for eksempel i proton (^{1}H) NMR metabolomics af blodprøver. Der er imidlertid visse fysiske effekter, som kan brede signalerne ud og ændre deres position (kemisk skift), herunder blandt andet translationel og rotationel diffusion, som igen er afhængig af størrelsen af makromolekyler og supramolekylære aggregater [12].

Nøjagtig denne egenskab gør ^{1}H NMR til en unik analytisk platform til måling af lipoprotein partikelfordelinger (LPD), da forskellige LP-fraktioner har forskellige størrelser og sammensætning og dermed forskellige magnetiske følsomheder [13]. Dette giver igen anledning til karakteristiske ^{1}H NMR-signaler, hvis kemiske skift hovedsageligt bestemmes af den lokale elektrontæthed og rotationsdiffusion af lipoproteinerne.

Det er netop derfor, at et ^{1}H NMR-spektrum af blod/plasma viser en stor mængde velseparerede signaler og to "fede" signaler (se figur 2A). De to fede signaler kan tilskrives protoner i methylen ($-CH_2-$) og methyl ($-CH_3$) grupper, der stammer fra fedtsyrerne i lipoproteinerne. De store og mindre tætte LP-partikler (for eksempel VLDL og LDL) resonerer ved lavere feltstyrke (højere frekvens) end lipidsignalerne fra de mindre LP (dvs. HDL). Figur 2B illustrerer, hvordan kompleksiteten af lipid-signalerne ($-CH_3$) øges, når kompleksiteten af prøvematrixen øges fra teoretiske linjer i en model fedtstof/alkan (sort), via et rent lipidsystem (triglycerid) (blå) til lipider inde i lipoproteiner (rød). Området mellem 0,60 og 1,40 ppm er det spektrale område, der anvendes til bestemmelse af lipoproteinprofiler.



Figur 2. Kompleksiteten af lipidsignaler i blod. Repræsentativt ^{1}H-NMR-spektrum af humant blod (A) med et zoom, der viser NMR-signalerne fra $-CH_3$-gruppe som teoretiske alkanlinjer (sort streg), som rent fedt med konformationelle frihedsgrader (blå streg) og som fedt inde i lipoproteinerne i en blodprøve (rød linje). Modificeret fra Aru et al. [3].

kolesterol-transportpartikler, der kan inddeles i fem grupper baseret på deres densitet (se figur 1).

Lipoproteiner som biomarkør

Kvantificering af kolesterol i blodet har stor interesse i diagnostisk medicin og ernæring, da forhøjede koncentrationer af kolesterol og triglycerider i specifikke LP'er kan relateres til en signifikant forøget forekomst af hjerte-kar-sygdomme (CVD'er) [4]. Undersøgelser af LP-partikelfordelinger i blodet har blandt andet vist en konsistent og direkte sammenhæng mellem plasma LDL og udviklingen af åreforkalkning [4]. Imidlertid kan det totale LDL-kolesteroltal ikke forudsige risikoen for koronar hjertesygdom (tilstoppede arterier) [4].

LDL/HDL-kolesterolforholdet anses i dag for at have en større forudsigelsesværdi end de enkelte LP'er [5]. På grund af den såkaldte "omvendte kolesteroltransport" kan HDL forhindre dannelsen af tilstoppede arterier, der skyldes LDL-metabolisme og dermed repræsenterer en ikke-kausal markør for CVD'er [6]. Det er desuden bevist, at personer med overvejende små LDL-partikler har større CVD-risiko end dem med større LDL-partikler [7]. Derfor er en nøjagtig kvantificering af LP-subfraktionerne et vigtigt screeningsværktøj til forebyggelse og diagnose af CVD. LP-distributionen kan også være en vigtig biomarkør for eksempel for overvægt og fejlernæring.

Måling af lipoproteiner

Ultracentrifugering (UC) er den etablerede referencemetode til separation og dermed kvantificering af lipoproteiner [8].

OTTO – DIGITAL SERVICE FRA BUSCH

OTTO overvåger dine vakuumpumper, overalt, når som helst.

Se tilstanden af din proces eller vakuumpumper med vores digitale service.

OTTO sender automatisk beskeder til Busch i tilfælde af forstyrrelser i din proces.

Oplev fordelen af tilstandsovervågning.

LABDAYS
Stand 41

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

BUSCH
VACUUM SOLUTIONS

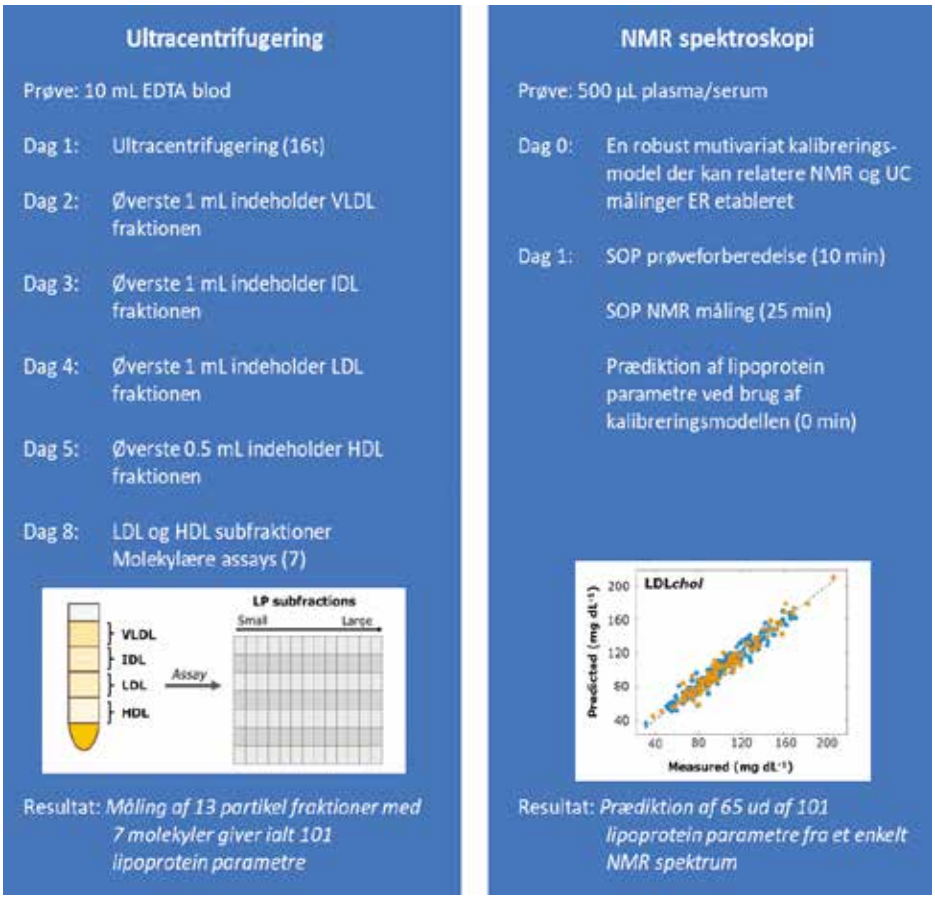
Separering af CM, VLDL, IDL, LDL og HDL opnås ved at justere densiteten af mediet i et antal centrifugeringstrin for at facilitere en sekventiel "flydning" af de individuelle lipoprotein-fraktioner [8]. Den fuldstændige adskillelse af alle lipoprotein-fraktioner kan kræve fra to til fem analysedage [9] (figur 3), hvilket begrænser anvendeligheden af metoden som et screeningsværktøj i epidemiologiske undersøgelser.

Andre metoder til adskillelse og kvantificering af LP inkluderer gelpermeation væskekromatografi (GP-HPLC) og gelelektroforese. GP-HPLC adskiller lipoproteiner på basis af partikeldiameteren, hvor små partikler har en længere elueringstid end store partikler [10], mens gelelektroforese er baseret på adskillelse og analyse af makromolekyler baseret både på deres størrelse og ladning [11]. Begge metoder er temmelig omstændige og derfor heller ikke egnede som screeningsværktøjer. En alternativ og hurtig metode til måling af lipoprotein-fraktioner er kernemagnetisk resonans (NMR) spektroskopi.

Bestemmelse af lipoprotein-fordeling fra ^{1}H NMR-spektre

NMR-spektroskopi er fundamentalt set kvantitativ for det målte prøvevolumen, og man kan derfor kvantificere baselineopløste signaler ved simpel integration. Selv i komplekse kemiske blandinger som blod fungerer dette princip ofte. I lipoprotein-tilfældet (se figur 2) er dette imidlertid ikke muligt, da man i så fald vil kvantificere den totale mængde methylen og/eller methyl i blodet og altså ikke molekylære species. Imidlertid er de to indhyldningskurver for methyl og methylen mere end almindeligt komplekse og indeholder mange underliggende fænomener (kemisk information), der kan relateres til forskellige typer af lipoproteiner.

Da det ikke er muligt at opløse disse komplekse indhyldningskurver i bidrag fra enkelte lipoprotein species, kræves der en kalibrering til en referencemetode (UC). Til forudsigelse af disse lipoprotein-koncentrationer ud fra ^{1}H NMR-spektre er der grundlæggende blevet anvendt to metoder til kalibrering til referencemetoden, nemlig kurvetilpasning og PLS-regression (Partial Least Squares) [3,14]. Kvantificering af lipoprotein-fordeling med NMR er derfor vidt forskellig fra andre kvantitative og kvalitative NMR-applikationer, da den bygger på at analysere formen på signalerne fra metyl- og metylengrupperne. Derfor skal kravene til



Figur 3. Sammenligning af målinger af lipoproteiner med referencemetode og med den NMR-baserede prædiktionsmetode. Ultracentrifugeringsmetoden til venstre tager 5-8 dage og NMR-metoden til højre tager kun lidt over en halv time og muliggør dermed større kohorte screeninger.

NMR-reproducerbarhed strækkes til dets yderste grænse. Standard Operating Procedures (SOP), der minutiøst beskriver prøveindsamling, forberedelse, måling og forbehandling, er derfor udviklet for at øge reproducerbarheden på blodanalyser på tværs af forskellige laboratorier [15]. Når disse SOP'er er udviklet, skal der etableres en multivariat kalibrering af hundredvis af prøver med tilhørende referencemålinger (UC). Først når dette kalibreringsarbejde er udført og grundigt valideret, kan man benytte den udviklede kalibreringsmodel til at bestemme lipoprotein-fordelingen i plasma ud fra et simpelt ^{1}H NMR-spektrum (figur 3).

Udvikling af en prædiktionsmetode

Vi har i samarbejde med Bispebjerg Hospital og Institut for Idræt og Ernæring afsluttet et større studium af ældre, der var fokuseret på, om sarkopeni (aldersrelateret muskeltab) kan reduceres ved at lave fysisk træning og/eller indtage proteinsupplement (CALM-kohorte) [16]. I den forbindelse har vi foretaget en større kalibrering af ^{1}H NMR-spektre og lipoprotein-profiler (UC). Dette arbejde er unikt på verdensplan, da det kræver et omfattende analytisk arbejde med referencemetoden UC. Vi har målt både ^{1}H NMR og UC på blodprøver af 316 sunde, primært ældre, danskere (196 kvinder og 120 mænd) med en alder på 64,5 ± 15 år.

Ved at sammenholde disse målinger med Partial Least Squares (PLS) regression har det vist sig, at vi kunne udvikle prædiktionsmodeller for 65 ud af 101 mulige lipoproteiner (hovedfraktioner, subfraktioner og lipoprotein-molekyler) med en prædiktionsnøjagtighed Q^2 større end 0,6 på testsæt-prøver, heraf kunne 41 prædikteres med en Q^2 større end 0,8 [17]. Dette arbejde betyder, at vi nu og fremover kan prædiktere 65 lipoprotein-parametre ud fra et enkelt ^{1}H NMR-spektrum. Foreløbig har vi testet vores modeller på et uafhængigt prøvesæt fra en svensk kohorte med 85-95 procent match.

Implementering af prædiktionsmetode i software og analytiske perspektiver

For at lette fremtidigt analytisk arbejde med LPD-prædiktioner har

vi implementeret LPD prædiktions-modellerne i vores open access software SigMa [18], som vi bruger til processering af metabolomics prøvesæt. SigMa er skrevet i Matlab og kan downloades på https://food.ku.dk/foodomics. SigMa står for Signature Mapping og er en ny metode, vi har udviklet for at konvertere komplekse NMR-spektre til en kvantitativ metabolit-tabel. På denne måde kan vi både opnå en plasma metabolitprofil og en plasma lipoprotein-profil fra samme NMR-spektrum af plasma. Lipoprotein-profilering giver dermed en ekstra dimension til fremtidige metabolomics-studier såsom kostinterventionsstudier og andre typer af kliniske screeninger uden ekstraomkostninger. Den eneste betingelse for at opnå den ekstra lipoprotein bonusinformation er at benytte en detaljeret SOP for ^{1}H NMR prøveforberedelse og måling.

Tak til Innovationsfonden for økonomisk støtte til denne forskning.

E-mail:
Søren B. Engelsen: se@food.ku.dk

Referencer

1. H.A. Krebs, Annual Review of Biochemistry **1950**, 19, 409-430.
2. L.C. Smith, H.J. Pownall and A.M. Gotto, Annual Review of Biochemistry **1978**, 47, 751-777.
3. V. Aru, C. Lam, B. Khakimov, H.C.J. Hoefsloot, G. Zwanenburg, M.V. Lind, H. Schafer, J. van Duynhoven, D.M. Jacobs, A.K. Smilde and S.B. Engelsen, Trac-Trends in Analytical Chemistry **2017**, 94, 210-219.
4. R. Carmena, P. Duriez and J.C. Fruchart, Circulation **2004**, 109, 2-7.
5. J. Millán, X. Pintó, A. Muñoz, M. Zúñiga, J. Rubiés-Prat, L.F. Pallardo, L. Masana, A. Mangas, A. Hernández-Mijares, P. González-Santos, J.F. Ascaso and J. Pedro-Botet, Vasc Health Risk Manag **2009**, 5, 757-765.
6. G.F. Lewis and D.J. Rader, Circulation Research **2005**, 96, 1221-1232.
7. W.C. Cromwell and J.D. Otvos, *Curr Atheroscler Rep* **2004**, *6*, 381-387.
8. T.G. Redgrave, D.C.K. Roberts and C.E. West, *Analytical Biochemistry* **1975**, *65*, 42-49.
9. S. Monsonis-Centelles, H.C.J. Hoefsloot, S.B. Engelsen, A.K. Smilde and M.V. Lind, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* **2020**, *58*, 103-115.
10. G. Toshima, Y. Iwama and F. Kimura, **2013**.
11. D.L. Sparks and M.C. Phillips, *Journal of Lipid Research* **1992**, *33*, 123-130.
12. P.A. Kroon, *Journal of Biological Chemistry* **1981**, *256*, 5332-5339.
13. J.D. Otvos, E.J. Jeyarajah, D.W. Bennett and R.M. Krauss, *Clinical Chemistry* **1992**, *38*, 1632-1638.
14. M. Petersen, M. Dyrby, S. Toubro, S.B. Engelsen, L. Nørgaard, H.T. Pedersen and J. Dyerberg, *Clinical Chemistry* **2005**, *51*, 1457-1461.
15. a) A.C. Dona, B. Jimenez, H. Schafer, E. Humpfer, M. Spraul, M.R. Lewis, J.T.M. Pearce, E. Holmes, J.C. Lindon and J.K. Nicholson, *Analytical Chemistry* **2014**, *86*, 9887-9894; b) S.M. Centelles, H.C.J. Hoefsloot, B. Khakimov, P. Ebrahimi, M.V. Lind, M. Kristensen, N. de Roo, D.M. Jacobs, J. van Duynhoven, C. Gannet, F. Fang, E. Humpfer, H. Schafer, M. Spraul, S.B. Engelsen and A.K. Smilde, *Analytical Chemistry* **2017**, *89*, 8004-8012.
16. R.L. Bechshoft, S. Reitelseder, G. Hojfeldt, J.L. Castro-Mejia, B. Khakimov, H.F. Bin Ahmad, M. Kjaer, S.B. Engelsen, S.M.B. Johansen, M.A. Rasmussen, A.J. Lassen, T. Jensen, N. Beyer, A. Serena, F.J.A. Perez-Cueto, D.S. Nielsen, A.P. Jespersen and L. Holm, *Trials* **2016**, *17*, 17.
17. B. Khakimov, H.C.J. Hoefsloot, N. Mobaraki, V. Aru, M.V. Lind, L. Holm, J. L. Castro-Mejia, D.S. Nielsen, A.K. Smilde and S.B. Engelsen, *Analytical Chemistry* **2022**, *94*, 628-636.
18. B. Khakimov, N. Mobaraki, A. Trimigno, V. Aru and S.B. Engelsen, *Analytica Chimica Acta* **2020**, *1108*, 142-151.

