

Dansk Kemi

Nummer 4 - Juni 2019 / 100. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

Gør en
forskel med
din forskning

Læs om de
nye APB-regler

Mysteriet om indisk guld

dialabxpo.dk

**DIAGNOSTIK- OG LABORATORIE-
BRANCHENS NYE MØDESTED**

24.-26. september 2019



DiaLabXpo
Lokomotivværkstedet • KBH • 24.-26. september 2019

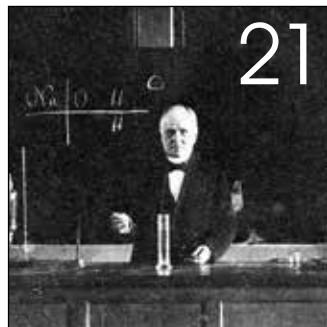
INDHOLD



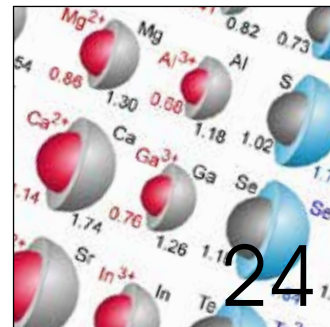
8



16



21



24

1 Forside

Et naturfarvestof, indisk gult, optræder under en lang række af navne. Det stammede oprindeligt fra Indien, men var det af animalsk eller vegetabilsk oprindelse? Læs mere side 16.

8 Vil du gøre en forskel med din forskning?

Danmark emmer af god forskning inden for pharma, biotek og medtek. Novo Nordisk Fonden har etableret BioInnovation Institute, som er en håndsrækning til iværksættere.

12 Afskaffelse af arbejdspladsbrugsanvisningen

Hvis din virksomhed håndterer kemiske materialer, er det vigtigt at forstå de nye regler fra Arbejdstilsynet.

16 Mysteriet om indisk gult

Hvordan blev indisk gult fremstillet? Og hvordan kan man bruge den kemiske viden om "rigtigt" og "falsk" indisk gult til at vurdere kunstværkers autenticitet?

18 Bestemmelse af koksindholdet i biomasse

Ved at benytte multivariat dataanalyse kan koksindholdet i biomasse forbrændt ved høje opvarmningsrater kvantificeres. Det er essentielt for arbejdet med at opnå en bedre forståelse for udbrændingen af biomasse i kraftvarmeværker.

21 Periodesystemet fylder 150 år

Indtil slutningen af 1980'erne hed Mendeleevs system det periodiske system i lærebøgerne. Men faktisk er det grundstofferne og ikke systemet, der optræder i perioder. I 1988 udkom de første lærebøger til gymnasiet, hvor systemet hedder grundstoffernes periodesystem.

24 Periodesystemet og størrelsesvariationer

I anledning af, at det periodiske system fylder 150 år, bringer vi en artikelserie forfattet af Jesper Bendix. Artikelserien illustrerer periodesystemets aktualitet som redskab i systematiseringen af kemien. Vi er nået til artikel 4.

26 Grundstofnavnene i arbejde for kemien. I. (Anden del)

Vi forlod i sidste nummer navnene 'af binær type' ved det uforløste par BaO_2 og MnO_2 , hvor vi manglede en måde at udtrykke den forskel på de to, som vi ved findes. Det, og mere, ser vi på i denne artikel.

28 Grillstegning

Køkkenkemisten kaster sig over grillstegning.

31 Det sidste nye fra Kemisk Forening og IDA Kemi.

TechMedia

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

Redaktion:

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

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

Ledelse:

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

Redaktionskomité:

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

Bladsekretær

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

Annoncer:

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

Annonceproduktion:

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

Hjemmeside:

www.kemifokus.dk

Layout:

Trine Plass

Trykt på miljøvenligt
papir med vegetabiliske
miljøfarver.

Tryk:

PE Offset A/S

Abonnement:

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

Oplag: 4.196
Online læsere: 2.138

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

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

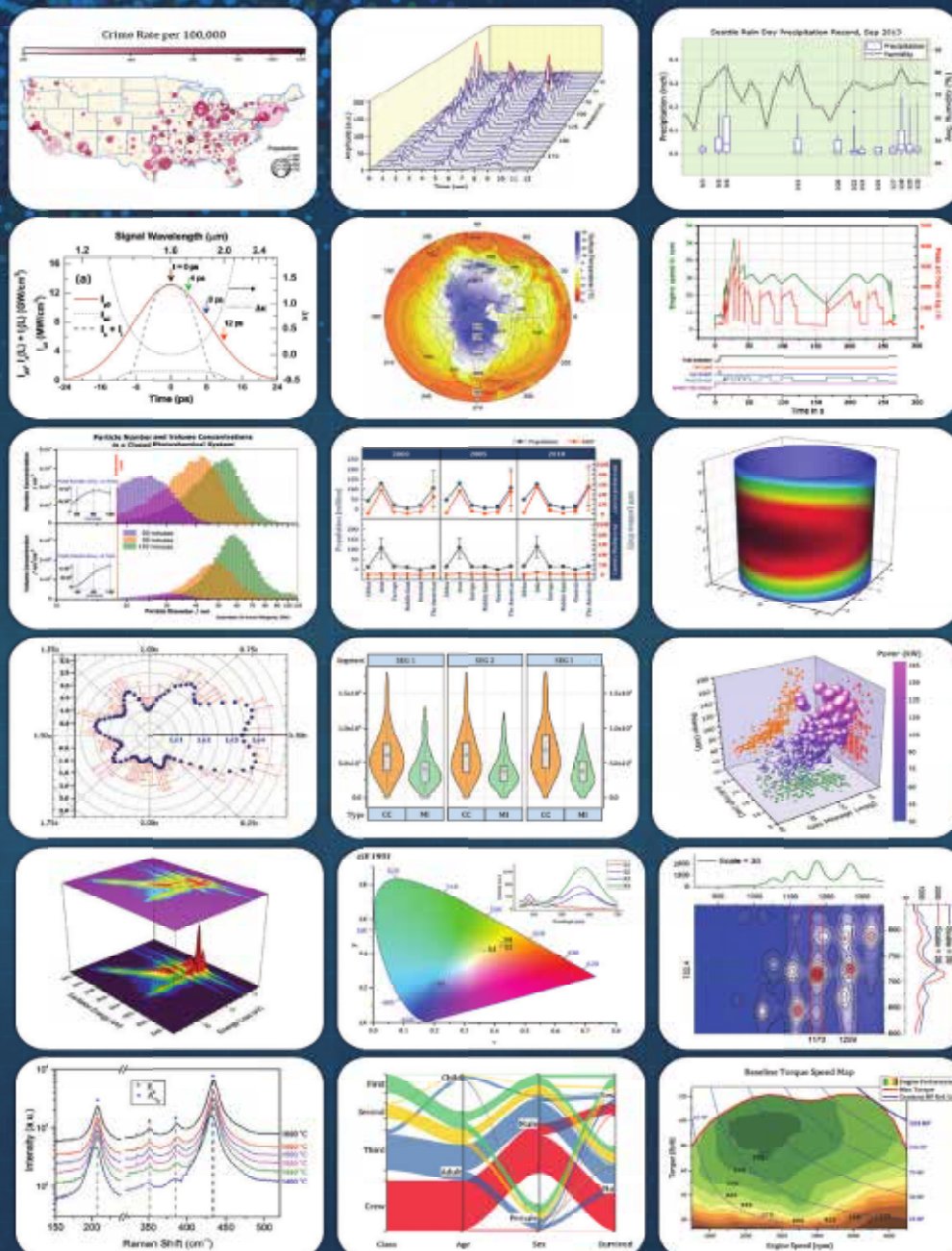


Scan og hent Dansk Kemi's
medieinformation 2019 her!
Hent QR Scanner,
hvor du normalt henter apps.

Ny version

ORIGIN[®] 2019

Graphing & Analysis



OriginLab[®]

25+ years serving the scientific & engineering community

Kontakt:
Inno-Max

Tlf: 9696 1111



Vi skal genanvende forsvarligt

” Virksomhederne skal i fremtiden designe produkter funktionelt og sammensætte dem kemisk, så det bliver let og kommercielt attraktivt at genanvende dem

Klimaet og miljøet er for alvor kommet på dagsordenen. Bloggere og influencere fremviser stolt syltetøjsglas med den lille mængde restaffald, de har tilbage, når alt andet er genbrugt. De er inspireret af Bea Johnson, der med sin bog ”Zero Waste” viser vejen for mennesker, der ser minimering af affald som svaret på nutidens miljøudfordringer.

Men vi er nogen, som godt kan lide at bruge engangsbleer til babyen. Vi køber fødevarer, der er emballeret, så de holder længere, og vi nøjes ikke med at bruge en citronskive som deodorant. Vi må altså stole på, at det affald, vi producerer, bliver håndteret forsvarligt.

I Holland har de et mål om en 100 procent cirkulær økonomi i 2050 – med et delmål om en 50 procent reduktion i forbruget af primære råmaterialer i 2030. Den teknologi, der skal føre hollænderne frem til målet, er ikke udviklet endnu. Men det skal den nok blive, når lande sætter sig mål i den hollandske liga.

Der er flere udfordringer på vejen.

Virksomhederne skal i fremtiden designe produkter funktionelt og sammensætte dem kemisk, så det bliver let og kommercielt attraktivt at genanvende dem. Vi skal også finde ud af, hvor stor en del af vores plast der kan komme fra en fornybar ressource. I øjeblikket er det sukkerrør, men i fremtiden bliver det måske alger, så udfordringen med arealanvendelse bliver løst.