SCION INSTRUMENTS
A Techcomp Company

PREMIUM CHROMATOGRAPHY

Boost productivity and generate data confidently with our premium gas and liquid chromatography solutions.

SAMSI
ANALYTICAL APPLICATION SERVICES

Please contact SAMSI, our regional distributor
Email: samsi@samsi.no | Phone: +4735975600
www.samsi.no

SCAN FOR MORE INFORMATION

scioninstruments.com

Følg udviklingen:

Fra hash og heroin til designerdrugs

Det danske stofmarked har undergået en markant forandring. Nye psykoaktive stoffer finder vej til brugerne, og både lovgivere og myndigheder skal være skarpe for at holde trit.

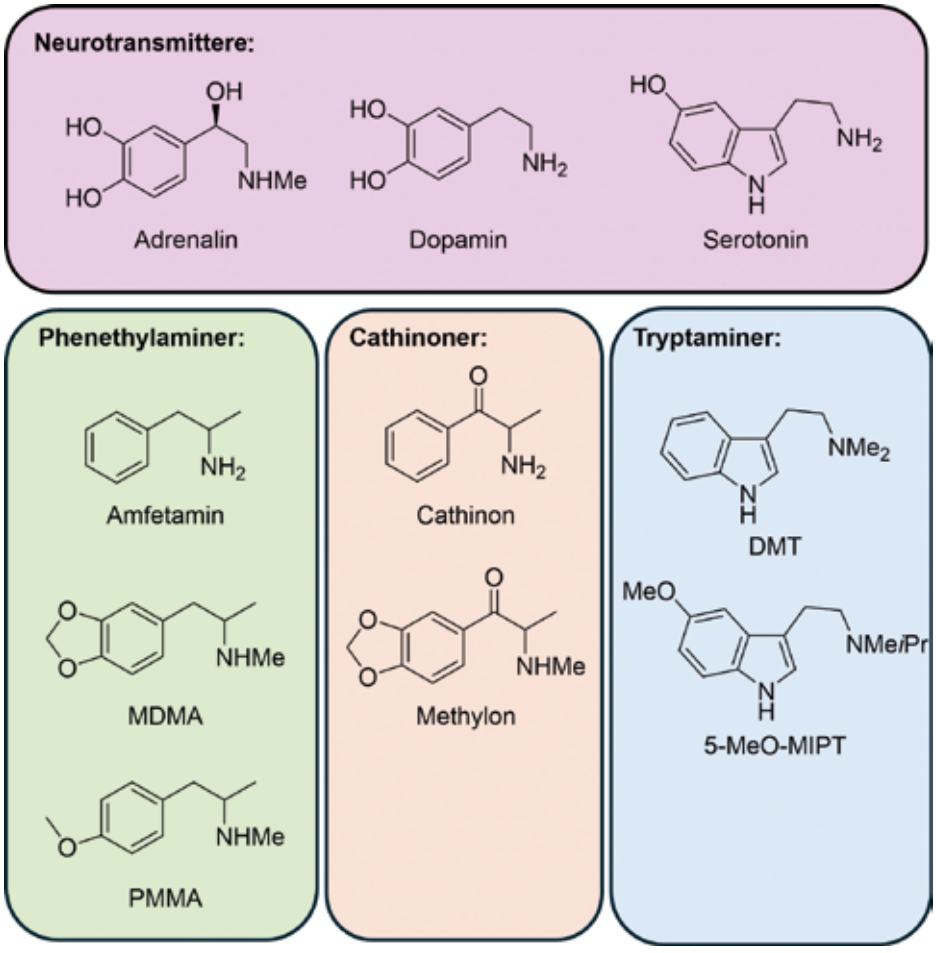
Af Mogens Johannsen,
Institut for Retsmedicin,
Aarhus Universitet

Nye kemiske forbindelser, webshops og narkotikaproduktion langt uden for EU's grænser. Det danske stofmarked har ændret sig markant i de seneste 25 år. Her følger en gennemgang af de mest markante tendenser i hvert årti siden 2000.

2000-2010: Ecstasy og designerstoffer

Før årtusindeskiftet bestod det illegale stofmarked i Danmark næsten alene af de klassiske rusmidler hash, amfetamin, heroin og kokain. Det er stoffer med en velkendt euforiserende virkning og giftighed.

I begyndelsen af det 21. århundrede kom et nyt, markant stof dog på banen. Det nye psykoaktive stof MDMA (methylendioxymethamfetamin), som er



Figur 1. Mange nye psykoaktive stoffer (NPS'er) minder i struktur om de tre signalstoffer adrenalin, dopamin og serotonin.

Faktaboks 1:

Tidlige og nyere ecstasytabletter. De tidlige ecstasytabletter var typisk hvide og præget med et logo fra et kendt varemærke som Mercedes, Rolex, Bacardi eller Motorola. I nyere tid har dette ændret sig, så tabletterne nu ofte både er farvede og har mange forskellige former. Prægningen kan stadig være med et kendt logo eller alternativt ting, der er tidstypiske.

Ecstasy år 2002:
(Mercedes, Rolex, Bacardi og Motorola).

Ecstasy år 2022:
(Trump, Bitcoin, Fugl Føniks og Minions).

en kemisk analog til amfetamin, blev i stigende omfang importeret til Danmark og brugt i nattemiljøet (figur 1).

MDMA's kemiske struktur er en mellemting af de tre signalstoffer adrenalin, dopamin og serotonin, og ikke overraskende er virkningen også påvirkning af alle tre signalveje. Til forskel fra amfetamin, som typisk blev solgt på pulverform, blev MDMA indledningsvist distribueret i tabletter - såkaldte ecstasytabletter. I begyndelsen var de typisk præget med et logo fra et kendt varemærke, for eksempel Rolex eller Mitsubishi, og de var ofte hvide med en rund eller trekantet form (faktaboks 1).

Selvom det typiske indholdsstof i ecstasytabletterne var MDMA, indeholdt enkelte tabletter også andre nye kemiske varianter af amfetamin og MDMA [1]. Typisk var der lavet enkle ændringer af amfetamin eller MDMA-grundstrukturen, for eksempel en halogenering eller methoxylering af den aromatiske gruppe (eksempelvis PMMA, figur 1). Disse såkaldte designerstoffer blev lavet ud fra en formodning om, at stofferne ville have en euforiserende effekt, men på samme tid ville de ofte også være lovlige, da de ikke specifikt ville være nævnt i narkotikalovgivningen. Uheldigvis medførte enkelte af stofferne, for eksempel PMMA, en række dødsfald blandt unge brugere i Danmark. Det var med til at motivere nye tiltag fra Sundhedsstyrelsen og Justitsministeriet (politiet) for at imødekomme det voksende problem. Tiltagene bestod for eksempel af en ny, generisk lovgivning og en mere intensiveret overvågning af de nye stoffer via Ecstasy-projektet (senere kaldt NPS-projektet) (faktaboks 2, side 16). Parallelt med udviklingen i Danmark intensiveredes overvågningen også mere generelt i EU via etablering af et europæisk early warning system, hvortil Danmark stadig bidrager med data. Systemet i EU har nu været aktivt i 25 år [2].

2010-2020: Globalisering og en eksplosion af nye stoffer

Efter en periode på omkring 10 år, hvor nye stoffer primært blev fundet i ecstasytabletter, skete der igen et større skift i modus for produktion og import af nye syntetiske psykoaktive stoffer (NPS) i 2010'erne. Ændringen faldt nogenlunde sammen med den øgede udbredelse og brug af internettet som handelsplatform.

Fra en situation, hvor de danske myndigheder havde nogenlunde overblik over aktører, produktionssteder og stoffer på markedet, medførte globaliseringen, at danske brugere forholdsvist let kunne bestille stoffer fra hele verden. Nye distributører gjorde mange typer nye stoffer tilgængelige, og stofferne blev ofte produceret langt uden for EU's grænser. De nye producenter var ikke bundet op på en historik om dosering og produktion af tabletter, og til en vis grad heller ikke stoffer, men solgte i stedet en række forskellige og nye NPS'er både i pulverform, som mere avancerede tabletter (faktaboks 2, side 16), og som frimærker.

Specielt stoffer distribueret i pulverform har ofte en meget høj renhed - ofte helt rene med en øget risiko for forbrugere, som lettere risikerer en overdosis. I samme periode gik MDMA fra primært at være et indholdsstof i ecstasytabletter til også at være et hyppigt stof fundet i pulverprøver - og den tendens er fortsat frem til i dag.

Toldstyrelsen blev pludselig også en vigtig aktør i kontrollen og monitering med det illegale stofmarked. Det skete, fordi de nye stoffer hyppigt kom med posten i stedet for at blive kørt ind i landet af en kurer.

Flere end 700 nye psykoaktive stoffer blev påvist i EU i 2010'erne, og en del af disse blev også set i Danmark. Tendensen var, at de primært grupperede sig omkring amfetaminlignende stoffer (phenethylaminer) inklusive cathinoner og tryptaminer (figur 1, side 14), syntetiske cannabinoider - som er stoffer, der har aktivitet på cannabinoid-receptorerne, men kemisk set ikke ligner THC - såvel som en række ketamin-lignende (arylcyclohexylaminer) forbindelser [2].

De nye tendenser er tydelige i de seneste års NPS-rapporter fra Sundhedsstyrelsen, hvor det også ses, at nye stoffer nu primært findes i pulverform [3].

Det er også centralt at bemærke, at indtoget af de mange nye stoffer overordnet set ikke har rykket væsentligt ved balancen på det illegale stofmarked. MDMA er klart blevet mere udbredt, men de klassiske narkotika som kokain, amfetamin og specielt hash (THC) udgør stadig hovedparten af politiets beslag [4].

2020: Stoffer på grænsen af loven og nye salgskanaler

De mange nye stoffer, som dukkede op i 2010'erne, ses fortsat i 2024 - enten helt identiske forbindelser eller nye kemiske varianter inden for samme grupper.

2020'erne har dog også været præget af nye tendenser på narkotikamarkedet i udlandet og herhjemme. Specielt har der været internationalt fokus på opioider, som er en stofgruppe, der er specielt farlig på grund af dens evne til at hæmme respirationen med døden til følge. Herhjemme er der gennem en periode fundet ecstasytabletter, der indeholder furanylfentanyl, som er et potent opioid. Men mere nyligt også såkaldte nitazener, som også er meget potente opioider - disse er fundet i både tabletter, pulver og væsker, og de er påvist i forbindelse med flere forgiftningsdødsfald i Danmark. Mængden af sager med illegale opioider er dog relativt begrænset, og i stedet rapporterer blandt andet misbrugscentre og medier om et større misbrug af "lovlige" opioider i form af lægemidler, der sælges illegalt og uden recept.

2020'erne er også præget af en ny lovgivning i Danmark, der tillader cannabisplanter og produkter med et lavt indhold (< 0,2 procent) af det psykoaktive stof THC - den såkaldte cannabisundtagelse. Denne undtagelse blev lavet for at imødekomme et ønske om at lovliggøre cannabis til lindring af forskellige kroniske sygdomme. Cannabis anvendt i denne sammenhæng har i stedet typisk et meget højt indhold af det ikke-euforiserende stof cannabidiol (CBD) (figur 2).

CBD kan isoleres fra cannabisplanterne, og den store efterspørgsel efter planter og produkter med højt indhold af CBD i Danmark og udlandet har gjort, at stoffet i løbet af få år er blevet almindeligt og meget billigt at købe på verdensmarkedet [5]. Paradoksalt nok kan CBD ved en syrekatalyseret cyklisering omdannes til både en variant af THC, såvel som ved efterfølgende hydrogenering til det semi-syntetiske cannabinoid hexahydrocannabinol (HHC) (figur 2).

HHC har angiveligt en effekt som THC, men er dog mindre potent. Sammen med andre lignende semi-syntetiske, THC-lignende cannabinoider sælges HHC i en række forskellige produkter som for eksempel e-cigaretter, puff-bars og vingummi fra danske internetshops og forretninger (figur 2). Det virker derfor som om, at brugergruppen for disse produkter kan være mere bred end for de almindelige misbrugsstoffer.

Endelig har 2020'erne også været præget af brug og misbrug af lattergas. Lattergas er ikke reguleret af narkotikalovgivningen, men i stedet af den såkaldte Lattergaslov. Den minder i et vist omfang om Knivloven i og med, at den sætter begrænsninger på, hvor meget lattergas man må have med sig i det offentlige rum. Lattergas er, som alkohol og euforiserende stoffer, yderst problematisk i forbindelse med færdselssikkerhed.

Samlet set har 2020'erne budt på væsentlige nye ændringer i salgskanaler, formuleringer og typer af nye psyko-

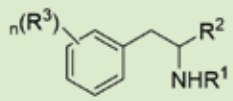
Faktaboks 2:

Ecstasyprojektet og generisk lovgivning. Da nogle af de nye psykoaktive stoffer viste sig at være særdeles giftige, etablerede Sundhedsstyrelsen i samarbejde med Rigspolitiet og de retsmedicinske institutter i Danmark et overvågningsprogram. Formålet var at følge ecstasymarkedet tæt via kemiske analyser af de illegale tabletter [1]. Via denne overvågning blev det i løbet af nullerne klart, at en stigende del af tabletterne indeholdt nye varianter af amfetamin og MDMA. Den danske lovgivning består i princippet af en lang liste over euforiserende stoffer, som ikke må besiddes eller forhandles i Danmark, medmindre der foreligger en tilladelse eksempelvis til medicinsk brug eller forskning.

Hvis et nyt stof dukker op på det illegale marked, kan Sundhedsstyrelsen vælge at indstille det til forbud, hvorefter det tilføjes listen, og myndighederne har nu mulighed for at forsøge at bremse udbredelse og skader. På grund af det stigende antal af stoffer med stor kemisk lighed valgte man dog at supplere lovgivningen med grupper af stoffer - en såkaldt generisk lovgivning - hvor ikke kun et specifikt stof, men grupper af beslægtede stoffer er omfattet som vist for phenethylamin- og cathinongrupperne. Der er på nuværende tidspunkt ti grupper inkluderet i den danske narkolovgivning [6].

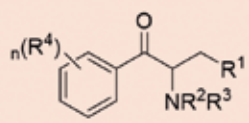
Gruppevis forbud (generisk lovgivning)

Phenethylamin-gruppen:

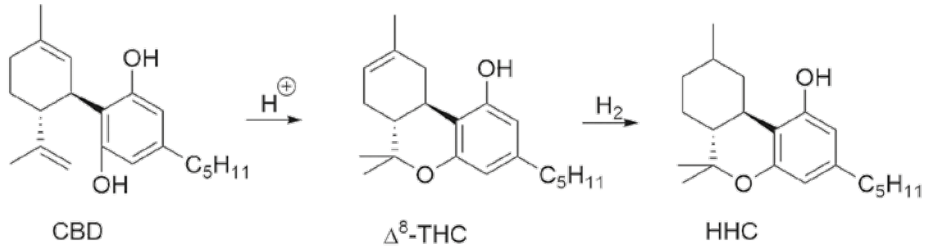


R^1= H, alkyl, methoxybenzyl
R^2= H, methyl, ethyl
R^3= en eller flere alkyl, alkoxy, alkandiylbis(oxy) eller halogensubstituenter og evt. yderligere et antal monovalente substituenter.

Cathinon-gruppen:



R^1= H, alkyl
R^2= H, alkyl, aryl, arylalkyl
R^3= H, alkyl, dialkyl
R^2R^3N- kan også stå for en nitrogenheterocykel.
R^4= H eller en eller flere alkyl, alkoxy, alkandiylbis(oxy), halogenalkyl eller halogen og evt. yderligere et antal monovalente substituenter.



Figur 2. Cannabidiol (CBD) isoleret fra CBD-holdige cannabisplanter kan cykliseres til Δ^8-THC, såvel som ved efterfølgende hydrogenering omdannes til det semisyntetiske cannabinoid HHC. HHC er i Danmark påvist i mange forskellige typer af produkter, for eksempel e-cigaretter, puff-bars og vingummi.

aktive stoffer. Disse ændringer kræver ekstra ressourcer af myndigheder, der arbejder med forebyggelse og sundhed for befolkningen, såvel som med håndhævelse af lovgivningen.

E-mail:
Mogens Johannsen: mj@forens.au.dk

Referencer
1. Sundhedsstyrelsens rapport over Ecstasy i Danmark, 2002: Sundhedsstyrelsen.
2. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (2022), New psychoactive substances: 25 years of early warning and response in Europe. An update from the EU Early Warning System (June 2022), Publications Office of the European Union, Luxembourg.
3. Oversigt over NPS-rapporter fra Sundhedsstyrelsen: Udgivelser | Sundhedsstyrelsen.
4. Oversigt over nye stoffer og beslag i Danmark fra Sundhedsstyrelsen: Advarsler om farlige stoffer | Fagperson | Sundhedsstyrelsen.
5. UNODC, SMART Forensics Update 2024 vol. 1: SMART Forensics Update-Vol.1 (unodc.org).
6. Bekendtgørelse om euforiserende stoffer. Bekendtgørelse om euforiserende stoffer (retsinformation.dk).

BERNER LAB

Din partner i avancerede laboratorieløsninger

Berner Lab er en førende leverandør af laboratorieudstyr og – løsninger. Vi har mange års erfaring med at levere højkvalitetsprodukter til forsknings- og udviklingslaboratorier samt industrielle laboratorie over hele landet. Vores dedikation til innovation og kundetilfredshed gør os til en pålidelig partner i din daglige laboratoriedrift.

Vores omfattende produktportefølje omfatter bl.a.:

Automatisk ekstraktion – CEM
Bioreaktorer - IKA
Celle Disruption – Constant Systems
Centrifuger – LabTech
Kjeldahl/Nitrogen bestemmelse – C. Gerhardt
Krystallisering – Technobis Crystallization Systems
Mikrobølge oplukning – CEM
Opkoncentrering - LabTech
Pipetter – Sartorius
Reaktions Screening - Technobis Crystallization Systems
Shakere, Vortex – IKA
Solutions for Pharmaceutical Testing - SOTAX
Væske Håndtering – Flow Robotics

Besøg os på stand 52 under LabDays 2024

Den grønne vej:
Sphagnum erstattes af nye vækstmedier

Hensyn til både klima og natur gør det nødvendigt at finde nye vækstmedier til gartnerier og planteskoler såvel som til private haver.

Af Helle Hestbjerg, Teknologisk Institut, Aidan Mark Smith, AU - Institut for Bio- og Kemiteknologi og Thayna Mendanha, AU - Institut for Fødevarer

Sphagnum er velkendt som vækstmedium til gartneri- og planteskoleerhverv såvel som til private formål. Af hensyn til klima såvel som bevarelse af højmoser forskes der intenst i udvikling af alternativer. BioSubstrate betegner forskningsprojekter, som udvikler alternative vækstmedier baseret på lokalt producerede biomasser. Både fysisk, kemisk og biologisk forbehandling af forskellige komponenter er nødvendig for at opnå den fine balance mellem vandholdende evne, luftporøsitet, næringsstofindhold, pH, ledningstal og modstandsdygtighed over for nedbrydning.

Det går ikke længere med sphagnum

Anvendelsen af sphagnum til erhvervsformål såvel som til private haver og potteplanter har i årtier været anset for genialt. Forbruget er stort. I 2020 blev der i Danmark anvendt over 400.000 kubikmeter, hvilket skyldes, at sphagnum har en unik evne til at holde på vand og luft og skabe et ideelt miljø for planterødder.

Forbruget har dog fået stigende bevågenhed og anses nu for særdeles problematisk af to årsager. Dels ønskes højmoserne bevaret, da de udgør en særlig naturtype, hvor tørvemosser vokser i næringsfattigt, stillestående vand, som for eksempel i dødishuller. Det tager årtusinder at danne disse højmoser. Det andet aspekt er kommet til at fylde mere i takt med, at klimaændringerne rykker ind på livet af os alle. Der har været lagt et stort arbejde i at identificere "klimasynderne", og udvindelsen af sphagnum fra højmoserne er en af dem. En substitution af 50 procent af det danske sphagnumforbrug vil medføre en reduktion i klimabelastningen på 38.000 tons CO_2e/år.

BioSubstrate

BioSubstrate-projekterne har til formål at udvikle nye vækstmedier, som kan reducere forbruget af sphagnum og på sigt helt erstatte det. Som navnet siger, søges nye vækstmedier udviklet på basis af biobaserede materialer og hvor erhvervets høje krav imødekommes. I BioSubstrate 1.0 blev en lang række materialer screenet for deres anvendelighed. Der var lovende resultater med især træfibre, kompost af pileflis i kombination med kløvergræs (herefter kaldet pilekompost), modnet/lagret bark samt biofibre udvundet af digestate (afgasset biomasse fra biogasanlæg). Men det stod klart, at ingen af de testede

Growing medium	Raw material	Processing	Chloride (mg/l)	Nitrat-N (mg/l)	Ammonium (NH4-N)	K (mg/l)	P (mg/l)	pH	EC (µS/cm)	Bulk density FW (g/L)
Willow-Grass Compost	Hammermilled willow chips + Grass	Windrow Composting (6 months)	924.66 ± 13.50	232.33 ± 5.03	0.63 ± 0.05	2053.33 ± 49.32	36.03 ± 1.00	6.93 ± 0.05	1473.00 ± 21.79	595.00 ± 19.07
Aged Bark	Hammermilled pine bark + (328 g N/m^3 + 0.7 kg Lime/m^3)	Windrow Composting (7 months)	72.06 ± 2.22	5.03 ± 0.75	4.46 ± 0.15	123.00 ± 4.35	38.26 ± 0.61	6.40 ± 0.10	111.33 ± 4.93	545.00 ± 17.69
Wood Fibre	Pine and spruce wood soft wood	High temperature disc-refined extrusion	2.9 ± 0.26	0.4 ± 0.00	0.1 ± 0.0	13.20 ± 1.85	0.70 ± 0.10	4.83 ± 0.11	14.33 ± 1.15	158.00 ± 9.53
Biogas Fibre	Degassed fiber fraction-plant material from biogas plant	Separation, drying, compacting	500.33 ± 12.50	3.66 ± 0.05	87.53 ± 8.34	859.00 ± 36.38	286.00 ± 12.52	8.96 ± 0.05	944.00 ± 35.00	128.33 ± 7.23
Peat	Peat	Blond peat	26.23 ± 2.35	2.76 ± 0.28	6.06 ± 0.66	6.26 ± 1.15	1.56 ± 0.25	4.43 ± 0.05	60.66 ± 3.21	344.33 ± 9.29

Tabel 1. Analyseresultater for de fem komponenter, der blev blandet i forskellige forhold til et dyrkningsforsøg med salat som testplante.

Foroven: Salat dyrket i dyrkningsmedie med 50 procent sphagnumreduktion. Rækkefølge: sphagnum kontrol, pile/kløvergræs kompost, bark, træfibre, biofibre.
Forneden: Salat dyrket i sphagnumfrit dyrkningsmedium. Blandinger med 1/3 af hver komponent. Rækkefølge: sphagnum kontrol, pilekompost/bark/biofiber, pilekompost/bark/træfibre, pilekompost/bark/træfiber og bark/træfiber/biofiber.

biomasser kan stå alene som alternativ til sphagnum.

I 2022 startede så BioSubstrate 2.0. Teknologisk Institut varetager projektledelsen for i alt 12 partnere. Her går vi skridtet videre og ser på blandinger af de nævnte grundkomponenter, som kan komplementere hinandens egenskaber. Derudover afprøves både organiske og uorganiske tilsætninger i mindre mængder, for eksempel kalk, biokul og havreskaller. Både grundkomponenter og tilsætninger vælges ud fra både pris og tilgængelighed i tilstrækkelig store mængder. Der optimeres på kombinationerne for at opnå de ønskede fysiske, kemiske og biologiske egenskaber. Et vellykket vækstmedium kræver en delikat balance af flere egenskaber, herunder vandholdende evne, luftporøsitet, næringsstofindhold, pH, ledningstal og modstandsdygtighed over for nedbrydning.

Flere institutter fra Aarhus Universitet varetager forskningsindsatsen i tæt samarbejde med tre gartnerier, en planteskole og producenter af de forskellige komponenter (se faktaboks om projektets partnere).

BioSubstrate 2.0. Projektkonsortiet består af Teknologisk Institut, Aarhus Universitets Institut for Fødevarer, Institut for Agroøkologi og Institut for Bio- og Kemiteknologi, HortiAdvice, Pindstrup Mosebrug, AST (Advanced Substrate Technology), Ny Vraa, Gunnar Christensens Planteskole, Knud Jepsen a/s, Hunsballe Grønt og Økologihaven ApS.

Nødvendigt med forbehandling

Sphagnum som vækstmedium giver en fin struktur for langt de fleste af de planter, vi dyrker. Det er let at håndtere i gartnerier, da det ikke tilfører næring i særligt stort omfang og det er nemt at styre gødningstilførslen med vandingsvandet. Det har vist sig nødvendigt at forbehandle de nye biomasser, så blandingen af dem bedst muligt imødekommer behovet.

Struktur og kemi

Det er vigtigt, at et vækstmedium ikke falder sammen under produktionen af en plantekultur. Træ og bark anvendes til at give en god og holdbar struktur i de nye vækstmedier. Der udvikles på flere metoder.

Opvarmning af træchips i mættet vanddamp gør dem bløde og defibrering kan derefter ske ved at lade dem passere mellem to roterende disks. Produktet har en passende lav pH (der tilstræbes en pH på 5-6), men indholdet af sukkerpolymerer, hemicellulose og cellulose giver dog en større nedbrydning end der ses med sphagnum, som indeholder mere svært nedbrydeligt lignin.

For at undgå for hurtig nedbrydning, arbejdes også med termokemiske processer. Ved både hydrotermisk karboni-

Økologisk dyrkningsforsøg med basilikum hos ØkologiHaven. Rækkefølge: sphagnum kontrol, 34% reduktion, 66% reduktion, 66% reduktion, 66% reduktion og sphagnumfri.

Robust lille slangepumpe

- Egnet til drift i fugtige og støvede omgivelser (IP66).
- Driftindstillinger: kontinuerlig, tidsindstillet og dosering.
- Flowhastighed på 0,15 µl/min - 750 ml/min.
- Mulighed for mange forskellige pumpehoveder.

NYHED

DRIFTON
THE SCIENCE OF DISPENSING

Kontakt os på 3679 0000 eller info@drifton.dk – se mere på drifton.dk

Dyrkningsforsøg med Kalanchoe hos Queen. Rækkefølge: sphagnum kontrol, 25% reduktion, 50% reduktion. 75% reduktion, 75% reduktion, sphagnumfri.

sering (HTC) og pyrolyse er slutproduktet biokul. HTC er en våd proces, hvor biomasse koges i vand under tryk ved cirka 250°C og et tryk på cirka 40 bar. Her hydrolyseres sukkerpolymererne og opløses i procesvandet, hvor de undergår en aromatisering og bliver til aromatisk kulstof med dobbeltbindinger, som er svært nedbrydelige.

Pyrolysen er derimod en tør proces, hvor biomassen opvarmes til mellem 300 og 600°C. Sukkerpolymererne nedbrydes her til flygtige gasser og det tilbageværende kulstof aromatiseres.

HCT-kullet har et passende lavt pH, men har vist sig at indeholde fytotoksiske organiske syrer, som hæmmer plantevækst. Biokul fra pyrolysen har ikke problemer med fytotoksisitet, men har derimod for højt pH. Netop nu arbejdes der på at finde løsninger på disse udfordringer.

Bark, lagt i miler i 6-12 måneder, gennemgår ikke en decideret kompostering, men mere en modningsproces i form af en delvis omsætning. Den modnede bark er også med til at give vækstmediet en god struktur.

Biologi

Da sphagnum udgør et næringsfattigt medium uden synderlig meget mikrobiologi, har vi en helt anden situation, når de nye vækstmedier tilsættes kompost og biofibre.

Biofibrene er våde, når de kommer fra biogasanlægget og tørres i et kvarter med en starttemperatur på 500-550 grader, hvilket også sikrer, at ingen sygdomsfremkaldende mikroorganismer overføres til vækstmediet. Udover at forbedre strukturen tilfører de også næringsstoffer.

I naturen er det mikroorganismer, som hele tiden sørger for at frigøre næringsstoffer til planternes vækst. Tilsætning af kompost som komponent i de nye vækstmedier viser lovende resultater, men kræver en helt anden tilgang og forståelse for omsætningsprocesserne i vækstmediet, end vi er vant til. Her tilfører vi, udover let omsættelige næringsstoffer, også mikroorganismer, som vil fortsætte deres aktivitet i vækstmediet. Det er derfor vigtigt, at komposten er helt moden. Er der tale om en umodnet kompost, kan det give problemer med, at mikroorganismerne bliver for aktive og optager næringsstoffer, som ellers var tiltænkt planterne til deres videre nedbrydning af det organiske materiale i vækstmediet. Men det kan også vise sig at være en fordel, hvis vi forstår processerne og kan justere vanding og gødskning efter de nye forhold. Mikroorganismerne kan nemlig også være med til at gøre planterne mere robuste. I projektet vil vi blandt andet undersøge, om de nye vækstmedier kan mindske sygdomme i plantekulturerne. Hypotesen er her, at mikrolivet i komposten kan hæmme de sygdomsfremkaldende mikroorganismer.

Anvendelsen af kompost vil have en særlig rolle i den økologiske produktion, som ikke benytter kunstgødning, og hvor tilførsel af næring som en integreret del af vækstmediet kan være en fordel.

Igangværende langtidsforsøg med jordbær på Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer.

Den rette kombination

Kompost og bark er tunge materialer, og de kan holde på henholdsvis for meget og for lidt vand. Biofibre har i udgangspunktet for høj EC og pH, og træfibre er et meget let materiale (tabel 1, side 18). Blandinger er derfor en oplagt vej til at opnå den ønskede kvalitet. I sidste sommers dyrkningsforsøg blev fem komponenter testet i forskellige blandingsforhold: kompost af pile/kløvergræs, modnet bark, damp-extruderede nåletræsfibre, biofibre og sphagnum. I alt blev 31 forskellige blandinger, heraf nogle helt fri for sphagnum, afprøvet i dyrkningsforsøg med salat som testplante. Der blev ikke givet ekstra gødning i den fire ugers forsøgsperiode og derfor opnåede salat, dyrket i ren sphagnum, ikke sit fulde potentiale. Resultaterne viste tendens til, at kombinationer med højt næringsstofindhold (kompost og biofibre), klarede sig bedre end kombinationer med lavt næringsstofindhold, når de blev testet i sphagnum-reducerede blandinger.

Udvalgte blandinger analyseres og testes nu i en række kulturer: blandt andet jordbær, kalanchoe, sommerfuglebusk og basilikum. Dyrkningsforsøgene finder sted hos primærproducentpartnere i projektet og ved Aarhus Universitets Institut for Fødevarer.

Det næste trin bliver at evaluere forbedrede komponenter og tilsætninger såsom biokul, havreskaller og hampefibre for at fremstille blandinger, der er tilpasset de enkelte kulturplanter. Der er stor forskel på kravet til vækstmediet afhængig af, om plantekulturen er klar til salg på et par måneder eller om strukturen i mediet skal kunne holde i et par år, som det kan være tilfældet med buske. Justering af dyrkningspraksis i forhold til EC-niveau og tidspunkt for vanding vil blive implementeret med det formål at opnå protokoller for anvendelse af de nye vækstmedieblandinger.

E-mail:
Helle Hestbjerg, projektleder:
helh@teknologisk.dk
Aidan Mark Smith, adjunkt:
aidan.smith@bce.au.dk
Thayna Mendanha, forsker:
tm@food.au.dk

CultiXcell: Cultivation Excellence!

De bedste Upstream analyzere og sensorer på markedet fås hos CultiXcell

Massespektrometer designet til online
Prima BT og Prima PRO MS til måling af offgas fra 14, 30 eller 62 fermentere. Designet til online måling 24/7-365 med den unikke Scanning Magnetic Sector teknologi (ikke en quadrupole MS).

Aber har online celledensitet på flere måder:
- Futura, kapacitans, måler kun levende celler
- Optura, optisk, linear med offline, boble uafhængig
  Scope: ø12 mm og DN25 probe til fermenter
  Spy: Måler igennem glasset, også shake flasks
  Palm: Håndholdt til shake flasks

Exner optiske celledensitetssensorer
EXspect serien fås med og uden display. Som transmission-sonde og som de nye refleksionssonder.
Nyeste EXspect 251 har boble-algoritme.

4BioCell - Nyt firma med meget erfaring
- 4Bio CellCount Pro nyeste celletæller, med viabilitet uden Trypan blå.
- 4Bio Core, Compact og Combine er analyzere til måling af metabolitter.

CultiXcell A/S Web: www.cultixcell.com Mail: mail@cultixcell.com Telefon: 7174 5811

Smog i stuen kommer IKKE fra hovedvej på 2. sal

Kilder til indendørs luftforurening i lejlighed ved Bispeengbuen i København.