Den helt store udfordring er dog at komme af med de problematiske kemikalier, der bliver nedarvet i nye produkter, hvis vi med hovedet under armen går efter så høj en genanvendelsesprocent som muligt. For nylig har man i en undersøgelse lavet af NGO'en IPEN fundet den forbudte flammehæmmer decabromodiphenyl ether (DecaBDE) i legetøj og andre forbrugerprodukter lavet af genbrugsplast. Af andre eksempler kan nævnes mineralolie fra trykssvæte i genbrugspapir og UV-stabilisatorer i genbrugsplast.

Lige nu er det et salgsargument, at ”dette produkt består af 25 procent genanvendt plast”, men det gælder om at have helt styr på det materiale, der skal genanvendes, så vi undgår, at kravet fra forbrugerne pludselig bliver, at produkter skal bestå af nyt materiale, fordi man er nervøs for nedarvede problematiske kemikalier. Derfor bør man, når man sætter ambitionerne for genanvendelse, tage højde for, at nogle produkter indeholder problematiske kemikalier og skal bortskaffes. På den måde får vi renere materialestrømme, og vi genanvender på en måde, der er forsvarlig for forbrugerne.

Nikolai Stubkjær Nilsen, konsulent, Dansk Industri

AARHUS

11. - 12. september

LabDays 2019

Fagmesse for laboratorieteknik



- Massespektrometri temadag
- BioPeople konference
- LSB temadag & årsmøde
- Over 65 udstillere
- Laboratorieudstyr
- Diagnostik
- Forskning
- Kvalitetskontrol

labdays.dk

Elastyrenprisen 2019

Lektor Henrik Birkedal, INANO og Institut for Kemi på Aarhus Universitet, er dette års modtager af Den danske polymerpris – ATV | Elastyrenprisen. I begrundelsen for at tildele prisen hedder det:

- Henrik Birkedal er internationalt yderst anerkendt og førende inden for sin forskning, specielt inden for forskning i og udvikling af selvhelende polymergeler. Hans forskning har industrielle anvendelsesmuligheder og anvendes i spin off-virksomheden Bioco Medico, som er stiftet af ham selv.

Priskomiteen fremhæver desuden Henrik Birkedals omfattende videnskabelige produktion med et meget højt citationstal samt hans fokus på at uddanne studerende og formidle viden både i forskningsverdenen og til bredere kredse.

- Han har stået for uddannelse af et meget stort antal studerende og ligger meget stærkt i forhold til formidlingen af sin forskning i tv, radio og videnskabelige tidsskrifter.

Pris for nytænkning og markante resultater

Den danske polymerpris – ATV | Elastyrenprisen er på 100.000 kroner og gives til en forsker, der har udmærket sig gennem nytænkning og markante resultater inden for kemisk forskning i og udvikling af syntetiske eller biologiske polymerer til medicinsk anvendelse – herunder arbejde inden for elastomere materialer.

Prisen er indstiftet efter ønske af afdøde ATV-medlem, civilingeniør Torbjørn Grenness. ATV's præsidium uddeler prisen efter indstilling fra en komité af eksperter inden for polymer-teknologi. Kandidater fra forskningsinstitutioner og virksomheder kan komme i betragtning.



Formand for priskomiteen Niels Chr. Nielsen har overrakt Den danske polymerpris - ATV Elastyrenprisen på 100.000 kr. til lektor Henrik Birkedal, INANO og Institut for Kemi på Aarhus Universitet. Foto: Tom Jersø/ATV.

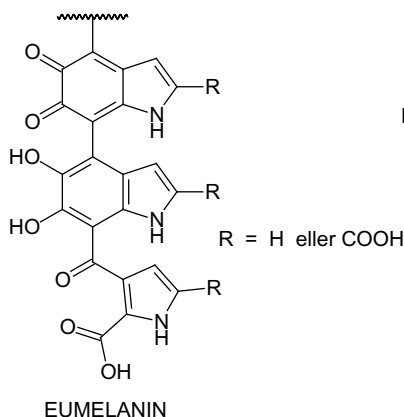
Nyt om ...

... Gule aber

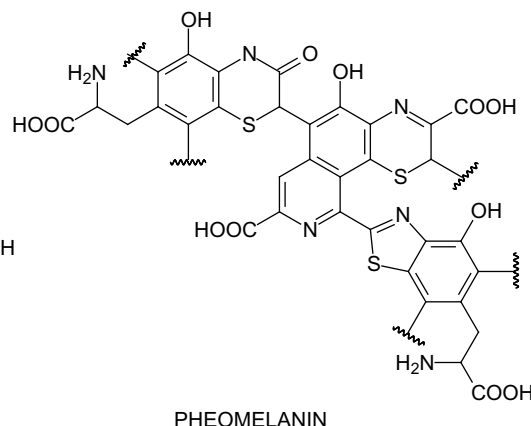
Farven på pattedyrs pels skyldes farvestoffet melanin. Melaniner dannes ved oxidation af aminosyren tyrosin



Foto: This file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International license.



efterfulgt af en polymerisation. Hos pattedyr forekommer normalt to melaniner: eumelanin, som giver en sort eller brun pels og pheomelanin, der giver gule eller røde farver til pelsen. Blandingen af de to bestemmes af arvelige anlæg og skulle forblive nogenlunde konstant. Det var derfor overraskende, da man opdagede nogle "manteled howler aber" i regnskoven i Costa Rica, der havde lyse hår på ben og haler. De er normalt helt sorte. Analyser af hårene viser, at den gule farve skyldes pheomelanin. Disse gule aber er dukket op i løbet af



få år, hvilket er for hurtigt til, at det kan skyldes en naturlig udvikling. Aberne lever næsten udelukkende af planteføde. Pheomelanin indeholder svovl, og de gule aber findes i skove rundt om landbrug. Man har derfor mistanke om, at farven skyldes, at farmerne har brugt svovlholdige pesticider på planter, der er blevet spist af aberne.

Carl. Th.

A recent shift in the pigmentation phenotype of a wild Neotropical primate, *Mammalian Biology* 2018. doi.org/10.1016/j.mambio.2018.10.007.



Metrohm – NIR (Nær-infrarød) og Raman spektroskopi

Det rigtige valg til råvare-, proces- og kvalitetskontrol

Hastighed, alsidighed, anvendelsesfokus og compliance - Dette er essensen af **Metrohms** spektroskopi-løsninger. Vores ekspertise inden for spektroskopi går mere end 50 år tilbage, hvilket fremgår af mange etablerede patenter. Resultatet

er en omfattende portefølje af NIRS laboratorie- og proces spektrometre samt håndholdte Raman spektrometre i smartphone størrelse. **Metrohm** imødekommer derfor både udfordringer i laboratoriet og produktionen.

Kontakt vores NIR/Raman team for yderligere oplysninger:
Esben Dam (tlf: 41969614; esben.dam@metrohm.dk) eller
Allan Hansen (tlf: 41969613; allan.hansen@metrohm.dk)

 **Metrohm**
Nordic

Vil du gøre en forskel med din forskning?

Danmark emmer af god forskning inden for pharma, biotek og medtek, men kun en lille andel bliver omsat til produkter på markedet til gavn for samfundet. Derfor har Novo Nordisk Fonden etableret BioInnovation Institute, som er en håndsrækning til iværksættere.



Af Mette Hvistendahl Munch, BioInnovation Institute

Det er en lang rejse, forskere i pharma, biotek og medtek bevæger sig ud på, når de skal omsætte ny forskning til et produkt eller en løsning på markedet. Derfor besluttede Novo Nordisk Fonden i 2015 at hjælpe iværksætterne med at komme godt fra start mod en kommerciel succes, og første skridt var at undersøge, hvorfor der i Danmark bliver etableret så få opstartsvirksomheder.

I mange år har der været mulighed for at få økonomisk støtte til forskning, men der har kun været begrænset støtte til kommercialisering i form af netværk, viden, eksperthjælp, faciliteter og mentorer. Erfaringer fra udlandet viser dog, at det særligt er det, der er behov for i den tidlige fase, og med den viden valgte Novo Nordisk Fonden at investere knap DKK 400 M over en treårig periode for at etablere BioInnovation Institute (BII).

- Novo Nordisk Fonden har i mange år støttet forskning i life science i Danmark, og universiteterne har opnået stigende

international anerkendelse for deres forskning. Men antallet af små virksomheder, der er baseret på denne fremragende forskning, og som kan have potentiale til at blive til større eller store virksomheder, er ikke fulgt med. Det, forventer vi, ændrer sig med etableringen af BioInnovation Institute, siger Sten Scheiby, tidligere bestyrelsesformand i Novo Nordisk Fonden og nu formand for BII, der åbnede i november 2018.

Faciliteter, netværk, finansiering

BioInnovation Institute har skabt tre forskellige programmer afhængig af projekternes modenhed. For helt tidlige projekter er det muligt at søge om finansiering til proof of concept, hvis forskningen har et kommercielt potentiale. Derudover tilbyder BioInnovation Institute programmet Business Acceleration Academy (BAA), der har til formål at validere det kommercielle potentiale og klæde forskere på til at træde ind i forretningsverdenen.

BAA-programmet er et tre måneder langt mentorforløb på

Om BioInnovation Institute

BioInnovation Institute er et Novo Nordisk Fonden initiativ. Der er tale om en langsigtet satsning på 10 år, hvor Novo Nordisk Fonden til selve etableringsfasen frem mod udgangen af 2020 har besluttet at uddele en bevilling på 392 millioner kroner. Sten Scheibye er formand for BII i etableringsfasen, og Jens Nielsen er direktør.

fuld tid, der giver start-up teams adgang til et væld af eksperter samt mulighed for at anvende den nye viden på det specifikke start-up projekt. Programmet bliver skræddersyet til det enkelte team, som får hjælp til emner som markedspotentialer, forretningsmodel og IP.