Af Thomas Ellermann, Institut for Miljøvidenskab - Atmosfæriske målinger, Aarhus Universitet

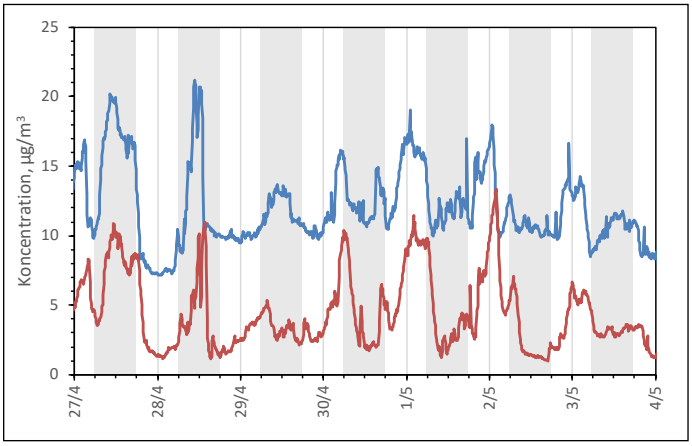
I november 2023 præsenterede Dansk Kemi en artikel med resultater fra målinger af $PM_{2,5}$ (fine partikler) og NO_2 i et ubenyttet rum i en lejlighed på Bispeengen [1]. Lejligheden ligger omkring 15 meter fra vejbanerne på Bispeengbuen (50.000-70.000 køretøjer dagligt) [2]. En af hovedkonklusionerne i artiklen var, at en stor andel af $PM_{2,5}$ og NO_2 (omtalt som smog) kommer fra trafikken på Bispeengbuen [1], og i en medfølgende pressemeddelelse fra Københavns Universitet blev det angivet, at "48 procent af luftforureningen kommer fra vejen" [3]. Denne konklusion er imidlertid forkert, da vejen ikke er den væsentligste kilde til luftforureningen målt i undersøgelsen.

Det har stor betydning, om man indånder "dieselsmog" fra den nærliggende vej, langtransporteret luftforurening eller luftforurening fra egne indendørs kilder. Derfor finder jeg, at det er på sin plads at få berigtiget informationerne om kilderne til den indendørsluftforurening, og derfor er målet med denne artikel at præsentere et mere korrekt billede af, hvor den målte luftforurening stammer fra. Jeg har valgt at fokusere på de fine partikler, da det er disse, som giver langt hovedparten af de helbredsskadelige effekter [4], og som også har hovedfokus i artiklen fra november 2023. Jeg vil dog også omtale nogle af resultaterne fra målingerne af NO_2.

Forskningsgruppens undersøgelser og konklusion

Forskningsgruppen målte luftkoncentrationerne for $PM_{2,5}$ og NO_2. Begge luftforureningskomponenter er helbredsskadelige, men det er de fine partikler, som i dag er ansvarlige for mere end 90 procent af de helbredsskadelige effekter i Danmark [4]. Målingerne blev foretaget med low-cost sensorer fra den 7. april til 4. maj 2022, hvor der blev opsat fem sensorer i et mindre område (størrelsesorden på 400 meter x 200 meter) omkring Bispeengbuen [1]. I de sidste to uger blev der suppleret med målinger i et ubenyttet rum i en lejlighed på 2. sal på Bispeengen og målinger lige udenfor vinduerne til denne lejlighed [5].

På basis af resultaterne fra denne lejlighed blev det konkluderet, at der var god tidsmæssig korrelation mellem de målte koncentrationer i det ubenyttede rum og lige uden for lejligheden. For $PM_{2,5}$ var korrelationskoefficienten (r^2) på 48 procent og for NO_2 på 27 procent [5]. Samtidigt hermed konkluderede forskningsgruppen, at tidsvariationerne for $PM_{2,5}$ og NO_2 passede med variationerne i udledningerne fra vejtrafikken. Forskningsgruppen skriver i artiklen i Dansk Kemi: "I dette studie blev der fundet en betydelig variation i de lokale luftforureningsniveauer i løbet af dagen grundet den trafik, der er i området, hvilket kan ses i figur 3. Der ses en stigning i NO_2 og $PM_{2,5}$ i hverdagsmorgener, hvilket passer med morgenmyldretiden" [1]. Figur 1 viser de samme data [5], som forskningsgruppen præsenterede for $PM_{2,5}$ i deres artikel fra november 2023 (figur 3 nævnt i citatet).



Figur 1. Timemiddelværdier for $PM_{2,5}$ i perioden fra den 27. april til 4. maj 2022 i det ubenyttede rum (rød) og lige uden for lejligheden (blå) på Bispeengbuen. De grå felter markerer dagsperioden med stor trafik. Data er venligst stillet til rådighed af Hildebrand m.fl. [5].

Det er disse observationer og de tidsmæssige korrelationer, som får forskningsgruppen til at konkludere, at "48 procent af luftforureningen kommer fra vejen" [3], og som inspirerer forskningsgruppen til overskriften på artiklen i Dansk Kemi: "Smog i stuen kommer fra hovedvej på 2. sal" [1]. Problemet er bare, at deres data ikke underbygger disse udsagn, og det er der en række årsager til.

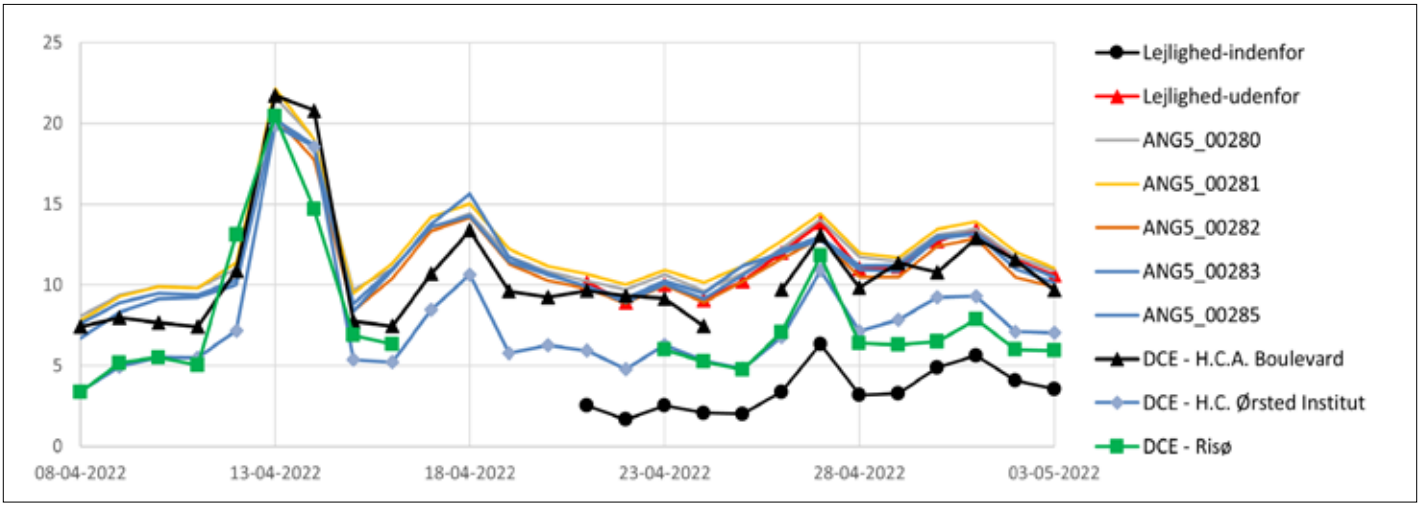
Hvorfor 48 procent og ikke 27 procent?

Ordene "smog" og "luftforureningen" er betegnelser, som dækker luftforureningen mere bredt og ikke blot en enkelt specifik luftforureningskomponent. "Smog" anvendes typisk i forbindelse med den fotokemiske luftforurening, som ofte er relateret til luftforureningen i byer, og er en samlet betegnelse for NO_2, NO, $PM_{2,5}$, O_3, SO_2 m.m. Når man bruger disse udtryk, så er det for mig at se ikke tilstrækkeligt kun at referere til den tidsmæssige korrelation mellem ude og inde for $PM_{2,5}$.

Man bør også nævne, at den tidsmæssige korrelation er på 27 procent for NO_2. Det kommer til at virke "sensationspræget", når man kun omtaler korrelationen for $PM_{2,5}$. Noget andet er, at en tidsmæssig korrelation mellem inde og ude principielt set ikke siger noget om en årsagssammenhæng og den tidsmæssige korrelation er på ingen måde bevis på, at det er den udendørs luftforurening, som måles inde i det ubenyttede rum.

Kilderne til $PM_{2,5}$ i området omkring Bispeengbuen

Figur 1 gengiver forskningsgruppens [5] resultater for $PM_{2,5}$



Figur 2. Døgnmiddelværdier for $PM_{2,5}$ i perioden fra 8. april til 3. maj 2022 fra målingerne med low-cost sensorer i området omkring Bispeengbuen og fra DCE's nationale målestationer på H.C. Andersens Boulevard (gademålestation), taget af H.C. Ørsteds Institutet (bybaggrundsmålestation) og ved Risø, Roskilde (landbaggrundsmålestation) [4]. For yderligere detaljer om målinger og placering af low-cost sensorerne ved Bispeengbuen henvises til [1]. Data fra Bispeengbuen er venligst stillet til rådighed af Hildebrand m.fl. [5].

fra det ubenyttede rum og lige uden for lejligheden. De grå felter angiver tiden fra kl. 6.00 til omkring kl. 16.30, hvilket er tidsrummet med mest trafik i hverdagene. For visse af dagene (27.-29. april) ses de højeste koncentrationer i dagtimerne, men for fire af dagene (30. april - 3. maj) ses de højeste koncentrationer om natten. Den 27. og 28. april ses de højeste koncentrationer snarere midt på dagen end i forbindelse med morgenmyldretiden, som oftest begynder omkring kl. 6.00. I weekenden den 30. april - 1. maj ses relativt høje koncentrationer på niveau med de højeste koncentrationer på mange af hverdagene. Udledninger fra lokale kilder i området, herunder vejtrafik, kan ikke forklare disse høje koncentrationer om natten mellem lørdag og søndag.

Data underbygger derfor ikke konklusionen om, at det er vejtrafikken på Bispeengbuen, som skulle være årsag til variationerne. Data peger i stedet på, at det er de naturlige variationer i de meteorologiske forhold, som er den væsentligste årsag til de målte variationer. Dette hænger sammen med, at $PM_{2,5}$ kan opholde sig længe i luften, og at de derfor kan transporteres mere end 1.000 kilometer med luften. Tænk blot på blodregnen, som ses indimellem i Danmark, som skyldes sand fra Sahara, der med luften er blevet transporteret flere tusinde kilometer fra Sahara til Danmark.

Grundet den lange transportvej i luften, så bliver udledningerne fra kilderne blandet op og derfor ses en relativt lav geografisk variation for $PM_{2,5}$ i Danmark. Dette ses for eksempel af resultaterne fra overvågning af luftkvalitet i Danmark [4], som viser, at der kun er 10 procent forskel i årsmiddelværdierne på målestationen ved Risø i Roskilde, som ligger i et landbrugsområde, og målestationen på H.C. Ørsteds Institutet i København, hvor den såkaldte bybaggrundsluftforurening måles [4]. Data viser også, at omkring 2/3 af $PM_{2,5}$ på gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard stammer fra kilder uden for København og kun omkring 1/3 stammer fra den lokale vejtrafik [4].

Bispeengbuen og langtransport af fine partikler

Resultaterne fra sensormålingerne passer med viden om, at det er langtransport af $PM_{2,5}$, som er den største kilde til fine partikler i området omkring Bispeengbuen, og at det er de naturlige variationer i de meteorologiske variationer, som giver anledning til de tidsmæssige variationer i $PM_{2,5}$. Figur 2 viser sammenligning mellem døgnmiddelkoncentrationer for de fine partikler beregnet ud fra målingerne med low-cost sensorer og resultater fra DCE's målestationer ved Risø, H.C. Ørsted Institutet og H.C. Andersens Boulevard [4]. Det er svært at se forskel på døgnmiddelkoncentrationerne for low-cost sensorerne, når man ser bort fra sensoren inde i lejligheden. Middelværdierne for de seks sensorer ligger fra den 21. april til 3. maj alle inden for intervallet 10,7-11,9 µg/m^3. At det er svært at se

Figur 3. Udsnit fra Luften på din vej [6], som viser modelberegnede årsmiddelkoncentrationer for $PM_{2,5}$ for 2019 for området omkring Bispeengbuen. 2019 er det seneste beregningsår. Pilen angiver den omtrentlige placering af lejligheden.

forskel, er rent faktisk en af pointerne ved figuren, da det viser sig, at den geografiske variation i området er meget lille, og at alle sensorerne følger den samme tidsmæssige variation. Dette ville ikke have været tilfældet, hvis vejtrafik på Bispeengbuen havde været den væsentligste kilde.

Målingerne ved H.C. Andersens Boulevard viser den samme tidsmæssige variation som sensorerne, men ligger i gennemsnit 7 procent under gennemsnit for sensorerne. De tidsmæssige variationer målt ved Risø og H.C. Ørsteds Institutet korrelerer også med sensorerne og H.C. Andersens Boulevard. De høje koncentrationer målt den 13. april, 14. april, 18. april og 27. april ved Risø og H.C. Ørsteds Institutet ses også ved H.C. Andersens Boulevard og sensorerne. Dette viser, at det er langtransport af $PM_{2,5}$, som styrer de tidsmæssige variationer.

Forskellen mellem koncentrationerne målt ved en gademålestation og en bybaggrundsmålestation betegnes gadebidraget. Ved at sammenligne gennemsnittene for de udendørs sensorer ved Bispeengbuen med resultaterne fra H.C. Ørsteds Institutet ses, at gadebidraget udgør omkring 1/3 af $PM_{2,5}$ i området ved Bispeengbuen. Dette er i god overensstemmelse med resultaterne fra H.C. Andersens Boulevard [4]. Vejen bidrager, men det er helt klart ikke den vigtigste kilde.

Luftforurening i en benyttet lejlighed

Niveauet målt i det ubenyttede rum ligger på 1/3 af niveauet målt i lokalområdet uden for lejligheden (figur 3). Men niveauet i det ubenyttede rum ligger også på halvdelen af niveauet målt ved Risø, som ligger i et landligt område ved Roskilde Fjord. Overskriften på artiklen i Dansk Kemi i november kunne derfor lige så godt have været, at niveauerne i lejligheden ved Bispeengbuen kun ligger på halvdelen af niveauet på landet ved Roskilde Fjord. Men den måde at se det på er også misvisende.

Målingerne i det ubenyttede rum siger i virkeligheden ikke ret meget om den forurening, som beboerne i lejligheden eksponeres for. Niveauerne i det ubenyttede rum mangler bidrag fra de normale indendørskilder så som madlavning, stearinlys, boligopvarmning m.m. Disse kilder kan sagtens være de vigtigste for den indendørs luftforurening. Der mangler derfor målinger i de benyttede rum, så målingerne i det ubenyttede rum kunne være sat i forhold til den mere typiske luftforurening indendørs.

Mangler i det danske luftovervågningsprogram

Målingerne ved Bispeengbuen blev anvendt af Københavns Universitet som en basis for kritik af det danske overvågningsprogram for luftkvalitet under NOVANA [3]. I pressemeddelelsen fra Københavns Universitet blev det fremført, at der i forbindelse med den nationale overvågning kun foretages målinger ved tre lokaliteter i København. I pressemeddelelsen hed det blandt andet: ”Så man mangler et mere nøjagtigt billede af resten af København og af nærlokale effekter generelt. Det er det, som de sensorer, vi her har brugt, kan give hurtigt, billigt og nemt” [3]. De vælger imidlertid at lade være med at omtale, at det nationale overvågningsprogram for luftkvalitet består af målinger i kombination med omfattende modelberegninger af luftkvaliteten. Hvert år foretages modelberegninger af koncentrationerne af $PM_{2,5}$ for 98 udvalgte gadestrækninger i København, som omfatter strækninger med høj luftforurening, herunder Bispeengbuen.

Med nogle års mellemrum bliver der yderligere lavet modelberegning med modelsystemet kaldet ”Luften på din vej”, som dækker hver enkelt adresse i Danmark. Figur 3 viser et udklip af de seneste resultater for 2019 fra ”Luften på din vej” for $PM_{2,5}$ i området omkring Bispeengbuen [6]. Det fremgår tydeligt, at der i området omkring Bispeengbuen er forhøjede koncentrationer af $PM_{2,5}$. Årsmiddelværdien for $PM_{2,5}$ ligger på omkring 12 µg/m^3 i 2019 ved lejligheden på Bispeengen, mens den ved målestationen på H.C. Andersens Boulevard er på 13 µg/m^3. Der er derfor allerede viden om den høje luftforurening i området omkring Bispeengbuen, ligesom overvågningsprogrammet giver detaljeret viden om luftforureningen i størstedelen af Danmark.

Og så er der det med de nærlokale effekter. Måleresultaterne fra low-cost sensorerne viser stort set de samme tidslige variationer og koncentrationer for $PM_{2,5}$ uafhængigt af, hvor sensorerne var placeret i måleområdet. Koncentrationerne er endvidere stort set magen til de resultater, som ses ved H.C. Andersens Boulevard, der har en trafikintensitet på niveau med Bispeengbuen. De lokale variationer i $PM_{2,5}$ er derfor små. I sammenhæng med den nationale overvågning af luftkvalitet er det derfor min faglige vurdering, at der ikke er grund til at etablere et finmasket målenet med sensorer til måling af $PM_{2,5}$.