Det tredje program, Creation House, henvender sig til start-up virksomheder, der har fået klarhed over, hvilke skridt der skal til for at nå markedet. I Creation House får virksomheden finansiering på op til DKK 10 M samt kontor- og laboratorieplads og et globalt netværk, der hjælper og støtter i de første leveår, hvor der er stor risiko for at fejle.

- I Boston og San Francisco, hvor der er virkelig meget innovation, er den drevet af entreprenante, unge mennesker, som får hjælp til at realisere deres ideer. De har behov for et sted, der rummer alle de kompetencer, der skal til for at navigere i erhvervslivet, for det er en helt anden verden end forskningsmiljøet på universiteterne, siger Jens Nielsen, direktør for BioInnovation Institute.

10 projekter, ni start-ups

I øjeblikket har BioInnovation Institute 10 projekter og ni start-ups fordelt over de tre programmer, og der er optag på programmerne hvert halve år. De ni start-ups har kontor og laboratorieplads hos BioInnovation Institute, der netop har istandsat og indrettet 2.300 kvadratmeter i hjertet af Copenhagen Science City nær Panum og Rigshospitalet.

- Vi samler vores start-ups for at skabe en nødvendig synergi imellem dem og for at tiltrække viden og ekspertise samt investorer fra hele verden, som virksomhederne kan få gavn af i deres udvikling. Topforskning har så stor en innovationskraft, men kompetencer som projektstyring, ledelse og organisationsstruktur er nødvendige for at skabe en attraktiv forretning for investorer, siger Jens Nielsen.



Indtil nu har der i Danmark kun været begrænset støtte til kommercialisering i form af netværk, viden, eksperthjælp, faciliteter og mentorer. Derfor har Novo Nordisk Fonden nu etableret BioInnovation Institute.

En forskel med forskning

Virksomheden RetiPharma er i programmet Creation House, og de har været en del af BII siden efteråret 2018. Virksomheden udvikler nye behandlinger mod degenerative øjensygdomme, og deres compound RP001 er et naturligt forekommende peptid, som har vist en stærk neuroprotektiv effekt i både *in-vitro* og *in-vivo* modeller.

- RetiPharma udspringer af mange års akademisk forskning, hvor vi så en stigende evidens for den neuroprotektive effekt. Det er vigtigt for os at kunne gøre en forskel med vores forskning, og derfor arbejder vi nu på at få RP001 på markedet til



Virksomheden RetiPharma udvikler nye behandlinger mod degenerative øjensygdomme.

Busch Vakuum teknologi til den kemiske industri

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

Stol på en pålidelig vakuum partner.
Stol på Busch.



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





■ Søg ind hos BII

Proof of Concept er for projekter, der står over for at skulle etablere teknisk proof of concept for forskningen. BII tilbyder programmet til projekter inden for medtek, biotek og pharma. Med optagelse i programmet følger en bevilling på op til DKK 1 M, og programmet løber over 12 måneder. I den periode fortsætter projekterne arbejdet på det nuværende institut, universitet eller arbejdssted.

Business Acceleration Academy (BAA) er for projekter og unge virksomheder, der er klar til at udforske det kommercielle potentiale af deres forskning. Projekterne arbejder sammen med BII's team og en række erfarne mentorer og eksperter plus de øvrige projekter i BAA i et 11 uger langt forløb, hvor teams engagerer sig fuld tid i at udarbejde en udviklings- og forretningsplan, der kan accelerere virksomheden mod at blive en kommerciel succes. BAA starter med en uges bootcamp, hvor BII hjælper teams med at identificere deres behov for hurtigt at kunne nå markedet. Herefter starter et ti ugers skræddersyet program hos BII i København, der dækker områder som markedsanalyse, IP-rettigheder, strategi mv. Ud over adgang til programmet til en værdi på op til DKK 350.000, følger en bevilling på op til DKK 250.000.

Creation House er for virksomheder, der allerede har etableret proof of concept for projektet og udarbejdet en forretningsplan, som laboratorierne for at interagere med BII teamet, mentorer og eksperter samt de øvrige virksomheder i Creation House og i Business Acceleration Academy. Programmet løber fra 12 til 18 måneder, og formålet er at modne projektet gennem udviklingen af en prototype eller en lead kandidat, så virksomheden kan rejse den første større finansiering. Med programmet følger finansiering på op til DKK 10 M.

behandling af det synstap, som ofte følger en nethindsløsning, siger direktør Henrik Vissing.

Han fremhæver muligheden for at arbejde både med de forretningsmæssige og videnskabelige aspekter af RetiPharma under ét og samme tag som en fordel for teamet.

- Med den unikke ressourcebank og state-of-the-art laboratorier hos BII har vi fået de bedst mulige rammer for at bringe vores forskning på markedet, siger Henrik Vissing, som har en baggrund fra blandt andet AstraZeneca og Novo Nordisk.

Events hos BII

BioInnovation Institute åbner for nye ansøgere efter sommeren, men afholder henover foråret en række åbne arrangementer i eventserien "Talks on The Square", som er navnet for instituttets eventfaciliteter. I den forbindelse vil internationale talere lægge vejen forbi, og i begyndelsen af marts blev serien skudt i gang med MIT professor Dr. Feng Zhang, der er kendt for sin rolle i udviklingen af CRISPR.

- Vores ønske er at skabe et mødested for life science miljøet og bringe forskning og erhvervslivet tættere sammen. Med eventserien vil vi inspirere med talere fra hele verden og højaktuelle emner inden for medtek, biotek og pharma samt entreprenørskab og innovation. Vi er kommet rigtig godt fra start, og jeg håber forsat at se fulde huse til vores events, siger Jens Nielsen.

På BII's hjemmeside kan du se kommende events og melde dig til.

■ Følg med i BII

På BII's hjemmeside www.bioinnovationinstitute.com kan du skrive dig op til nyhedsbrevet, som udkommer jævnligt. Du kan også følge med på LinkedIn www.linkedin.com/company/bioinnovationinstitute eller Facebook www.facebook.com/BioInnovationInstitute.



NYHED DIAGNOSTIK- OG LABORATORIEBRANCHENS MØDESTED

24.-26. september 2019

dialabxpo.dk

DiaLabXpo er den nye fagmesse og mødested for hele diagnostik- og laboratoriebranchen. Her samles branchen om fremtidens løsninger, den nyeste viden, tendenser, faglige events og netværk.

Vær en del af DiaLabXpo når branchens førende udstillere samles til tre inspirerende dage den 24.-26. september 2019.

FAGMESSE • NETVÆRK • VIDENSDELING

BLIV UDSILLER
- LÆS MERE PÅ **DIALABXPO.DK**

DiaLabXpo
Lokomotivværkstedet • KBH • 24.-26. september 2019



Afskaffelse af arbejdspladsbrugsanvisningen

Hvis din virksomhed håndterer kemiske materialer, er det vigtigt at forstå de nye regler fra Arbejdstilsynet, der afskaffer arbejdspladsbrugsanvisningen og erstatter den med en skærpet instruktionspligt. De nye regler har indflydelse på, hvordan din virksomhed skal dokumentere og vurdere risikoen ved arbejde med kemiske materialer. Men hvor meget har reglerne i virkeligheden ændret sig?

Af Claus Ankjærgaard, partner og rådgiver hos Chymeia ApS

Så er der afklaring omkring Arbejdstilsynets ændring af reglerne til kemisk APV, arbejdsinstruktion og arbejdspladsbrugsanvisning. Men er der i virkeligheden tale om væsentlige reelle ændringer, eller er det gammel vin på nye flasker? Gammel vin på nye flasker vil mange påstå, i hvert fald i forhold til de grundlæggende hensigter med reglerne. Uanset de

nye ændrede regler har din virksomhed stadig oplærings- og instruktionspligt samt overordnet pligt til at sikre, at arbejdet kan udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarligt. Sådan har det været altid. Det er blot værktøjerne til at opfylde disse pligter, som ændrer navn. Arbejdspladsbrugsanvisningen forsvinder som et format-dikteret dokument og erstattes af en instruktionsforpligtelse samt en forpligtelse til altid at udarbejde en kemisk APV for de kemiske materialer, der anvendes på virksomheden.

Alt i alt hilser vi de reviderede regler velkommen. De gør det muligt for virksomhederne at lave meningsfuld og målrettet dokumentation i stedet for hovedløst for hvert enkelt kemikalie at lave en arbejdspladsbrugsanvisning med 14 tvungne punkter. 14 punkter, hvoraf størstedelen var af ligeegyldig betydning for den almindelige medarbejder, som grundlæggende blot havde brug for information om, hvor farligt materialet var og hvordan man beskytter sig. Arbejdspladsbrugsanvisningen endte således med at indeholde så meget information, at det i praksis var svært at finde ind til den vejledning og de råd, som medarbejderen havde brug for i den konkrete arbejdsituation. Med de nye regler skifter vi mod formatfrihed og større fokus på anvendelse og proces, hvilket gør det muligt at gøre information om sikker håndtering langt mere relevant for den endelige bruger.

Har virksomheden således styr på, hvilke kemikalier den anvender, hvordan de anvendes og hvor farlige de er, så er der nu, med de nye regler basis for at kunne skræddersy sikkerhedsdokumentation, så den i endnu højere grad er målrettet og tilpasset den enkelte virksomhed helt ned til den enkelte medarbejder og dennes særlige anvendelser.

Der er ingen overgangsordning, så fra ikrafttrædelsen den 1. juli 2019, er virksomhederne forpligtet til at kende og overholde de nye regler.

De nye regler Kemisk APV

- Reglen om, at man kan "slippe" for at udarbejde kemisk APV, hvis man har udarbejdet kemiske APB'er, fjernes sammen med kravet om arbejdspladsbrugsanvisninger. Det betyder omvendt, at kravet (§6, stk. 1) om, at der altid skal udarbejdes en APV, såfremt der findes farlige materialer på arbejdspladsen, ikke kan undtages.
- Det formuleres nu udtrykkeligt, at baggrundsmaterialet til en kemisk APV skal tage udgangspunkt i et SDS.
- Den kemiske APV skal være tilgængelig for ansatte. Elektronisk form er tilstrækkelig.

Oplæring og instruktion

- Reglerne udvider og detaljerer instruktionsforpligtelsen fra Bekendtgørelsen om arbejdets udførelse
- Instruktionen skal indeholde information om følgende:
 - Materialets farlighed, som typisk er informationen fra sikkerhedsdatabladets sektion 2, og 8 (grænseværdier)
 - Sikker opbevaring, som typisk er bestemt af information fra sikkerhedsdatabladets sektion 7 samt af de lokale forhold
 - Værnemiddelbrug og deres placering, som typisk er bestemt af information fra sikkerhedsdatabladets sektion 8 samt af de lokale forhold
 - Førstehjælp, som typisk er bestemt af information fra sikkerhedsdatabladets sektion 4 samt af de lokale forhold
 - Bortskaffelse, som typisk er bestemt af information fra sikkerhedsdatabladets sektion 13 samt af de lokale forhold
- Instruktionen kan være mundtlig, men skal dog suppleres med skriftlig dokumentation, hvis farlighed eller særlige forhold. Dette er for at tilgodese de arbejdspladser, der enten er meget overskuelige i antallet af kemiske materialer eller antallet af berørte medarbejdere. I sådanne begrænsede scenarier kan man argumentere for, at mundtlig instruktion er tilstrækkelig og at skriftlige instruktioner kun vil udgøre en unødvendig bureaukratisk byrde. Baserer man udelukkende sin instruktionspligt på mundtligt grundlag, skal man dog være sikker på, at man følger op og repeterer instruktionen, når der sker væsentlige ændringer i arbejdsforholdene, eller der kommer nye medarbejdere til.

Ophævelse af kravet om arbejdspladsbrugsanvisninger

- Krav om at udarbejde arbejdspladsbrugsanvisning forsvinder
- Formkravet forsvinder hermed også
- Medmindre det har betydning for risikoforståelse af materialet, forsvinder forpligtelsen til at informere om følgende:
 - Sammensætningsoplysninger fra sikkerhedsdatabladets sektion 3
 - Fysisk/kemiske egenskaber fra sikkerhedsdatabladets sektion 9
 - Toksikologiske oplysninger fra sikkerhedsdatabladets sektion 11
 - Stabilitet og reaktivitet fra sikkerhedsdatabladets sektion 10
 - Transportoplysninger fra sikkerhedsdatabladets sektion 14.

Konsekvenserne af de nye regler

Der er tale om et paradigmeskift, som flytter fokus og det skriftlige krav fra arbejdspladsbrugsanvisningen til den kemiske APV og instruktion.

Som overskriften på de nye regler siger, så afskaffes kravet til udarbejdelse af arbejdspladsbrugsanvisningen, men alligevel er der næppe tale om en revolution, som afskaffer behovet for et dokument.

Medarbejderne skal stadig instrueres på baggrund af den kemiske APV, og hvor nødvendigt også skriftligt. Medarbejderne skal også fortsat kende mange af de emner (bortskaffelse, værnemidler, faresymboler osv.), som var indeholdt i arbejdspladsbrugsanvisningen.

Af praktiske og juridiske hensyn vil det derfor fortsat give mening med et APB-lignende dokument. Men det vil være hensigtsmæssigt at arbejde med et dokument, som er:

- Mere målrettet
- Mere fleksibelt
- Mere proces- og anvendelsesorienteret
- ... og baseret på en risikovurdering, som tager både farlighed og anvendelse i betragtning.

I forhold til den praktiske udfoldelse af de nye regler hører vi fra virksomheder, vi har været i kontakt med, at det er godt med de nye regler, fordi:

- ... man kan lave dokumenter, der er tilpasset til den enkelte virksomheds behov
- ... de nye regler åbner op for at adressere hele processer i stedet for kemikalier enkeltvis



Pipetteservice

Akkrediteret kalibrering
Reparation • Vedligeholdelse

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



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



DANAK
Cal. Reg. Nr. 482

De væsentligste forskelle på reglerne før og nu

Reglerne før	Reglerne nu
<p>§ 6. Hvis der findes farlige stoffer og materialer på arbejdspladsen, skal der i arbejdspladsvurderingen efter bekendtgørelsen om arbejdets udførelse tillige indgå følgende vurderingselementer, jf. dog § 10:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) stofferne og materialernes farlige egenskaber, 2) eksponeringsgraden, -typen og varigheden, 3) omstændighederne ved arbejdet med farlige stoffer og materialer, herunder mængden, 4) virkningen af de forebyggende foranstaltninger, der er truffet eller skal træffes, 5) hvor det er muligt, de konklusioner, der kan drages af foretagne arbejdsmedicinske undersøgelser, 6) grænseværdier fastsat af Arbejdstilsynet, og 7) leverandøroplysninger om sikkerhed og sundhed. <p>Stk. 2. Arbejdsgiveren skal fra leverandøren eller fra andre let tilgængelige kilder skaffe yderligere oplysninger, der er nødvendige for arbejdspladsvurderingen.</p> <p>Stk. 3. Vurderingen skal tillige indeholde en fortegnelse over de farlige stoffer og materialer, der bruges på arbejdspladsen med henvisning til de relevante sikkerhedsdatablade. Arbejdsgiveren skal sikre, at de ansatte har adgang til fortegnelsen.</p> <p>.....</p>	<p>§ 6. Hvis der findes farlige stoffer og materialer på arbejdspladsen, skal der i arbejdspladsvurderingen efter bekendtgørelsen om arbejdets udførelse tillige indgå følgende vurderingselementer, jf. dog § 10:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) stofferne og materialernes farlige egenskaber, 2) eksponeringsgraden, -typen og varigheden, 3) omstændighederne ved arbejdet med farlige stoffer og materialer, herunder mængden, 4) virkningen af de forebyggende foranstaltninger, der er truffet eller skal træffes, 5) hvor det er muligt, de konklusioner, der kan drages af foretagne arbejdsmedicinske undersøgelser, 6) grænseværdier fastsat af Arbejdstilsynet, og 7) leverandøroplysninger om sikkerhed og sundhed. <p>Stk. 2. Arbejdsgiveren skal fra leverandøren eller fra andre let tilgængelige kilder skaffe yderligere oplysninger, der er nødvendige for arbejdspladsvurderingen.</p> <p><i>Stk. 3. Arbejdsgiveren skal indhente sikkerhedsdatablade fra leverandøren i de nævnte tilfælde, omfattet af REACH-forordningens artikel 31, stk. 3 og 4, CLP-forordningens artikel 59, stk. 2, og Arbejdstilsynets bekendtgørelse om særlige pligter for fremstillere, leverandører og importører m.v. af stoffer og materialer efter lov om arbejdsmiljø § 15 til brug for udarbejdelsen af sin arbejdspladsvurdering.</i></p> <p><i>Stk. 4. Vurderingen skal tillige indeholde en fortegnelse over de farlige stoffer og materialer, der bruges på arbejdspladsen med henvisning til de relevante sikkerhedsdatablade. Arbejdsgiveren skal sikre, at de ansatte har adgang til fortegnelsen.</i></p> <p>.....</p>
<p>§ 11. I arbejdspladsvurderingen kan resultatet af vurderingen, herunder de foranstaltninger, der skal træffes, beskrives ved henvisning til de udarbejdede brugsanvisninger efter § 23, stk. 1</p>	<p>§ 11. Arbejdspladsvurderingens del om stoffer og materialer skal være skriftlig og tilgængelig for de ansatte og skal i øvrigt ske i overensstemmelse med kapitel 2 a i bekendtgørelse om arbejdets udførelse.</p>
<p>Kapitel 8 - Arbejdspladsbrugsanvisning</p>	<p>Kapitel 8 - Oplæring og instruktion</p>
<p>§ 23. Arbejdsgiveren skal udarbejde en arbejdspladsbrugsanvisning for de stoffer og materialer, som er omfattet af § 2, stk. 2, nr. 1 – 4 samt nr. 6, og bilag 3 og 4 med følgende oplysninger, hvis det er teknisk og fagligt muligt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) identifikation af stoffet/materialet, herunder oplysning om handelsnavn samt et eventuelt produktregistreringsnummer (PR-nr.) tildelt af Arbejdstilsynet. For så vidt angår stoffer og materialer, der skal mærkes, angives den producent, leverandør eller importør, der er anført på etiketten, 2) fareidentifikation, 3) sammensætning af/oplysning om indholdsstoffer, herunder de stoffer og materialer, der er klassificeringspligtige efter CLP-forordningen, samt oplysninger om indholdsstoffer i form af organiske opløsningsmidler, 4) førstehjælpsforanstaltninger, 5) brandbekæmpelse, herunder oplysninger om forholdsregler ved brand, 6) forholdsregler over for udslip ved uheld, herunder oplysninger om forholdsregler ved spild på virksomheden, 7) håndtering og opbevaring, herunder oplysninger om sikkerhedsforskrifter ved oplagring på virksomheden, 8) eksponeringskontrol/personlige værnemidler, herunder oplysninger om forholdsregler ved udsættelse for stoffet eller materialet, 	<p>§ 23. Som led i den oplæring og instruktion, der skal gives efter § 18 i bekendtgørelsen om arbejdets udførelse, skal arbejdsgiveren sikre, at de ansatte, der arbejder med stoffer og materialer, som nævnt i § 2, stk. 2, og ansatte, der i forbindelse med arbejdet kan blive udsat for farlige stoffer og materialer, jf. § 2, stk. 2, modtager en effektiv og tilstrækkelig oplæring og instruktion, som baseres på arbejdspladsvurderingen, jf. § 6. Oplæringen og instruktionen skal omfatte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) de farlige stoffer og materialer, der findes på arbejdspladsen, herunder stofferne eller materialernes navn, faremærkning, risici ved arbejde med og udsættelse for dem, relevante grænseværdier for erhvervsmæssig eksponering og andre anvisninger, 2) hvordan stoffer eller materialer håndteres, bruges og opbevares sikkerhedsmæssigt og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt, herunder eventuelle anvendelsesbegrænsninger, 3) korrekt brug af sikkerhedsforanstaltninger under arbejdet, herunder værnemidler og disses placering på arbejdspladsen, 4) sikkerhedsforanstaltninger ved uheld, f.eks. brand, spild og lignende og 5) bortskaffelse af stoffer og materialer samt værnemidler efter endt brug og øvrig håndtering af affald, herunder særligt mærket affald. <p><i>Stk. 2. Oplæring og instruktion skal gennemføres inden arbejde med farlige stoffer og materialer, eller inden der er risiko for udsættelse</i></p>