E-mail:
Thomas Ellermann: tel@envs.au.dk

Kilder
1. Hildebrand, F.B., Frederickson, L.B., Poulsen, J.-C., og Johnson, M.S. 2023: Smog i stuen med hovedvej på 2. sal. Dansk Kemi. 104, nr. 6, side 12-15.
2. Rambøll. 2020: Trafikal analyse af delvis nedrivning af Bispeengbuen. Tech. Rep. Copenhagen Municipality, 2020. url: https://www.frederiksberg.dk/sites/defalut/files/meeting-appendices/3084/punkt_25_Bilag_1_Bilag_3_Trafikal_analyse_af_delvis_nedrivning_af_Bispeengbuen.pdf.
3. Københavns Universitet, 2023: Smog fra Bispeengbuen i København ryger direkte ind i stuen. Pressemeddelelse, 22.11.2023, 06:02:00 CET, Københavns Universitet - Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet. Smog fra Bispeengbuen i København ryger direkte ind i stuen | Københavns Universitet - Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet (ritzau.dk).
4. Ellermann T., Nordstrøm C., Brandt J., Christensen J., Ketzel M., Massling A., Bossi R., Frohn L.M., Geels C., Jensen S.S., Nielsen O., Winther M., Poulsen M.B., Sørensen M.B., Andersen M.S. & Sigsgaard T. 2024. Luftkvalitet 2022, NOVANA, Status for den nationale luftkvalitetsovervågning, Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 154 s. - Videnskabelig rapport nr. 580.
5. Hildebrand, F.B., 2024. Personlig korrespondance med tilladelse til anvendelse af data fra målingerne præsenteret i Hildebrand et al., 2023 [1]. Tak for dette.
6. Luften på din vej, 2024: https://lpdv.spatialsuite.dk/spatialmap.

Christian Lohse (1940-2024)

Christian Lohse (CL) blev født 21. oktober 1940 og sov stille ind 15. maj i år. Størstedelen af CL's skolegang foregik på Herlufsholms Kostskole, hvorfra han tog sin studentereksamen i 1959. Herefter studerede han kemi på Københavns Universitet, hvor han fuldendte kandidatuddannelsen i 1965. Han blev ansat som amanuensis på Odense Universitetscenter i 1966 som én af de første fem ansatte, og i 1971 blev han ansat som lektor samme sted. I 1970 var han på et studieophold i London, ved hjemkomsten afleverede han en prisopgave, som han fik tildelt en guldmedalje for i 1971. Han var prorektor fra 1974-1976 og dekan fra 1982-85.

Hans forskningsfelt ændrede sig fra studiet af fotokemiske reaktioner i væskefase til studiet af luftforurening og relaterede kemiske reaktioner i atmosfæren, da han i 1978 fik orlov fra Odense Universitet og blev ansat på EU-forskningscentret i Ispra i Italien (Joint Research Centre of the European Commission, JRC). CL arbejdede her med opbygningen af et laboratorium til studie af atmosfærekemiske processer. Han valgte selv at vende tilbage til Danmark i 1982, men fortsatte samarbejdet med JRC, og forskningsfaciliteterne i Ispra blev til stor nytte for det arbejde, der blev udført i de efterfølgende år, hvor blandt andet danske ph.d.- og specialestuderende fik lejlighed til at arbejde på JRC - ofte med CL som vejleder.

CL opnåede både at være dekan på Odense Universitet og forskningschef på Danmarks Miljøundersøgelsers afdeling for Atmosfærisk Miljø (1990-1994), men det vi husker CL mest for, er hans enorme viden inden for kemi og hans evne til at anvende denne viden inden for det dengang helt nye felt - atmosfærekemi; her skal kort nævnes områder som nattidsoxidation af terpener, isopren og dimetylsulfid, sekundær partikeldannelse fra fotooxidation af for eksempel terpener samt fordelingen mellem naturligt og antropogent kulstof i partikler ved brug af C^{14} analyse. Alle emner, der stadig studeres indgående.

Således var han en stor initiator, inspirator og mentor for flere generationer af atmosfærekemikere og det var han for flere af os helt til sin død. Når man var under CL's vinger, vidste man, at man var i trygge rammer, og derved fik han de studerende til at yde deres bedste. Derfor var han også en fantastisk ven.

CL var på de studerendes side; da Henrik Skov (der selv havde CL som speciale- og ph.d.-vejleder) blev professor, skrev han et tillykke-kort, hvor der blandt andet stod "husk at være god ved de studerende".

Kære Christian, ære være dit minde og tak for, at du tog os under dine vinger.

Henrik Skov og Jens Hjorth

Organisk kemi af kuldioxid

Forståelsen af CO_2's reaktivitet kan være banebrydende for den grønne omstilling.

Af Jerik Lauridsen og Ji-Woong Lee*,
Kemisk Institut, Københavns Universitet, Novo Nordisk Foundation CO_2 Research Center (CORC)

Kuldioxid (CO_2) er et essentielt molekyle for levende systemer, fordi den er et biprodukt af respirationen og karbon råmateriale for fotosyntesen. Udviklingen af organisk liv, der formentlig fandt sted for 2-3 milliarder år siden, må have været forbundet med kemi, der involverer CO_2 i form af omdannelse til bikarbonat/karbonat eller en reduceret form for kulstof via kulstoffiksering og reduktionsreaktioner. I vore dage giver CO_2 anledning til stor opmærksomhed på grund af den konstant stigende koncentration af CO_2 i atmosfæren og den viden, at CO_2 er en alvorlig drivhusgas. Der er derfor stor interesse for kemisk og biologisk opsamling og omdannelse af CO_2.

Alligevel har forskningen i kemien af CO_2 været ubetydelig og begrænset, fordi CO_2 betragtes som havende "ikke-reaktiv" og "stabile" egenskaber. I denne artikel vil vi introducere noget af den nyeste viden, der udfordrer den antagelse, at CO_2 er kinetisk sagesløs og termodynamisk inert. Vi vil komme ind på, hvorfor det er vigtigt at bemærke den kemiske reaktivitet af CO_2 i forskellige organiske reaktioner og fysiske processer, for eksempel i selektiv organisk syntese, CO_2-medieret afsaltning af havvand, CO_2-katalyseret karbonyl aktivering og depolymeriseringsreaktioner. I alle disse tilfælde har CO_2 været brugt som en midlertidig beskyttelsesgruppe, en katalysator og en mediator, hvor CO_2 ikke bliver forbrugt, men gendannet. Dette indikerer nemlig, at man kan bruge samme viden til at fange og genbruge CO_2.

Den kemiske reaktivitet af CO_2

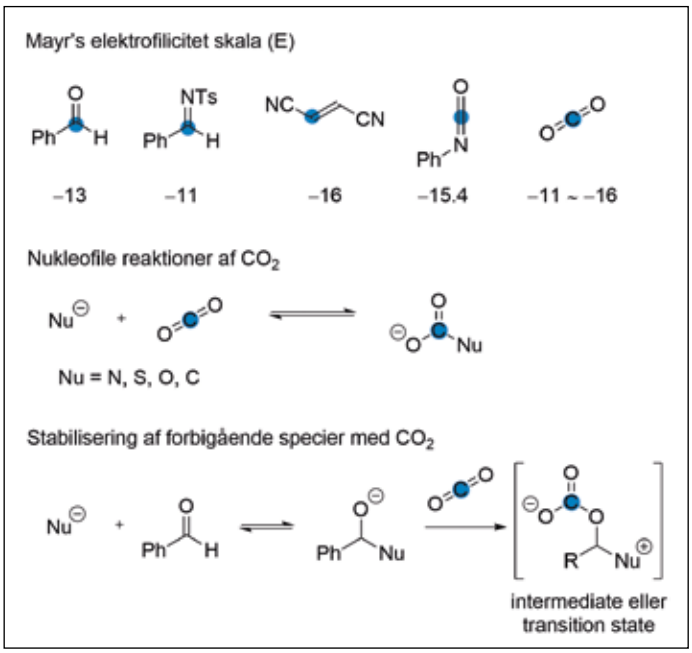
Det er usædvanligt at tale om den kemiske reaktivitet af CO_2, da CO_2 normalt beskrives som et meget stabilt molekyle, hvor det centrale sp-hybridiserede kulstof-atom er den mest oxiderede form af karbon med en meget høj negativ forbrændingsvarme (-394 kJ/mol). Et højt reduktionspotentiale for enkelelektron overførelsen for CO_2 (CO_2 til $CO_2^{\cdot-}$ -1.9 V ved pH 7 vs. standard hydrogenelektrode) bliver ofte brugt som begrundelse for, hvorfor det er svært at få CO_2 til at reagere med alt andet end de mest reaktive nukleofiler.

Dog bliver disse argumenter aldrig sammenholdt med følgende fakta:

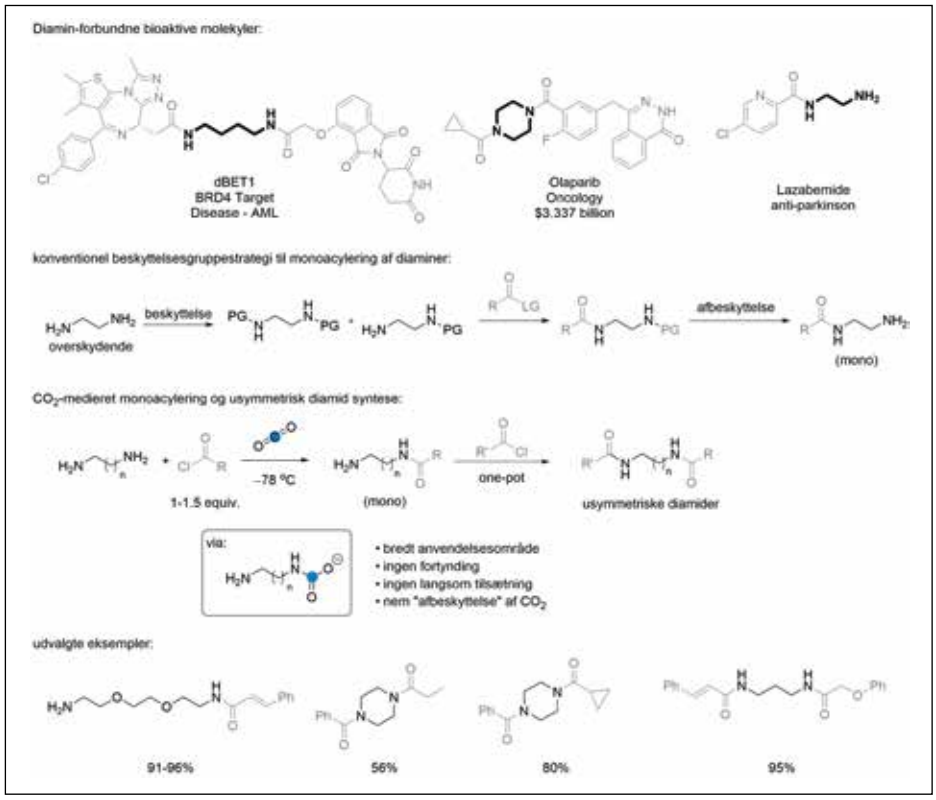
1. Energiomkostningen for en en-elektron overførsel af lignende karbonylforbindelser som anses for reaktive, er næsten identisk.
2. Den kinetiske stabilitet/reaktivitet af CO_2 er ifølge den kinetiske elektrophilicitet skala (Mayr's skala [1], figur 1) sammenlignelig med isocyanat eller aldehyd, som er reaktive grupper.
3. CO_2 reagerer med nucleofiler og semi-stabile intermediater. For eksempel oxygen og nitrogen nucleofiler giver henholdsvis carbonater og carbamater.

Det er også velkendt, at CO_2 diffunderer ned i vand og danner kulsyre og uorganisk kulstof. Disse processer ligger til grund for overførelsen af kulstof fra luft til vand.

Ikke desto mindre viser Mayr's skala (figur 1), at CO_2 nemt kan reagere ved stuetemperatur og tryk (figur 1). Flere studier viser, at CO_2 kan bruges som en mild Lewis syrekatalysator, som i princippet kan erstatte stærke Brønsted-syrer og endda overgangsmetalkatalysatorer. Dette nye koncept i organisk syntese og metodeudvikling giver nye spændende muligheder.



Figur 1. Elektrofilicitet og interaktioner af CO_2 med nukleofiler.



Figur 2. Repræsentative diamin-baserede bioaktive molekyler og syntetiske tilgange (strategi for beskyttelsesgrupper og CO_2-medierede monoacyleringsreaktioner).

CO_2-medieret mono-acylering af diaminer

Kuldioxid kan reagere reversibelt med primære og sekundære aminer i organiske opløsningsmidler under dannelse af carbaminsyrer eller deres salte. Denne reaktion er i princippet baseret på, at CO_2 fanges grundet den høje negative absorptionsvarme. Derfor kan man også udnytte den spontane dannelse af carbamat og carbaminsyre i forbindelse med selektiv acylering af aminer. Monoacylerede diaminer er en speciel vigtig gruppe af molekyler på grund af deres ikke-symmetriske natur, som muliggør en efterfølgende anvendelse i organisk syntese og konjugerede reaktioner.

Oftest giver acylering af diaminer en langt højere andel af diamider end monoamider, for eksempel når man anvender de meget reaktive syreklorider. Flere metoder bruger svagere acyldonorer til at opnå monoacylering.

Vores forsøg på at anvende CO_2 i syntese af monofunktionaliserede aminer var inspireret af den selektive S-modifikation af proteiner i nærvær af lysin [2]. Ved stuetemperatur og i en CO_2-atmosfære (1 atm) blev selektive

UNIQUE CRYO STORAGE FREEZERS
SIMPLE, SECURE -190°C LN2 VAPOR STORAGE

HAVE YOU EVER WONDERED WHAT THE GLASS TRANSITION TG -135° MEANS TO YOUR SAMPLES?

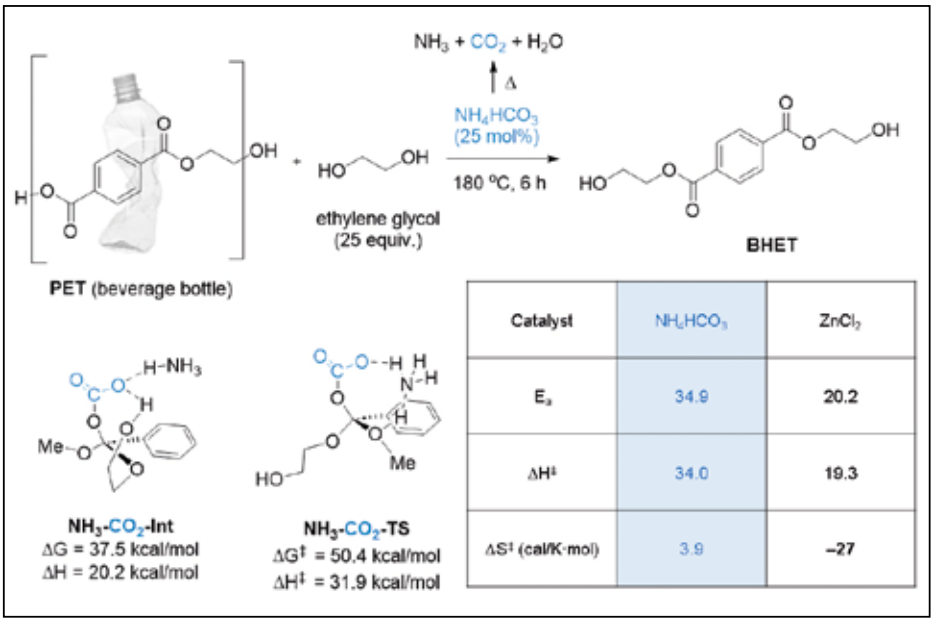
CONNECTED
√ Touchscreen with WiFi / LAN
√ Text & Email Alerts
√ Cloud Backup
√ Redundant Remote Monitoring

CAPACITY
√ 10-30% More Samples
√ Highest Storage Density
√ Lowest LN2 Usage Per Sample

ERGONOMICS
√ Cryo LED & Auto Fog Clear
√ Full Sample Visibility
√ Low Liftover Height
√ Sufficient Workspace to Maintain Cold Chain

MEET US AT LabDays STAND 67

SAVEEN WERNER Phone: +45 8620 1616 Email: info@swab.dk Web: www.swab.dk



Figur 3. CO_2-katalyseret depolymerisering via kovalent karbonylaktivering.

svovl-Michael-additionsreaktioner opnået uden dannelsen af nitrogen-Michael-additionsprodukter. Derfor forventede vi, at reaktiviteten af en simpel diamin også kunne moduleres under CO_2.