Reglerne før - fortsat	Reglerne nu - fortsat
<p>og om brug af personlige værnemidler samt eventuelt forbud mod alenearbejde, 9) fysisk-kemiske egenskaber, 10) stabilitet og reaktivitet, herunder oplysninger om egenskaber ved opvarmning og brand, 11) toksikologiske oplysninger (sundhedsfarlige egenskaber), herunder oplysninger om evt. symptomer ved indtagelse eller optagelse i organismen, 12) transportoplysninger, 13) oplysninger om regulering, herunder oplysninger om fx anvendelsesbegrænsninger, krav om særlig uddannelse, særlige krav til alder mv., og 14) andre oplysninger, herunder anvendelsesområder på virksomheden.</p> <p><i>Stk. 2.</i> Brugsanvisningen skal i fornødent omfang ajourføres, herunder ved væsentlige ændringer på arbejdspladsen.</p> <p><i>Stk. 3.</i> Brugsanvisninger skal opbevares tilgængeligt for de ansatte.</p> <p><i>Stk. 4.</i> De ansatte, der er beskæftiget med stoffet eller materialet, skal vejledes i brugen heraf og have brugsanvisningen udleveret med effektiv instruktion.</p> <p><i>Stk. 5.</i> Arbejdsgiveren skal sikre, at de ansatte har adgang til de sikkerhedsdatablade fra leverandøren, som er udarbejdet i henhold til § 15 i bekendtgørelsen om særlige pligter for fremstillere, leverandører og importører mv. af stoffer og materialer efter lov om arbejdsmiljø.</p> <p><i>Stk. 6.</i> Arbejdsgiveren skal sikre, at de ansatte og deres repræsentanter har adgang til de sikkerhedsdata blade fra leverandøren, som er udarbejdet i henhold til REACH-forordningens artikel 31 om sikkerhedsdatablade, som ændret ved CLP-forordningen.</p> <p><i>Stk. 7.</i> De ansatte og deres repræsentanter skal sikres adgang til evt. oplysninger, som er modtaget fra leverandøren efter REACH-forordningens artikel 33, stk. 1.</p> <p><i>Stk. 8.</i> Arbejdsgiveren skal indhente sikkerhedsdatablade fra leverandøren i de nævnte tilfælde omhandlet af REACH-forordningens artikel 31, stk. 3 og 4, og CLP-forordningens artikel 59, stk. 2, til brug for udarbejdelsen af sin arbejdspladsbrugsanvisning.</p> <p><i>Stk. 9.</i> Derudover skal arbejdsmiljøorganisationen underrettes om relevante grænseværdier for de farlige stoffer og materialer. I virksomheder, hvor der ikke skal oprettes arbejdsmiljøorganisation, skal de ansatte på tilsvarende måde underrettes.</p>	<p>for farlige stoffer og materialer, og gentages jævnligt. Instruktionen er mundtlig og understøttes af skriftligt materiale, når der arbejdes med eller er risiko for udsættelse for særligt farlige stoffer og materialer, ved særligt komplicerede arbejdsprocesser og forhold, og når arbejdspladsvurderingens del om stoffer og materialer i øvrigt tilsiger det.</p> <p><i>Stk. 3.</i> Oplæring og instruktion skal foretages på ny, hvis der sker væsentlige ændringer, herunder hvis der er tale om en ny aktivitet eller skiftende omstændigheder.</p> <p><i>Stk. 4.</i> Arbejdsgiveren skal sikre, at de ansatte og deres repræsentanter har adgang til sikkerhedsdatabladene efter REACH-forordningens art. 31 som ændret af CLP-forordningen, og § 15 i Arbejdstilsynets bekendtgørelse om særlige pligter for fremstillere, leverandører og importører m.v. af stoffer og materialer efter lov om arbejdsmiljø samt øvrige relevante oplysninger efter REACH-forordningens art. 33, stk. 1.</p> <p><i>Stk. 5.</i> Arbejdsgiveren skal sikre, at arbejdsmiljøorganisationen underrettes om relevante grænseværdier for de farlige stoffer og materialer. I virksomheder, hvor der ikke skal oprettes arbejdsmiljøorganisation, skal de ansatte på tilsvarende måde underrettes.</p>

- ... man kan skræddersy dokumentet, så det er velegnet til at instruere efter
- ... det stadig er muligt at lave den oprindelige arbejdspladsbrugsanvisning, såfremt man vurderer, den er tilstrækkelig informativ.

Det interessante er, at alt dette bidrager positivt til at gøre arbejdsinstruktioner og kemisk APV mere relevant for brugerne, hvor netop relevans er afgørende for, om det bliver læst af brugerne. Resultatet af den nye lovgivning bør efter vores opfattelse være, at man laver et mere målrettet og relevant dokument.

I og med der er metodefrihed, så er den "gamle" arbejdspladsbrugsanvisning stadig en mulighed, men det er vigtigt at forstå, at det skal være begrundet i en nedskrevet vurdering (kemisk APV) – det skal alle løsninger være fremadrettet. Man skal altså argumentere for (på baggrund af en risikovurdering), at den metode man vælger, er velegnet til håndtering af risikoen på virksomheden.

For til slut at producere en god kemisk APV og gode robuste instruktioner forudsætter det fra starten af, at:

1. ... man har et sundt "bogholderi" over virksomhedens kemiske materialer – styr på kemikalierne
2. ... man løbende holder sig ajourført på, hvorledes farligheden af de kemiske materialer er beskrevet og ændrer sig eksempelvis via opdaterede leverandørbrugsanvisninger – styr på farligheden
3. ... man forstår, hvordan de kemiske materialer bliver anvendt på virksomheden – styr på anvendelsen.

* Bekendtgørelse nr. 254 af 19. marts 2019 om ændring af bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer (kemiske agenser) (Ophævelse af kravet om arbejdspladsbrugsanvisninger m.m.).

E-mail:
 Claus Ankjærgaard: clan@chymeia.com

Mysteriet om indisk guld

Hvordan blev indisk guld fremstillet? Og hvordan kan man bruge den kemiske viden om "rigtigt" og "falsk" indisk guld til at vurdere kunstværkers autencitet?

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

Nogle enkelte naturfarver som krap, gurkemeje, safran, indigo og purpur har været anvendt i tusinder af år, især i Asien blandt andet til tøjfarvning. De træffes imidlertid sjældent i europæisk malerkunst. Her er det uorganiske farver baseret på tungmetaller som kviksølv, chrom, cadmium, jern, kobber og bly, der før ca. 1800 er de dominerende farvestoffer. Herefter får de konkurrence af syntetiske organiske farver, i første omgang azofarvestoffer. Et naturfarvestof, indisk gult, træffes dog på paletten. Det optræder under en lang række af navne som purrée, purrhée, piuri, pwree, gogili, Monghyr puri med flere. Det dukkede op i Nederlandene i 1600-tallet og i England i slutningen af 1700. Det stammede fra Indien, men det er stadig uklart, om det var af animalsk eller vegetabilsk oprindelse [1,2,3].

Indisk gults farvekvalifikationer

Indisk gult berømmes for sine farveegenskaber “the pure pigment has an incomparably beautiful, deep and luminescent gold yellow in shade which is achieved with no other pigment”, det er blevet brugt både til akvarel og oliemaleri.

Joseph Mallord William Turner

Den engelske maler J.M.W. Turner, der døde i 1851, anvender såvel i sine akvareller som oliemalerier ofte indisk guld, et eksempel ses i figur 1 – *Ancient Italy – Ovid Banished from Rome*, et oliemaleri fra 1838.

Indisk gult dukkede op i Europa allerede i 1600-tallet. Jan Vermeer anvender det i 1662 i sit maleri "Woman weighing gold". Det har også været anvendt til freskomalerier. På grund af sin kraftige fluorescens er indisk gult særlig klar og lysende i farven. Det forsvandt igen i begyndelsen af 1900-tallet [1,2,3].



Figur 1. J.M.W. Turner, Ancient Italy – Ovid Banished from Rome, Oliemaleri 1838. The Frick Collection.

Fremstilling af indisk gult

En populær overlevering [1,2,3,4] fortæller, at farvestof-fet stammer fra Bihar-provinsen nord for Calcutta i Indien, hvor man fodrede køer udelukkende med blade fra mangotræet og kun gav dem lidt vand at drikke, hvorefter man indsamlede deres urin, som blev inddampet. Den resterende faste ildelugtende masse blev filtreret fra og blev formet til runde klumper på 85-110 g (purree), figur 2, der blev tørret i solen. Disse var brun-grønlig på overfladen og lyst gullige i det indre. De havde en ubehagelig gennemtrængende lugt af bæversekret (castoreum).

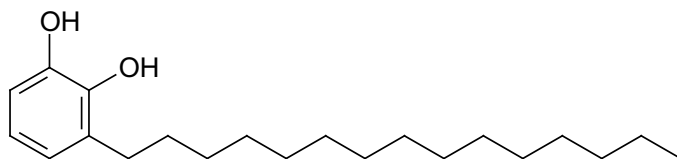
Kuglerne blev solgt og eksporteret til Europa som indisk guld. En udsending fra den indiske regering, T.N. Mukharji, rejste som resultat af en længere korrespondance mellem Kew Botanical Garden i London og Det Indiske Landbrugsministerium i 1883 til området nord for Calcutta for at få nøjere indsigt i fremstillingen [4]. Hans rapport blev publiceret i Journal of the Society of Arts [5]. Heri bekræfter han den animalske oprindelse. Det er imidlertid den eneste skriftlige overlevering om fremstillingsmetoden, vi har i dag.

Indisk gult blev forbudt i begyndelsen af 1900-tallet, da man betragtede fremstillingsmetoden som dyremishandling, idet køerne blev voldsomt afmagrede af kun at få de næringsfattige blade fra mangotræet som foder. Bladene indeholdt yderligere urushiol, figur 3, der er det allergifremkaldende stof i poison ivy, *Toxicodendron radicans*, giftig vedbend, der er en udbredt slyngplante i amerikanske løvskove.

Der hersker imidlertid tvivl, om denne beskrivelse af fremstillingsmåden er korrekt [1]. Nogle mener, at det er mere sandsynligt, at indisk gult stammede fra et træ, *Memecylon tinctorium*, som blev ekstraheret muligvis med kourin. Det indisk gult, der nåede frem til Europa, lugtede i hvert fald af urin, og man fandt spor af hippursyre heri. Denne findes i urin. *Memecylon tinctorium* er almindeligt udbredt i det sydlige og østlige Indien, hvor dens tørrede gule blomster blandt andet bruges som erstatning for safran.

Indisk gults kemiske sammensætning

C.L. Erdmann og J. Stenhouse var begge samtidigt interes-

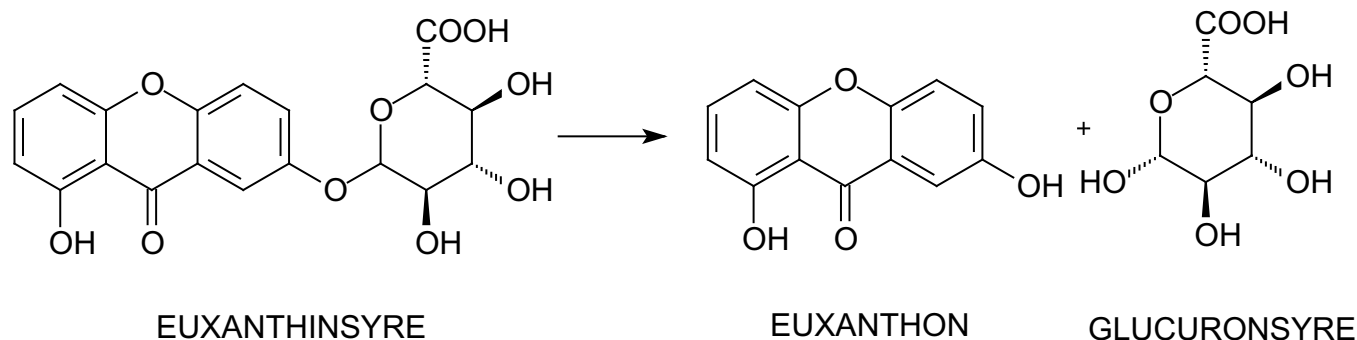


URUSHIOI

Figur 3. Urushiol. Sidekæden i urushiol fra Poison Ivy kan indeholde en eller flere dobbeltbindinger.



Figur 2. Indisk gult (pur-
ree). Historische Farbstoff-
sammlung der TU Dresden,
Tyskland.



Figur 4. Euxanthinsyre, euxanthon og glucuronsyre.

seret i at opklare den kemiske sammensætning af indisk gult. Erdmann publicerede sine resultater i *Journal für Praktische Chemie* i 1844 [6] og Stenhouse, der var skotte, publicerede sine resultater i *The Philosophical Magazine and Journal of Science* også i 1844 [7]. De fremlagde endvidere deres resultater i en fælles afhandling i *The Pharmaceutical Journal and Transactions* i 1845 [8]. Efter at have rensat det originale produkt importeret fra Indien fik de begge et produkt, som de karakteriserer som magnesiumsaltet af en syre, som Stenhouse kaldte "purraic acid" og Erdmann "Euxanthinsäure". Ingen af dem angiver dog den helt korrekte sammensætning for den nye syre. Formlerne med de høje atomtal skyldes, at man på det tidspunkt ikke kunne blive enige om hydrogen skulle tillægges atomvægten 1 eller 2.

Erdmann: $C_{19}H_{13}O_{10}$ ($C_{40}H_{32}O_{21}$)

Stenhouse: $C_{20}H_{18}O_{11}$ ($C_{40}H_{36}O_{22}$)

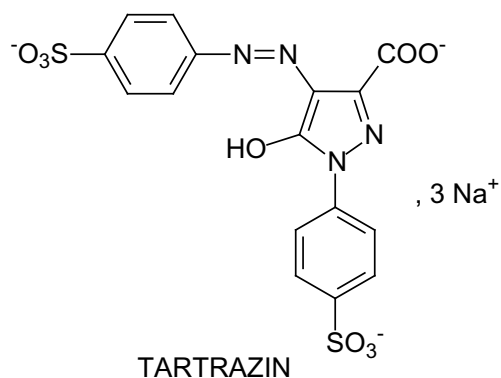
Korrekt sammensætning: $C_{19}H_{18}O_{11}$ ($C_{38}H_{36}O_{22}$)

De får begge spaltet syren i euxanthon og glucuronsyre, og de forsøger begge at opklare strukturen af euxanthon, som Stenhouse kalder purrenon, men ingen af dem har dog held med strukturoptegningen [8]. Det bliver imidlertid C. Graebe, der i forbindelse med et større arbejde over xanthoner angiver den korrekte sammensætning og struktur for euxanthinsyre $C_{19}H_{18}O_{11}$ og euxanthon [9], figur 4.

Falsk indisk gult

Fra det 19. århundrede, hvor det originale indisk gult ikke længere fandtes på markedet, dukkede der imidlertid flere eksempler på "falsk indisk gult" op, som var forskellige azofarvestoffer, mest populær var tartrazin, figur 5, som i dag bruges som levnedsmiddelfarve. Der havde også eksisteret et falsk indisk gult i Indien af uorganisk oprindelse, dette var importeret fra London.

Der burde være gode muligheder for at afsløre forfalskninger



Figur 5. Tartrazin.

af malerier og akvareller såvel som tryk med "falsk indisk gult" ved hjælp af blandt andet Raman- og IR-spektroskopi, da autentisk og falsk indisk gult kemisk og spektroskopisk er meget forskelligt. Autentisk indisk gult er en blanding af calcium- og magnesiumsalt af euxanthinsyre, figur 4, mens de falske udgaver er azofarvestoffer [1].

Forfalskninger af kunstværker

Der dukkede imidlertid nu en uventet vanskelighed op. En nærmere undersøgelse af det Ramanspektrum af indisk gult, der var blevet brugt som standard ved alle undersøgelserne for forfalskning, viste sig i virkeligheden at være Ramanspektret af tartrazin [10,11]. På dette grundlag var flere autentiske kunstværker og illustrerede manuskripter blevet dømt falske og andre falske eksemplarer blevet dømt autentiske. Smith [11] nævner tre sjældne 1600-tals illustrerede kopier af den arabiske lærde Qazwinis værk "The Wonders of Creation and Oddities of Existence" fra The British Library, hvis autenticitet er baseret på Ramanspektre af indisk gult i illustrationerne. Nyere undersøgelser viser imidlertid, at Ramanspektret af den gule farve i illustrationerne er spektret af tartrazin, hvilket viser, at illustrationerne er tilføjet efter tartrazins opdagelse i 1884. Formentlig for at hæve prisen. Den eneste mulighed for at komme til bunds i dette problem er nye undersøgelser af de tidligere undersøgte kunstværker.

Der er imidlertid ikke nogen tvivl om, at de billeder af Turner, der befinder sig i samlingen The Turner Bequest alle er malet med autentisk indisk gult.

Historien om indisk gult er således spændende som en kriminalroman.