Til vores glæde fandt vi anvendelige reaktionsbetingelser for selektiv monoacylering af en række diaminer. Uanset kædelængde og polaritet af diaminerne, opnåede vi høj selektivitet og kunne isolere monoacetylerede produkter (figur 2, side 27) [3]. Lægemiddelrelaterede strukturer og biologisk relevante molekyler blev nu tilgængelige under simple betingelser ved brug af syreklorider. Til sammenligning ville en monoacylering af diaminer med tidligere teknologi kræve beskyttelsesgruppekemi, og derved mange ekstra trin og lavere bæredygtighed. Ved hjælp af vores metode kan man danne det monoacylerede produkt i ét trin. CO_2 kan simpelthen fordampe efter transformationen og man opnå en høj E-faktor og atomeffektivitet (E-faktor <1, op til 99% atomeffektivitet). Denne metode illustrerer kraften af CO_2 som en midlertidig beskyttelsesgruppe i organisk syntese.

CO_2 som katalysator for PET-depolymerisering

De katalytiske anvendelser af CO_2 kompliceres af CO_2's tvetydige natur i opløsning. Vi har opdaget, at tilstedeværelsen af CO_2 i katalytiske mængder kan fremme visse organiske reaktioner, for eksempel additions-/eliminationsreaktioner på karbonyl. Eksempelvis har vi opdaget, at CO_2 katalyserer glykolyse af polyestere i tekstiler. Denne reaktion fører til selektiv depolymerisering af PET-plast og efterlader bomulden i tekstilmaterialer fra polyester/ bomuldskompositter, hvilket kan udgøre et betydeligt fremskridt i kemisk genanvendelse af plastaffald.

Vi har foretaget en storskala PET-glykolyse ved brug af ammoniumbikarbonat, også bedre kendt som hjortetaksalt, som katalysator (figur 3) [4]. Under termiske reaktionsbetingelser nedbrydes ammoniumbikarbonat til ammoniak, CO_2 og vand. I modsætning til metalkatalyserede reaktioner, der giver metalliske urenheder og derfor kræver omfattende oprensningsprocesser, er den CO_2-katalyserede reaktion ren, fordi der kun anvendes gasser som ammoniak og CO_2.

Efter en simpel isolering af produktet kan både opløsningsmidlet og katalysatoren genanvendes. Selvom CO_2 og ammoniak bør udvise svagere katalytiske aktiviteter sammenlignet med almindelige metalliske Lewis-syrer og Brønsted-syrekatalysatorer, blev den succesfulde katalytiske glykolyse af polyestere tilskrevet generel syre-/basekatalyse af ammoniak og CO_2. Baseret på foreløbige DFT-beregninger kan CO_2 aktivere carbonylgrupper som en Lewis-syre via kovalent bindingsdannelse og ammoniak som en Brønsted-base til glykolaktivering via hydrogenbindingsinteraktioner. Kinetik-studier viste positiv entropi af aktivering, mens kontrolforsøg afslørede, at tilstedeværelsen af CO_2 mindskede potentielle sidereaktioner; aminolyse og hydrolyse, hvilket øgede selektiviteten mod BHET. Videreudvikling af denne metode kan derfor give en effektiv lukket kredsløbsproduktion af PET og kemisk genanvendelse af polyestere, hvilket betyder bæredygtige processer for plast- og tekstilindustrien.

CO_2-medieret afsaltning

Havets overfladevand er den største kontaktoverflade, hvor CO_2 kan blive absorberet til en flydende tilstand via diffusion og efterfølgende omdannelse til kulsyre. Kulsyre danner en ligevægt med bikarbonat og karbonat, afhængigt af opløsningens pH (Bjerrum-plot). Solvay-processen, udviklet i 1860'erne af Ernest Solvay og som er en industriel produktion af soda, anvender CO_2 og havvand til produktion af soda i stor skala. Her bruger man ammoniak til at danne ammoniumbikarbonat, som er det centrale trin: CO_2-fangst og udnyttelse til en ionbytningsreaktion med natriumklorid fra saltlage, hvilket giver ammoniumklorid og natriumbikarbonat. Ammoniak kan frigøres fra ammoniumklorid ved at behandle det med CaO, mens natriumbikarbonat kan nedbrydes termisk til natriumkarbonat også kaldet soda.

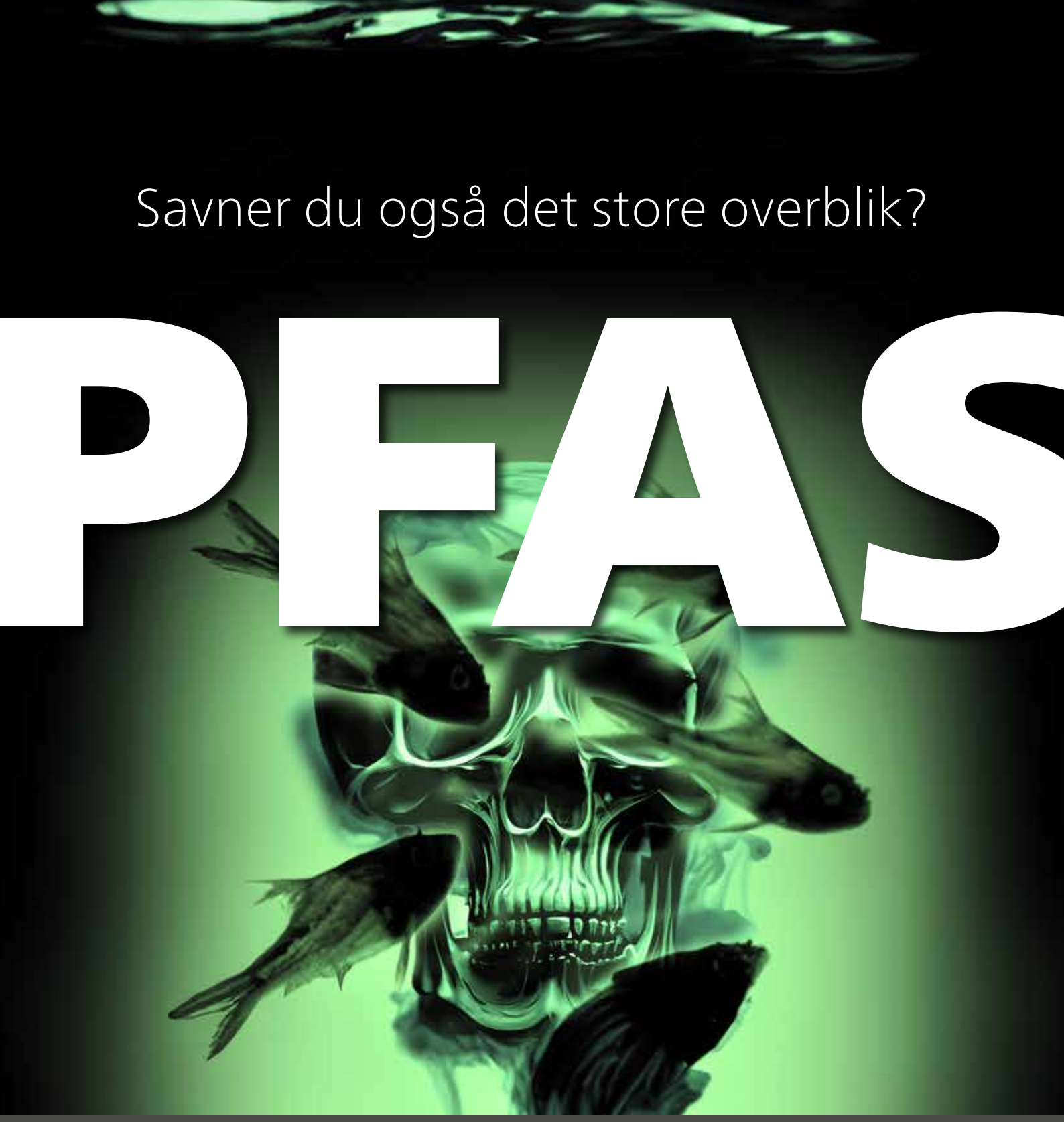
Ved at udnytte den reversible interaktion mellem aminer og CO_2 i vandige opløsninger antog vi, at anvendelsen af uopløselige aminer, der kan interagere med CO_2 i saltlage (netop som i havvand) kan give afsaltning ved at binde kloride (figur 4, side 30) [5]. Selvom små organiske aminer i vandige opløsninger kan være fordelagtige grundet høje reaktionshastigheder med CO_2, blev polymeriske aminer anvendt for at lette adskillelsen af ammoniumklorid og dermed regenerering af materialet. Efter omhyggelige undersøgelser af mindre molekyler indså vi, at hydrofobicitet af aminer kan spille en betydelig rolle i processen med CO_2-medieret afsaltning. For eksempel kan aggregering af alkylkædemodificerede aminer give kloridsekvestrering via CO_2-medieret selvaggregering. Yderligere anvendelser af denne CO_2-medierede afsaltning blev realiseret ved at anvende amin-modificerede harpikser, som blev pakket i et kontinuerligt flowbatch. Afgørende eksperimenter og regenerationstests viste entydig reaktivitet af aminer for CO_2-fangst, bikarbonatdannelse og ionbytning for at opnå udløbsvand med reduceret klorid koncentration. Vi mener, at denne metode kan ekspanderes yderligere til CO_2-fangst, udnyttelse og sekvestrering ved at bruge forbedrede amin-baserede materialer baseret på optimeret overfladeareal og et højt indhold af stærkt basiske amin-funktionelle grupper.

Konklusion

Fra eksemplerne præsenteret her, er det svært at konkludere, at CO_2 ikke er reaktiv, og at molekylet er så stabilt, som det ofte postuleres. Selvom der er flere

Savner du også det store overblik?

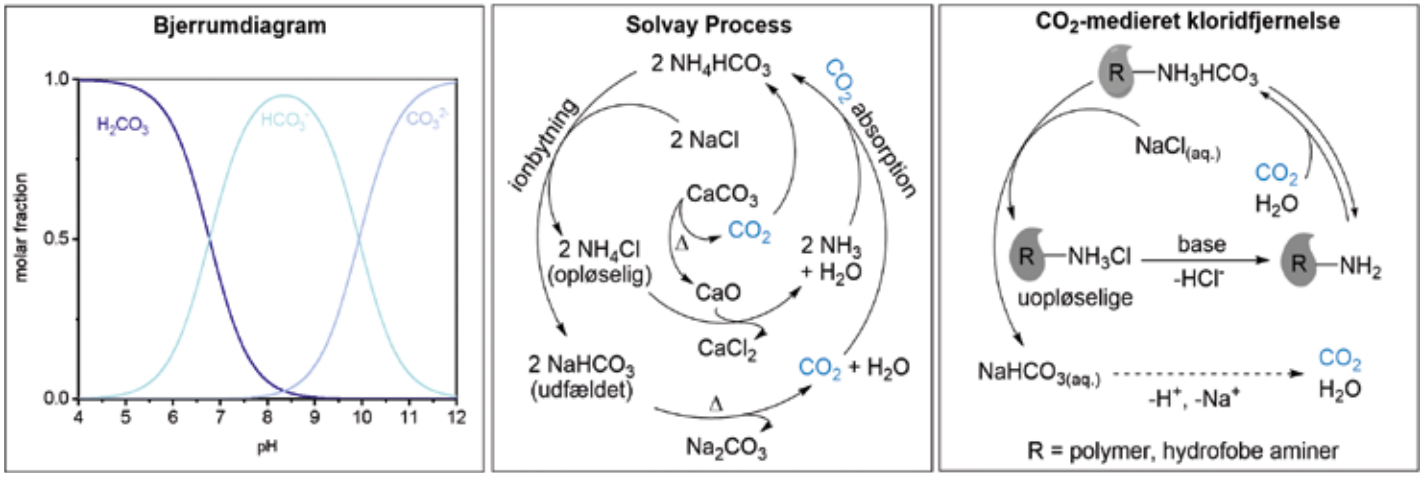
PFAS



Med Combustion IC (CIC) får du den totale mængde PFAS i dine prøver.
Med mere end 10.000 forskellige PFAS er det vigtigt at få det fulde billede.

Få hurtige og pålidelige resultater - **for alle PFAS.**
Med CIC efter den nye standardmetode DIN-38409-59 får du:
Selektiv bestemmelse af AOF, AOCl, AOBr og AOI i forskellige vandprøver
AOF som en hurtig, ikke-målrettet screening for PFAS'er
Effektivt system med meget lidt vedligeholdelse
Let at bruge, robust og pålideligt

Metrohm



Figur 4. Ligevægte af polyprote syre, kulsyre, og anvendelser af Solvay-processen i afsaltning og potentielt i CO_2-fangst.

tilfælde, hvor CO_2 forbliver ikke-reaktiv, bliver det til et spørgsmål om at udnytte reaktiviteten under de rigtige omstændigheder. Under en spontan reaktion mellem CO_2 og primære og sekundære aminer, kan aminerne ændre deres reaktivitet gevaldigt. Vi ville derfor gå så langt at foreslå, at vi ændrer vores lingo omkring CO_2 og stopper med at kalde det inert og stabil. Det hindrer nemlig udforskningen af den fundamentale kemi omkring CO_2, der potentielt kan være banebrydende i den grønne omstilling.

E-mail:
Ji-Woong Lee: jiwoong.lee@chem.ku.dk

Referencer
1. Li, Z.; Mayer, R.J.; Ofial, A.R.; Mayr, H. From Carbodiimides to Carbon Dioxide: Quantification of the Electrophilic Reactivities of Heteroallenes. *J. Am. Chem. Soc.* **2020**, *142* (18), 8383-8402.
2. Yang, Y.; Fischer, N.H.; Oliveira, M.T.; Hadaf, G.B.; Liu, J.; Brock-Nannestad, T.; Diness, F.; Lee, J.-W. Carbon dioxide enhances sulphur-selective conjugate addition reactions. *Org. Biomol. Chem.* **2022**, *20* (22), 4526-4533.
3. Lauridsen, J.M.V.; Poderyte, M.; Lee, J.-W. Taming diamines and acyl chlorides by carbon dioxide in selective mono-acylation reactions. *Green. Chem.* **2023**, *25* (4), 1332-1338.
4. Yang, Y.; Sharma, S.; Di Bernardo, C.; Rossi, E.; Lima, R.; Kamounah, F.S.; Poderyte, M.; Enemark-Rasmussen, K.; Ciancaleoni, G.; Lee, J.-W. Catalytic Fabric Recycling: Glycolysis of Blended PET with Carbon Dioxide and Ammonia. ACS Sustain. *Chem. Eng.* **2023**, *11* (30), 11294-11304.
5. Ayyar, A.S.-R.; Aregawi, D.T.; Petersen, A.R.; Pedersen, J.M.I.; Kragh, R.R.; Desoky, M.M.H.; Sundberg, J.; Vinum, L.; Lee, J.-W. Carbon Dioxide-Mediated Desalination. *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, *145* (6), 3499-3506.

Direktør giver faklen videre efter 38 år ved roret

Efter 38 år i spidsen for Buhl & Bønsøe har direktør Klaus Buhl besluttet at træde tilbage for at forfølge personlige interesser og projekter. Fra 1. juni gav han stafetten videre til tidligere CSO, Pia Lauritsen, som skal videreføre virksomhedens visioner og strategi.

- Pia har vist en enestående evne til at forstå og forfølge virksomhedens vision og værdier. Hendes engagement i vores kultur, DNA og etik er en afgørende del af vores succes, og jeg har fuld tillid til, at hun med sit naturlige lederskab, integritet og skarpe øje for salg vil føre virksomheden mod en endnu mere succesfuld fremtid, udtaler Klaus Buhl.

Ledelsestalent fra egne rækker

Siden Klaus Buhl overtog virksomheden fra sin far i 1986, har Buhl & Bønsøe navigeret gennem alt fra nye teknologier og lovgivninger til geopolitik og klimakrise. Som et naturligt led i den grønne omstilling har virksomheden løbende tilpasset sine løsninger til nye energikilder og teknologier. Covid-19-pandemien blev derimod en demonstration i omstillingsparathed, da Buhl & Bønsøe med en målrettet indsats leverede måleudstyr til sikker opbevaring og kontrol af vacciner. Det har åbnet nye døre, og den nye direktør vil nu fokusere på at skærpe virksomhedens position inden for udvalgte områder.

- Jeg er stolt over at tage stafetten videre efter Klaus og bygge videre på det fundament, han har skabt. Mit primære fokus vil være på vækst og udvikling i

de segmenter, hvor vi ser størst potentiale. Vi har allerede flere spændende projekter og nye agenturer i støbeskeen, som jeg ser frem til at kaste mig over, siger Pia Lauritsen.

Et fremtidssikret fundament

Klaus Buhl efterlader trygt ansvaret hos den nye direktør og vil fremover følge udviklingen fra sidelinjen.