E-mail:

Carl Th. Pedersen: cthp@sdu.dk

Referencer

1. R. Ploeger, Aaron Shugar, *Journal of Cultural Heritage* 24, 2017, 197. DOI: org/10.1016/j.culher.2016.12.001.
2. R. Burks, *Chemistry World*, 10 August 2017, 7.
3. N.S. Baer, A. Joel, R.L. Feller, N. Indictor i R.L. Feller ed. *Artists' Pigments, A Handbook of their History and Characteristics*, Cambridge University Press 1986. p. 17.
4. Royal Gardens, Kew, *Bulletin of Miscellaneous Information* 39, 1830, 45.
5. T.N. Mukharji, *Journal of the Society of Arts*, 32, 1884, 16.
6. C.L. Erdmann. *Journal für Praktische Chemie*, 33, 1844, 190.
7. J. Stenhouse, *Philosophical Magazine and Journal of Science* 3 (25), 1844, 321.
8. C.L. Erdmann, J. Stenhouse, *Pharmaceutical Journal and Transactions* 4, 1845, 417.
9. C. Graebe, *Justus Liebigs Annalen der Chemie*, 254, 1889, 265.
10. D.L.A. de Faria, H.G.M. Edwards, V. Careaga, N. Walt, *Forensic Science International*, 271, 2017, 1. DOI: 10.1016/j.forsciint.2016.11.037.
11. G.D. Smith, *Forensic Science International*, 276, 2017, e30, DOI: 10.1016/j.forsciint.2017.04.013.

Bestemmelse af koksindholdet i biomasse

Ved at benytte multivariat dataanalyse kan koksindholdet i biomasse forbrændt ved høje opvarmningsrater kvantificeres. Det er essentielt for arbejdet med at opnå en bedre forståelse for udbrændingen af biomasse i kraftvarmeværker.

Af Anna Leth-Espensen, Peter Glarborg og Peter Arendt Jensen, DTU Kemiteknik

Klimaforandringer har øget interessen for produktion af strøm og varme med mere miljøvenlige metoder. De genanvendelige energikilder udgjorde ca. 3,6 procent af den samlede energimængde brugt i verden i 2017, og tendensen er stigende [1]. Mange steder omlægges energi- og varmeproduktion til mere klimavenlige metoder, for eksempel hos Ørsted, hvor kul ikke længere vil blive brugt i kraftværker fra 2023. For at sikre en stabil varme- og energiforsyning må andre mere klimavenlige løsninger anvendes, og til denne gruppe regnes forbrænding af biomasse. Biomasseforbrænding kan foregå ved forskellige processer. I Danmark produceres en stor del af strøm- og varmforsyningen i pulverfyrede kedler.

Forbrænding af biomassepartiklerne sker ved en afgangning efterfulgt af oxidation af den dannede koksrest. Ved biomasseforbrænding sker en stor del af energifrigivelsen ved forbrænding af de flygtige afgassede produkter. Det er i modsætning til kulafbrænding, hvor koksforbrændingen giver det langt største bidrag.

Fraktionen af biomasse, der omdannes til koks, er blevet undersøgt ved en række eksperimenter, og det har vist sig, at den kan variere en del afhængigt af driftsforholdene. Ved modellering af fyrrumsprocesserne og for at opnå en forbedret forståelse af udbrændingen er det væsentligt at have kendskab til den dannede koksmængde. Koksindholdet varierer som funktion af blandt andet opvarmningshastighed, omgivelsernes temperatur og indholdet af kalium [2].

På basis af resultater fra tidligere udførte forsøg er det ved hjælp af multivariat dataanalyse muligt at præsentere en formel [2], der kan bestemme koksindholdet i biomasse under betingelser, der svarer til suspensionsfyring. Den dækker både træ og andre bioenergiagrøder. Formlen er testet med uafhængigt data fra litteraturen og bestemmer koksindholdet med en RMSEP (Root mean squared error of prediction) på 0,9 vægt% (tør, askefri basis) for træ og 1,1-2,7 vægt% (tør, askefri basis) for andre bioenergiagrøder.

Betingelser i suspensionsfyrede kedler

Suspensionsfyring foregår i kedler, hvor biomassestøv blæses ind i swirl-stabiliserede flammer og brænder ved høje temperaturer. Biomassestøvet består af partikler med en omtrentlig

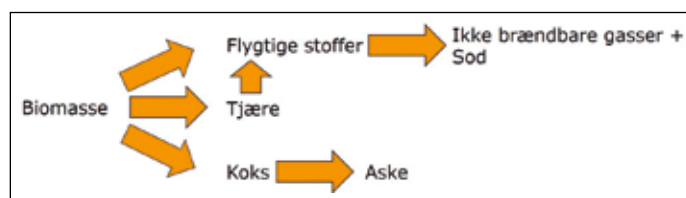
størrelse på 100 μm - 2 mm. Temperaturen i fyrrummet ligger typisk i intervallet 1000-1900 K. Denne kombination gør, at opvarmningsraten for partiklerne i nogle tilfælde kan overstige 10⁵ K/s [3].

Forskellen på kul og biomasse

Suspensionsfyring foregår ofte i anlæg, der oprindeligt er designet til fyring med kul. Kul- og biomasseforbrænding adskiller sig på en række punkter. På grund af fibrene i biomasse er det mere energikrævende at finde disse, og kulpartikler i suspensionsfyrede anlæg vil derfor typisk være mindre. Desuden er indholdet af flygtige gasser højere og brændværdien mindre for biomasse [4]. De uorganiske forbindelser i biomasse vil også ofte være mere problematiske for driften på grund af risiko for belægning og korrosion.

Forbrænding af en biomassepartikel

Når biomassepartikler brænder under suspensionsfyring, foregår flere processer samtidigt. Groft sagt kan biomassefyring beskrives af de følgende processer: opvarmning, frigivelse af vand, frigivelse af flygtige gasser og tjære, omdannelse af tjære til gas, forbrænding af flygtige gasser og forbrænding af koks. En simplificeret oversigt over denne proces kan ses i figur 1. Processen, hvor der frigives gasser og tjære under iltfattige betingelser, kaldes pyrolyse. De gasser, der frigives gennem pyrolyse, forbrænder langt hurtigere end koksen. For at modellere biomassepartikelforbrænding korrekt er det derfor vigtigt at bestemme, hvilken fraktion koksen udgør.



Figur 1. Skematisk oversigt over forbrænding af biomassepartikler.

Multivariat dataanalyse

Multivariat dataanalyse, også kendt som kemometri, kan bruges til at beskrive kemiske og biologiske datasæt, så sammenhænge kan belyses kvantitativt. Kemometriske metoder er beskrevet grundigt andetsteds [5].

I dette studie er benyttet PCA (principal component analysis) og PLS (partial least squares regression). Formålet er at bestemme sammenhængen mellem fysisk-kemiske karakteristika ved biomassen og koksudbyttet. For at bestemme koksindholdet er der samlet data fra litteraturen, der beskriver koks mængden fra biomassepyrolyseforsøg, hvor betingelserne ligner dem, der ses i suspensionsfyrede anlæg. Forsøgene, der ligger til grund for denne model, dækker intervallerne givet i tabel 1. Det er også i disse parameterspand, modellen er gyldig.

Parameter	Min.	Max.
Partikelstørrelse [mm]	0,13	0,93
Max. temperatur [K]	873	1.673
Opvarmningshast. [10^3 K/s]	0,10	12
Kaliumindhold [vægt% tør]	0,02	0,37

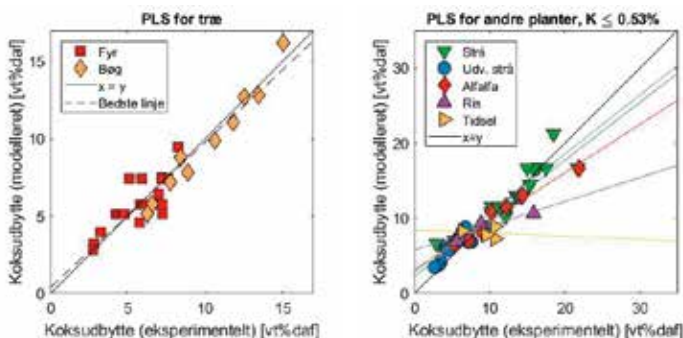
Tabel 1. Data, der ligger til grund for modellen stammer fra Trubetskaya et al. [6,7].

Resultater

Analysen, beskrevet nærmere i [2], viser, at biomasse med et højere kaliumindhold har et højere koksudbytte, og at biomasse, der udsættes for højere maksimale temperaturer og/eller opvarmningshastigheder, får et lavere koksudbytte. Desuden viser analysen, at partikelstørrelsen for biomassestøvparklerne ikke influerer direkte på koksudbyttet. Partikelstørrelsen har dog en indirekte indflydelse, da den påvirker opvarmningshastigheden. For træ pyrolyseret under betingelser relevante for suspensionsfyring (blandt andet beskrevet i tabel 1) er koksudbyttet bestemt ved hjælp af nedenstående ligning. Her er C koksudbyttet i vægt% tør askefri basis, K er kaliumindholdet i biomassen i vægt% tør basis, T er den maksimale temperatur i K og H er opvarmningshastigheden i K/s.

$$C = 10^{3,4370 + 0,6852 \cdot K - 0,6598 \cdot \log(T) - 0,2130 \cdot \log(H)}$$

Både den målte og det fra modellen bestemte koksudbytte for data fra Trubetskaya et al. [6,7] kan ses i figur 2.



Figur 2. Modelleret og eksperimentelt bestemt koksudbytte for forsøg foretaget ved betingelser relevante for suspensionsfyning. Modellen er udviklet på baggrund af de målte data. Sammenligning med uafhængige datasæt findes i [2]. Figur modificeret fra [2].

Figur 3. Modelleret og eksperimentelt bestemt koksudbytte for få-årige planter. Alfalfa, hvedestrå og kardontidsel har kaliumindhold højere end 0,53 vægt% tør basis, så er i disse tilfælde sat til 0,53. Ud. = udvasket. Alle eksperimentelle data stammer fra Trubetskaya et al. [6,7], undtagen dem for kardontidsel, der kommer fra Jiménez et al. [8]. Figur modificeret fra [2].