- Det har været en fantastisk rejse at være en del af Buhl & Bønsøe gennem de sidste 38 år, hvor vi har været igennem en rivende udvikling og opnået en velfortjent succes. Jeg er især stolt af, at vi har formået at fastholde vores unikke kultur og værdier gennem årene, hvilket har været afgørende for vores position i markedet, siger han og slutter:

- Jeg vil gerne takke vores samarbejdspartnere og kunder for støtten og engagementet gennem alle årene. Ikke mindst vil jeg gerne anerkende det dygtige team hos Buhl & Bønsøe for en enestående indsats. Det har været en sand fornøjelse, og jeg ser frem til at følge jeres succes mange år frem.

LabDays 2024 i nye rammer

Den 4. og 5. september slår LabDays 2024 dørene op i nye rammer: messen afholdes nemlig i år i den nye KB Hal i København. Foreløbig har 85 danske og udenlandske firmaer tilmeldt sig messen.

Efter en succesfuld messe i Aarhus 2023 er LabDays endnu engang klar til at byde velkommen til to intensive dage, hvor udstillere med alt inden for laboratorieteknik vil fremvise deres produkter og udstyr og stå klar med deres ekspertise. Messen er en fantastisk mulighed for at netværke med fagfolk fra branchen, opdage de nyeste trends og teknologier samt udveksle erfaringer og idéer.

Fagligt program

LabDays CPH 2024 byder, udover de mange udstillere, også på et spændende fagligt program. Begge messedage afvikles der foredrag og seminarer af 25-30 minutters varighed arrangeret af udstillerne.

Alt dette foregår i Exhibitors FREE Lab Theater, som er placeret i selve udstillingshallen. Som besøgende er det gratis at deltage og man behøver ikke tilmelde sig seminarerne forinden. Det fulde program opdateres løbende på messens hjemmeside.

Dansk Laborant-Forening/ HK sætter fokus på fremtiden og dens udfordringer i laborantfaget

Dansk Laborant-Forening, der som repræsentant for LabDays' største besøgergruppe, har indlæg for alle besøgende og foreningens medlemmer.

Torsdag den 5. september kl. 11.00 kan publikum møde DLF's formand, Katrine Bøg, som holder et foredrag under titlen "Fremtidens fag som laborant". Et foredrag, der fokuserer på arbejdet som laborant her og nu og i fremtiden.

Arrangementerne er åbne for alle interesserede og tilmelding sker i forbindelse med registrering for at få sin adgangsbillet.

Vel mødt til nogle spændende dage på LabDays CPH 2024 i KB Hallen den 4.-5. september.
For yderligere information: www.labdays.dk.

Du finder
Dansk Kemi®
på stand 66

Udstillerliste

A

Agilent Technologies Denmark ApS 28
AH Diagnostics A/S 22
Ampliqon A/S 20
Ansell 70
ApodanNordic PharmaPackaging A/S 10
asecos AB 57
Avantor 50
Axel Semrau GmbH 72

B

Berner Lab 52
Bio-Rad Denmark ApS 37
Bioké 56
Biolab A/S 64
BioServices AB (LBH Advanced BioServices AB) 42
Biosynex Nordic A/S 75
Buch & Holm A/S 48
Buhl & Bønsøe A/S 46
Busch Vakuumteknik A/S 33
BWT Danmark A/S 30
Büchi Labortechnik GmbH 55

C

Cryotherm GmbH & Co. KG 1
CultiXcell A/S 17
Cytiva Denmark ApS 79

D

Dacos A/S 53
Dandiag A/S 6
DFM A/S 61
Dorte Egelund ApS 32
Drifton A/S 65

E

Eppendorf Nordic A/S 16
Ergotec ApS 73

F

Fameco Nordic ApS 9
Fida Biosystems ApS 71
Food Diagnostics A/S 8
Formulatrix Europe Ltd 12
Frisenette ApS 43

H

Hamilton Bonaduz AG 31
Hettich Labinstrument ApS 47
HK - Dansk Laborant-Forening 44
Holm & Halby A/S 63
Horiba Scientific Horiba Europe GmbH 2
Hounisen Laboratorieudstyr A/S 26

I

ICM A/S 59
InnoGuard AB 3
Insatech A/S 23
Integra Biosciences Nordic ApS 68

K

Kem-En-Tec Nordic A/S 38
KEN Hygiene Systems A/S 39
KNF Neuberger GmbH 69
Konsulenthuset Pontifex ApS 60
Krüger Aquacare A/S 49

L

LABsupport ApS 74
LabWare Nordic AB 78
Liofilchem srl 76
Lives International Denmark ApS 4

M

MD Scientific ApS 45
Metrohm Nordic ApS 27
Mettler-Toledo A/S 15
Miele A/S 58
Mikrolab Aarhus A/S 51
Molecular Devices Ltd. 36

N

Netzsch Gerätebau GmbH 81
Ninolab, A/S 21
Nordic Biolabs AB 77
Nordic Biosite ApS 54

O

Omni Life Science Nordics ApS 56

P

Pekema A/S 13
PerkinElmer 18
Phenomenex ApS 25
Promega Biotech AB 29
Proteintech Europe Ltd 7

R

Ramcon A/S 14

S

Saveen & Werner ApS 67
Shimadzu Danmark 41
SSI Diagnostica A/S 5
Strandmøllen A/S 24

T

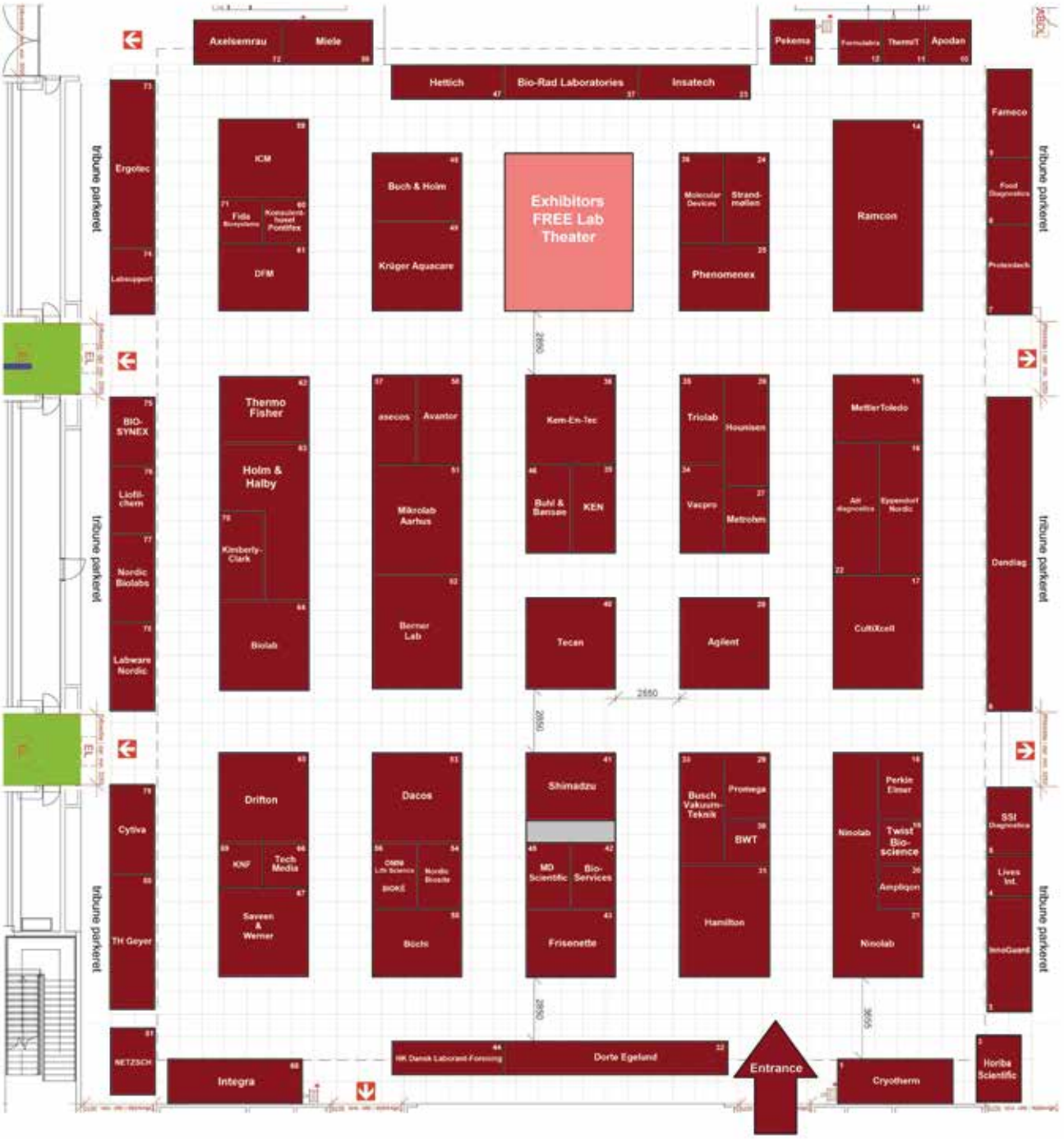
Tecan Nordic AB 40
TechMedia A/S - Dansk Kemi 66
TH. Geyer Scandinavien ApS 80
ThermIT ApS 11
Thermo Electron Sweden AB 62
Thermo Fisher Scientific Oy 62
Thermo Fisher Scientific Life Technologies Europe BV 62
Triolab A/S 35
Twist Bioscience UK Ltd. 19

V

Vacpro ApS 34

Pr. 10. juni 2024

Halplan


Axelsemrau
Miele
Pekema
Hettich
Bio-Rad Laboratories
Insatech
Apodan
Farneco
tribune parkeret
Ergotec
ICM
Fida
DFM
Buch & Holm
Krüger Aquacare
Exhibitors FREE Lab Theater
Molecular Devices
Strand-mollen
Phenomenex
Ramcon
Thermo Fisher
Holm & Halby
Kimberly-Clark
Biolab
asecos
Avantor
Mikrolab Aarhus
Berner Lab
Kem-En-Tec
Buhl & Bensøe
KEN
Triolab
Hounisen
Vacpro
Metrohm
MettlerToledo
Alt diagnostics
Eppendorf Nordic
CultiXcell
Dendieg
BIO-SYNEX
Liofil-chem
Nordic Biolabs
Labware Nordic
Tecan
Agilent
Cytiva
TH Geyer
Drifton
KNF
Tech Media
Saveen & Werner
Dacos
Büchi
Shimadzu
MD Scientific
Bio-Services
Frisenette
Busch Vakuum-Teknik
Promega
BWT
Hamilton
Nimolab
Perkin Elmer
Twist Bio-science
Amplicon
SSI
Lives Int.
InnoGuard
NETZSCH
Integra
DK Dansk Laborant-Forening
Dorte Egelund
Entrance
Cryotherm
Horiba Scientific

Dansk Kemi
Dit branchemagasin fra TechMedia A/S
Nummer 4 - August 2024 / 105. årgang
Kemisk Forening - Kemingeniørgruppen
Du finder
Dansk Kemi
på stand 66

Skræddersyede løsninger

Mikrolab Aarhus A/S tænker ud af boksen, når det kommer til løsning af problematikker og behov i dit laboratorium. Mikrolab finder det produkt eller bygger den løsning, der passer til dit laboratorieworkflow og gør din arbejdsdag bedre ved hjælp af et workflow med kvalitet og fleksibilitet. Mikrolab Aarhus A/S er et uafhængigt firma med udvikling, produktion, lager og salg i Danmark. På Mikrolabs stand kan du se et udvalg af deres egenproduktion af ergonomiske hjælpemidler og sikkerhedsløsninger samt et stort udvalg af forbrugsartikler og basisudstyr fra deres mange leverandører, herunder blandt andet IKA og Sartorius.

På standen kan du også opleve Mikrolabs automatiseringskoncept med en Universal Robot samt den nye Opentrons FLEX, som er en prisstærk pipetteringsrobot. Den nye Opentrons Flex pipetteringsrobot gør det let at udvikle protokoller og tilpasse robotten til de specifikke behov, brugeren har.

Til robotten fås forskellige moduler og pipetter, blandt andet en 96-kanals pipette, der effektiviserer arbejde med 96-brønds plader. Blandt de andre moduler til robotten er en griber, temperaturmodul og et rystemodul. Det er muligt selv at udvikle protokoller via en gratis kodefri platform, og tilpasse robotten præcis efter de specifikke behov. Der er adgang til adskillige færdige protokoller, og derudover er det muligt at programmere robotten i Python, for brugere der ønsker ultimativ kontrol.

Opentrons mission er at give videnskabsfolk mulighed for at få mere laboratoriearbejde udført. Mens ældre laboratorierobotter kræver omfattende softwareviden og måneders træning, gør FLEXs open source-design og tilgængelige API den attraktiv for forskere på tværs af biovidenskaberne.

Opentrons FLEX kan også benytte sig af AI til hurtigt og enkelt at generere nye protokoller.

Mikrolab Aarhus A/S
Stand 51

Analyseinstrumenter inden for spektroskopi

Horiba Scientific, der er en del af Horiba Group, har 200 års erfaring med udvikling af højtydende analyseinstrumenter inden for spektroskopi. På Horiba Scientifics stand kan du opleve:

A-TEEM-spektroskopi: Fluorescens og absorbans i et spektrometer

- Unikke Duetta-funktioner fremvises i livedemoer.
- Duetta kan bruges som et fluorometer, som et UV-Vis-NIR-spektrometer til måling af absorbans eller som et instrument, der måler molekylære fingeraftryk, som kræver erhvervelse af fluorescens og absorbans, korrigeret for IFE i realtid.
- Det er det hurtigste bench-top fluorometer i verden, og det eneste fluorometer, der kan erhverve et fuldt spektrum på mindre end 100 millisekunder!

Denne avancerede CCD-teknologi udvider også NIR-bølgelængdedetektion til 1.100 nm, langt ud over grænsen for et standard PMT-fluorometer.

MikroRaman-spektrometer og konfokalt Raman-mikroskop

- XploRA PLUS er et pålideligt og højtydende mikroRaman-system designet til forskere, forskere og ingeniører, der udforsker den mikroskopiske verden.
- Enestående følsomhed og opløsning, det giver præcis kemisk og strukturelle analyse. Dens SWIFT konfokale mikroskopi muliggør hurtig og detaljeret undersøgelse af prøvesammensætning og struktur. Med alsidige laserexcitationsmuligheder og muligheden for en nem AFM-opgradering rummer den en bred vifte af prøver og Raman-spredningsegenskaber.

Horiba Scientific
Stand 2

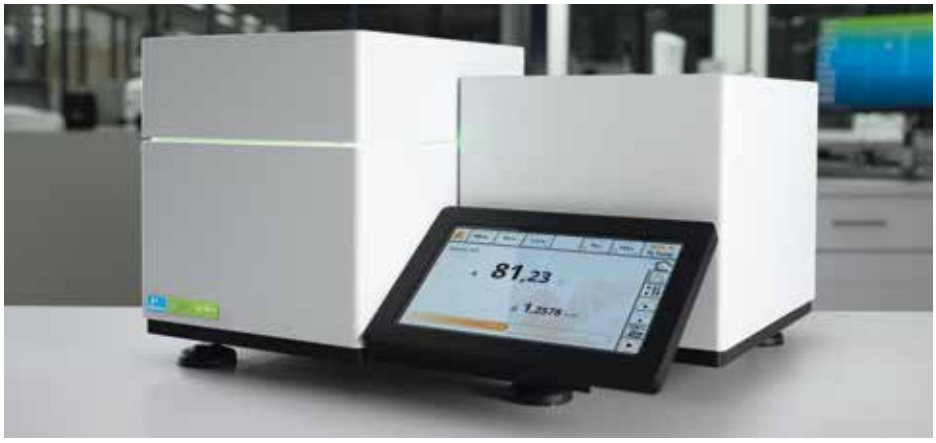
Konnichi wa

Shimadzu inviterer til et besøg og en unik oplevelse på deres messestand på årets LabDays-messe. Shimadzu vil transformere deres stand til en smuk og autentisk japansk dagligstue, hvor man kan opleve ægte japansk kultur og møde det lokale Shimadzu-team i gulv- og øjenhøjde.

Shimadzu er stolte over at præsentere nogle af top-performerne; blandt andet den nyeste "Red Dot Award"-vinder. Dette prisvindende udstyr repræsenterer Shimadzus dedikation til kvalitet og design i verdensklasse. På standen vil der også være konkurrencer, Sake-smagning og lækre japanske snack.

Ogenki de!

Shimadzu Danmark
Stand 41



Termiske analyser

På LabDays vil Perkin Elmer blandt andet vise deres helt nye apparater til termiske analyser. Perkin Elmer har frigivet nogle helt nye instrumenter på dette område kaldet Pyris 9. Disse termiske analyseapparater findes både som en TGA, STA og DSC-version og byder på mange nye og spændende egenskaber.

Først og fremmest skal størrelsen på de nye instrumenter nævnes. Bordplads kan være en mangelvare i mange laboratorier, så derfor er den nye Pyris 9-serie designet til at være noget af det mindste i markedet, uden at gå på kompromis med ydeevnen.

De nye Pyris 9, TGA og STA, er begge udstyret med ovne, som kan klare temperaturer fra 15 til 1.100 grader celsius, og det er muligt at køle ovnen ned fra 1.000 til 30 grader på mindre end 20 minutter. Deres indbyggede vægt op til 1.500 mg er gjort endnu mere præcis for at imødekomme de forskellige analysebehov, der måtte være.

Pyris 9 DSC har en ovn, som kan operere i området fra -180 grader til 750 grader celsius, hvilket gør det til den højest ydende DSC-ovn på markedet. Dette koblet med de nyeste veje- og kalorimetri-egenskaber gør Pyris 9 DSC til en fantastisk følgesvend i laboratoriet.

Alle de tre nye apparater kommer i en minimal størrelse på kun 37 x 34 x 32 cm (B x D x H), og de er alle udstyret med en højtydende touchskærm.

Du kan også se Perkin Elmers IR arbejdshest Spektrum TWO, der med dens lille og praktiske størrelse endda kan tages med i felten for at lave onsite IR-analyser.

Du skal være mere end velkommen til at komme forbi for at få en snak med Perkin Elmer om alle deres instrumenttyper. Perkin Elmer kan foruden ovennævnte udstyr også hjælpe dig med gaskromatogafi, væskekromatografi, ICP-løsninger af enhver art, samt Atom Absorption, fluorescens spektrometre og UV/VIS-udstyr.

Perkin Elmer
Stand 18

Fokus på lokale specialister

Selvom LabDays 2024 afholdes i København, holder AH Diagnostics altid fast i det lokale - hvad end du er sønderjyde eller nordsjællænder. Med hovedsæde i Aarhus og salgskontorer i hele Norden, kan du altid regne med at snakke med en produktspecialist, der ikke kun er ekspert inden for dit område, men også er tæt på, når du har brug for det.

Står du og mangler basisprodukter til dit laboratorie, eller skal du starte et nyt projekt op og har brug for avanceret teknologi eller reagenser, vil AH Diagnostics gerne supportere dine behov.

Kom forbi AH Diagnostics' stand til LabDays 2024, hvor du kan møde AH Diagnostics' lokale specialister. Vi giver en kop kaffe og er klar til at tage en snak.

AH Diagnostics A/S
Stand 22

Produkter inden for bioteknologi, medicin og biovidenskab

Nordic Biosite er en førende leverandør af forskningsreagenser og laboratorieudstyr i Norden. Med fokus på høj kvalitet og pålidelighed tilbyder Nordic Biosite en bred vifte af produkter og tjenester til forskere inden for bioteknologi, medicin og biovidenskab.

Nordic Biosites sortiment omfatter antistoffer, proteiner, enzymer, biokemikalier, kits og meget mere, som alle er nøje udvalgt fra verdens førende producenter.

Nordic Biosite dækker hovedsageligt forskningsområder som immunologi, cellebiologi, molekylærbiologi, neurovidenskab og cancerforskning. Deres team af erfarne eksperter står altid klar til at yde teknisk support og rådgivning, så forskere kan opnå de bedste resultater i deres projekter.

Kom og mød Nordic Biosite på LabDays Copenhagen 2024 for at stille spørgsmål og deltage i en sjov konkurrence.

Nordic Biosite ApS
Stand 54

Effektiv vandbehandling til laboratorier

BWT har med deres ROC Clinic One omvendt osmose (RO) anlæg sat en ny standard for vandbehandling i laboratorier. Med den stigende efterspørgsel på højkvalitets vandrensningssystemer sikrer ROC Clinic One optimal ydeevne og effektiv drift.

Opfyld de strengeste krav til vandkvalitet

ROC Clinic One anvender en flertrins rensningsproces, der inkluderer omvendt osmose og efterfølgende poleringsfiltrering. Omvendt osmose er kendt for at fjerne op til 99.999 procent af alle bakterier og kalkpartikler, hvilket resulterer i demineraliseret vand med en ledningsevne på mindre end 0,05 µS/cm. Dette sikrer, at laboratorier kan opfylde de strengeste standarder, som kræves til applikationer som autoklaver og opvaskemaskiner.

Anlægget er designet med brugervenlighed og effektivitet i tankerne. ROC Clinic One inkluderer en buffertank, som kan tilpasses med kapaciteter på 8, 25 eller 50 liter afhængigt af laboratoriets behov. Dette sikrer en konstant forsyning af rent vand, selv under spidsbelastninger. Systemet er også udstyret med en indbygget Air Gap på 20 mm, der beskytter mod tilbagestrømning (EN1717), hvilket garanterer vandets renhed og sikkerhed.

Praktiske fordele og miljøhensyn

Udover den tekniske ydeevne tilbyder ROC Clinic One også praktiske fordele, som reduceret plastforbrug og længere levetid for filtrene. Med en tre gange længere kapacitet på Bestdemin M-filtrene, minimerer systemet behovet for hyppige udskiftninger, hvilket både sparer tid og reducerer miljøpåvirkningen. Dette er i tråd med EU's mål for 2025 om at sikre, at mindst 50 procent af plastemballagen er genanvendelig.

En anden væsentlig fordel ved ROC Clinic One er dets evne til at integrere med laboratoriets eksisterende udstyr og dets avancerede overvågningssystem. En tilhørende app giver mulighed for at monitorere vandkvalitet, flow, driftstid og servicebehov, hvilket gør det nemt for personalet at vedligeholde systemet og undgå afbrydelser.

ROC Clinic One kombinerer derfor avanceret teknologi med praktiske fordele og miljøhensyn. Et ideelt valg for laboratorier, der ønsker at opretholde høj vandkvalitet og effektiv drift. Ved at vælge ROC Clinic One, investerer laboratorier i en pålidelig og fremtidssikret løsning, der opfylder de højeste standarder inden for vandbehandling.

BWT Danmark A/S
Stand 30

Få styr på temperaturen

ThermIT's trådløse temperaturovervågning overvåger digitalt temperaturer ved medicinsk og diagnostisk forskningsmateriel - også under transport - samt temperaturer ved medicin på apoteker, i lægehuse og på hospitaler.

På LabDays kan du få mere at vide om ThermIT's muligheder for at lette manuelle rutiner og automatisk logge vigtige data med digital temperaturovervågning og automatisk alarm ved uregelmæssigheder. ThermIT tilbyder årlig on-site kalibrering med DANAK-akkrediteret sensor.

Med ThermIT er der altid styr på temperaturen. Det kan øge sikkerheden for patienter og spare mange penge ved at mindske spild af medicin.

ThermIT ApS
Stand 11

Når det gælder gasser

Hos Strandmøllen får du mere end bare gas. Du får løsninger på dine udfordringer i laboratoriet. Både de daglige og de mere langsigtede - uanset om det drejer sig om gaskromatografi, dokumentation, sporbarhed eller noget helt fjerde.

På Strandmøllens stand kan du blandt andet få mere at vide om:

- Optimal celledyrkning på IVF-klinikker.
- CO_2-inkubatorer.
- Specialgasser.
- Gas og -installationer til blandt andet fertilitetsklinikker og laboratorier.

Strandmøllens erfarne gaskonsulenter står klar til at tage imod dig og dine spørgsmål på stand 24.

Strandmøllen A/S
Stand 24

Ny light scattering detektor

MD Scientific er blevet forhandler af de nye og innovative LenS3 Multi-Angle Light Scattering detektorer fra Tosoh Bioscience. LenSTM3 MALS-detektoren har en innovativ tilgang til måling af molekylevægt (MW) og gyrationsradius (Rg) af syntetiske polymerer, polysakkarider, proteiner og biopolymerer.

Et nyt optisk design, en unik celleblok-samling og en ny beregningsmetode gør LenS3 MALS-detektoren til den første banebrydende innovation inden for light scattering teknologi i årtier.

Kom og hør om den nye light scattering detektor på MD Scientifics stand.

MD Scientific ApS
Stand 45

Instrumenter til kemisk analyse

På LabDays 2024 kan du opleve den fulde OMNIS-pakke - Metrohms alt-i-én-løsning designet til at strømline hele din QC-analyse på én enkelt, modulær platform. OMNIS NIRS beregner automatisk kalibreringsmodeller og analyserer væsker og faste stoffer på få sekunder.

Med OMNIS har du én software til at styre alle processer, vise resultater og sikre problemfri integration med dit LIMS, samt fleksibiliteten til at udvide og skræddersy din løsning, når dine behov udvikler sig.

PFAS - få det totale billede

Med mere end 10.000 kendte sundhedsskadelige stoffer er detektion af PFAS et stort problem. Med Combustion IC (CIC) får du hurtige og pålidelige resultater for alle PFAS'er.

Fordele ved den nye standardmetode:

- Selektiv bestemmelse af AOF, AOCl, AOBr og AOI i forskellige vandprøver.
- AOF som en hurtig, ikke-målrettet screening for PFAS'er.
- Effektiv med meget lidt vedligeholdelse.
- Let at bruge, robust og pålidelig.

Håndholdt Raman: MIRA XTR og MISA

MIRA XTR giver dig hurtig identifikation af ukendte materialer som kemikalier, sprængstoffer og narkotika. Det store udvalg af måleprober gør det muligt at måle væsker, faste stoffer og pulvere gennem emballage, på afstand eller fjernstyret med robot eller drone.

MISA er den pålidelige løsning til at opdage fødevaresvindel, for eksempel i form af almindelige pesticider, tilsætningsstoffer, kunstige farvestoffer og ulovlige materialer, der findes i hverdagsmad.

Metrohm Nordic A/S
Stand 27

Fokus på POCT-løsninger

Biosynex Nordic leverer in vitro diagnostiske produkter og services med fokus på kvalitetsløsninger inden for Point-Of-Care tests, kviktests og molekylær diagnostik.

På LabDays 2024 har Biosynex Nordic fokus på deres POCT-løsninger, og præsenterer blandt andet LabPad. LabPad er et lille, mobilt, multiparameter analyseinstrument, som aktuelt har tre forskellige parametre (INR, CRP og D-Dimér). Der udvikles til stadighed på nye parametre, og i forbindelse med messen lancerer Biosynex Nordic to nye: Fibrinogen og f-Calprotectin.

Biosynex Nordic A/S
Stand 75

DL-F/HK kender dit fag

Dansk Laborant-Forening/HK (DL-F) er Danmarks største netværk for laboranter og står klar på LabDays-messen til en snak med dig om, hvad der sker på din arbejdsplads og i dit arbejdsliv.

Uanset om du har spørgsmål eller ønsker til din landsforening om arbejdsmiljø, efter- og videreuddannelse, faglige aktiviteter eller om fagets fremtid, så kom forbi standen. Er du studerende, så kig forbi og hør mere om, hvad vi gør særligt for dig.

DL-F medbringer diverse DL-F materialer og BFA-vejledninger, invitationer til deres medlemsarrangementer, og der er selvfølgelig også en quiz.

DL-F deltager med et seminar den 5. september kl. 11.00-11.55: Fremtidens fag som laborant v/Katrine Bøg, formand DL-F.

Dansk Laborant-Forening/HK
Stand 44

Innovative løsninger til laboratorie- og medicinalindustrien

Busch Vacuum Solutions fokuserer ikke kun på teknologisk innovation, men også på bæredygtig brug af ressourcer og forbedret arbejdsmiljø. Gennem minimering af varme og støjemission i arbejdsrummet samt reducering af energiforbrug via optimale driftsbetingelser, imødekommer Busch Vacuum Solutions selv de største udfordringer via vakuumoptimering. Busch Vacuum Solutions' produkter og teknologierne er designet til at minimere energiforbruget og aktivt reducere miljøaftrykket gennem optimerede vakuumapplikationer, som i sidste ende skal skabe et bedre miljø at arbejde i, samt minimere miljøpåvirkningen.

Busch Vacuum Solutions vil i år særligt fremvise en række spændende produkter fra Pfeiffer Vacuum, som er kendt for deres høje kvalitet og banebrydende teknologi inden for fin-vakuum. Et team af eksperter vil være til stede for at demonstrere produkterne, besvare spørgsmål og diskutere løsninger, der kan imødekomme jeres specifikke behov.

Busch Vakuumteknik A/S
Stand 33

Slangepumpe fra Longer

Drifton A/S er stolte af at præsentere G100-1L slangepumpe fra Longer, en ny avanceret peristaltisk pumpe, der er designet til at opfylde de strenge krav fra farmaceutiske producenter, forskningslaboratorier og fødevareindustrien, der kræver præcis og pålidelig væskehåndtering.

Holdbarhed og kvalitet

Oplev enestående holdbarhed og alsidighed med G100-1L slangepumpe. Pumpens hus er fremstillet af trykstøbt aluminium og er pulverlakeret, hvilket giver fremragende korrosionsbestandighed og sikrer lang levetid i krævende industrielle miljøer.

Avanceret design og IP66-beskyttelse

Med sit innovative design tilbyder G100-1L slangepumpe IP66-beskyttelse, hvilket sikrer pålidelig ydeevne, selv under udfordrende forhold. Pumpen er fuldstændig beskyttet mod støv og kraftige vandstråler og er designet til at modstå høj luftfugtighed, hvilket gør den ideel til krævende miljøer, hvor pålidelighed og robusthed er afgørende.

Fleksible arbejdstilstande

G100-1L slangepumpe understøtter forskellige arbejdstilstande såsom kontinuerlig drift, tidsindstillet dosering og volumenoverførsel, hvilket gør det nemt at tilpasse sig en bred vifte af applikationer inden for kemikaliedosering, fødevareproduktion og vandrensning.

Flere versioner

G100-1L slangepumpe findes i tre versioner med forskellige hastigheder for at imødekomme specifikke behov:

- **G100-1L:** 0, 0,1-150 rpm.
- **G300-1L:** 0, 0,1-350 rpm.
- **G600-1L:** 0, 0,1-650 rpm.

Drifton A/S
Stand 65

IDA Kemi™

Banebrydende reaktorsystem gør industriel kemikalieproduktion mere bæredygtig

Deltag i et spændende foredrag af Anders Riisager, professor, DTU Kemi.

18. september 2024, IDA Conference, Kalvebod Brygge 31-33, 1530 København V

Tilmelding: ida.dk/arrangementer/355755

DSK's konference om kemometri – IDA Kemi

Deltag i konferencen for det danske kemometrifællesskab, organiseret af IDA Kemi. I år er fokus på design af eksperimenter, maskinlæring og anvendt kemometri og der vil være fantastiske muligheder for at netværke med andre kemometrikere og måske endda starte nye projekter.

Sted: Comwell Kongebrogaarden, Kongebrovej 63, 5500 Middelfart

Hvornår:
Fra torsdag 7. november 2024 kl. 09:00 til fredag 8. november 2024 kl. 14:00

Tilmelding: ida.dk/arrangementer/355624.

Ingeniørforeningen, IDA | Tlf.: 33 18 55 23
Luka Katrine Agerbo | website: ida.dk | e-mail: luka@ida.dk

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

Sommerudflugt til Sorø

Dansk Selskab for Historisk Kemi inviterer medlemmer med ledsager til årets sommerudflugt, der går til *Hauchs Physiske Cabinet* i Sorø **lørdag den 28. september 2024** kl. ca. 10:30. [Det nøjagtige tidspunkt fastlægges og bekendtgøres på selskabets hjemmeside (www.historisk-kemi.dk), når togenes køreplan er kendt].

Besøget vil omfatte en omvisning i de kemirelaterede dele af samlingen, hvorefter deltagerne frit kan bese de øvrige dele af samlingen. Entreen inkl. omvisningen betales af selskabet for alle. Tilmelding skal ske **senest den 25. september 2024** pr. e-mail til sekretæren på adressen turedamhus@outlook.dk.

Traditionelt afsluttes selskabets sommerudflugt med besøg på et lokalt spisested. Det vil også ske denne gang.

Hauchs Physiske Cabinet indeholder fysiske og kemiske instrumenter fra tiden omkring 1800. Det er en af Europas største samlinger af sin art.

Bestyrelsen

STRANDMØLLEN

ESSENTIEL
NÅR KVALITETEN SKAL TESTES

Hos Strandmøllen får du mere end bare gas. Du får løsninger på dine udfordringer i laboratoriet. Både de daglige og de mere langsigtede – uanset om det drejer sig om gaschromatografi, dokumentation, sporbarhed eller noget helt fjerde. Du møder fagfolk, som med omtanke, erfaring, viden og passion forstår kompleksiteten i din hverdag, og som med den sikreste hånd kan gøre en forskel og give dig den nødvendige kontrol.

STRANDMØLLEN – ESSENTIEL FOR FREMTIDEN

Afsender: TechMedia A/S, Naverland 35, DK-2600 Glostrup, tlf. 43 24 26 28 | **Abonnementshenvendelser:** abonnement@techmedia.dk