For biomassetyper med højere kaliumindhold er ovenstående ligning for koksudbyttet også brugt, hvor der er korrigeret for det højere kaliumindhold. Højere kaliumindhold er typisk for få-årige planter, som for eksempel strå eller elefantgræs, der ofte bruges som bioenergiagrøder. Den katalytiske effekt af kalium, der medfører et højere koksudbytte under biomassepyrolyse, aftager ved kaliumindhold omkring 0,53 vægt% tør basis. Ønskes det at udregne koksudbyttet for pyrolyse af biomasse med kaliumindhold højere end 0,53 vægt% tør basis er K sat til 0,53 i ligningen. Både det målte og det med modellen estimerede koksudbytte for en række bioenergiagrøder kan ses i figur 3.

Perspektivering

Modelleringen af koksudbyttet i suspensionsfyrede anlæg præsenteret her er en del af arbejdet på DTU Kemiteknik med at beskrive forbrænding af biomasse. Igangværende arbejde inkluderer både modellering og eksperimentelle forsøgsserier. For eksempel arbejdes der i øjeblikket på en pyrolysemodel, der kan tage højde for biomassepartiklers morfologi, og CFD (computational fluid dynamics)-simuleringer af partikelforbrænding.

Samarbejde og tak

Ørsted A/S, Burmeister and Wain Scandinavian Contractors A/S og Rambøll A/S takkes for støtte og godt samarbejde. Desuden tak til Nordic 5 Tech (N5T) alliancen og Ørsted A/S for finansiel støtte.

E-mail:

Anna Leth-Espensen, annlete@kt.dtu.dk

Peter Arendt Jensen, paj@kt.dtu.dk

Kilder

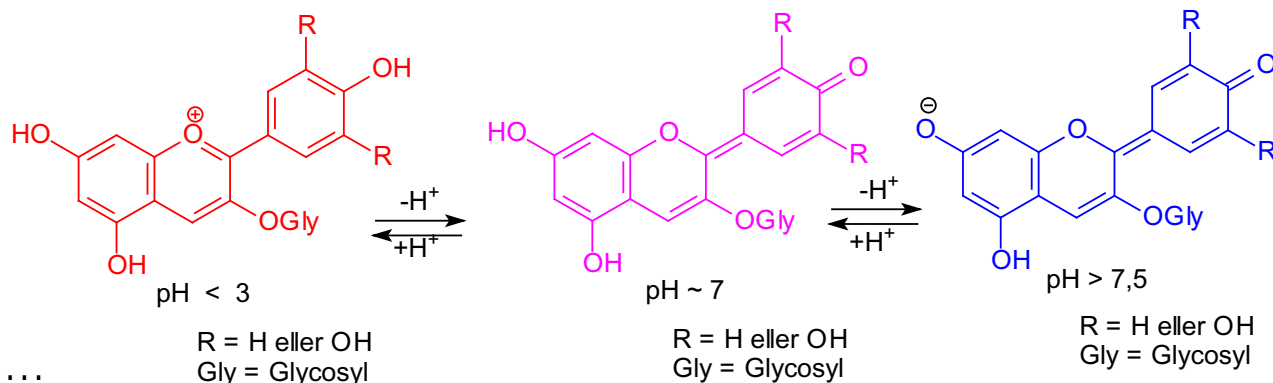
1. BP Statistical Review of World Energy, 67th Edition, June 2018.
2. A. Leth-Espensen, P. Glarborg, P.A. Jensen, Energy Fuels, 2018, 32, 9572-9580.
3. J.M. Johansen, PhD Thesis, DTU Kemiteknik, 2015.
4. Phyllis2, database for biomass and waste, <https://www.ecn.nl/phyllis2>, Energy research Centre of the Netherlands.
5. L. Eriksson, E. Johansson, N. Kettaneh-Wold, S. Wold, Multi- and Megavariate Data Analysis Principles and applications, Umetrics AB, 2001.
6. A. Trubetskaya, P.A. Jensen, A. D. Jensen, M. Steibel, H. Spliethoff, P. Glarborg, Fuel Process. Technol., 2015, 140, 205-214.
7. A. Trubetskaya, P.A. Jensen, A.D. Jensen, A. D. G. Llamas, K. Umeki, P. Glarborg, Fuel Process. Technol., 2016, 143, 118-129.
8. S. Jiménez, P. Remacha, J.C. Ballesteros, A. Giménez, J. Ballester, Combust. Flame, 2008, 152, 588-603.

LABORATORIE

Analyser og
teknisk service



Se mere på: www.neutron-nordic.com



Nyt om ...

... Solbærekstrakt som hårfarvningsmiddel

De fleste hårfarvningsmidler til permanent farvning indeholder tre komponenter: en o eller p-substitueret amin, en kobler (almindeligvis en aromatisk forbindelse med elektrondone-rende substituer i *meta*-position til hinanden) og desuden en oxidant. Aminen og kobleren diffunderer ind i håret, hvor de reagerer med hinanden og bliver oxideret og giver hermed den ønskede farve, som almindeligvis holder til mindst 25 hårvasker. Såvel aminen som kobleren er normalt aromatiske aminer, der er kendt for at være cancerogene og give allergiske reaktioner. Man er derfor på jagt efter mindre skadelige stoffer. Her har en britisk gruppe vist, at anthocyaniner fra solbær kan bruges. Man ekstraherer anthocyaninerne fra skindet af solbær, der har været brugt til fremstilling af Ribena solbærsaft. Anthocyaninernes farve er pH-afhængig.

Carl Th.



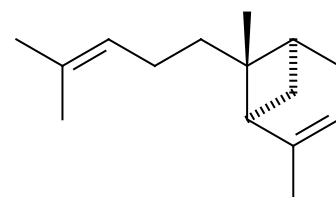
Application of Anthocyanines from Blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) Fruit Waste as Renewable Hair Dyes. *Journal of Agricultural Chemistry* 2018, **66**, side 6790, DOI: 10.1021/acs.jafc.8b01044.

Nyt om ...

... Løsning af plantedilemma



Mere end 87 procent af blomstrende planter bestøves af dyr og producerer derfor stoffer, der kan tiltrække bestøvende dyr. Problemet er nu ofte, at de samme stoffer



(E)- α -BERGAMOTEN

tiltrækker dyr, der spiser planterne eller lægger æg på dem, som udvikles til larver, der lever af planterne. Problemet forstørres, når larverne af de bestøvende dyr også lever af planten. Den natblomstrende tobaksplante *Nicotiana attenuata* har løst problemet på følgende måde: Dens blomster udsender om natten (E)- α -bergamoten, der tiltrækker møllet *Mandula sexta*, som bestøver planten; men samtidig lægger møllet sine æg på planten, der bliver til larver, der æder planten. Om dagen flytter planten produktionen af bergamoten til bladene, dette tiltrækker insekter, der lever af møllets larver og af æggene, og på denne måde beskytter tobaksplanten sig mod at blive ædt.

Carl Th.

Tissue-Specific Emission of (E)- α -Bergamotene Helps Resolve the Dilemma When Pollinators are also Herbivores. *Current Biology* **27**, 2017, side 1336. DOI: 10.1016/j.cub.2017.03.017.

Grundstoffernes periodesystem fylder 150 år

- og lidt om periodesystemet i den gymnasiale undervisning.

Gruppe														u. gruppe										8a
1a	2a											1b	2b	3a	4a	5a	6a	7a						
Li	Be													H	B	C	N	O	F					
Na	Mg	3b	4b	5b	6b	7b	8b					Al	Si	P	S	Cl								
K	Ca		Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn			As	Se	Br								
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I								
Cs	Ba	La	*		Ta	W		Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi									
			Th		U																			

*

Ce		Di					Tb			Er			
----	--	----	--	--	--	--	----	--	--	----	--	--	--

I 1863 kendte man 64 grundstoffer, og først 12 år senere blev det næste opdaget. Figuren med grundstofferne, man kendte, da Mendeleev opstillede sit periodesystem i 1869, er taget fra Rancke-Madsen (1984) s. 92.

Af Børge Riis Larsen, lektor emer., ph.d.

I år er det 150 år siden, at den russiske kemiker Dmitri Ivanovitch Mendeleev (1834-1907) opstillede det periodesystem, som minder om det, vi anvender i dag. Vi kender også datoen: Det var 17. februar 1869¹.

I årene forinden havde adskillige prøvet at arrangere grundstoffer, der var i familie med hinanden, i et system. Når Mendeleev er blevet kendt som opdageren af periodesystemet, skyldes det, at han var den første, der anvendte systemet, blandt andet til at forudsige nye grundstoffer, og at disse forudsigelser viste sig at være korrekte. Da han opstillede sit system, kendte man 64 grundstoffer. Disse blev ordnet efter stigende atommasser, og det viste sig så, at der herved blev dannet perioder, hvor det første grundstof i en periode i mange henseender lignede det første i den følgende periode osv. Det samme var tilfældet med det andet og det tredje osv. Det så altså ud som om, der fremkom grupper eller familier af grundstoffer. Der var en del huller i hans system, men det forklarede han ved, at disse svarede til grundstoffer, som endnu ikke var opdaget. I 1871 forudsagde han således eksistensen af to nye grundstoffer: gallium og scandium. Han forudsagde deres atommasser, massefylde og

formlen for deres sulfater. Dette kom til at passe forbløffende godt, viste det sig, da grundstofferne blev fundet i 1875 og 1879. Og således havde man et smukt bevis for periodesystemets fortræffelighed².

I det følgende vil vi blandt andet se på, hvornår periodesystemet kom ind i gymnasielæreplanerne. ►

KEN HYGIENE SYSTEMS
Clean, Lean & Green

- Innovative total løsninger
- Desinficerende vasketeknologi
- Autoklaver
- Robot logistik
- Landsdækkende serviceforretning

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



Dmitri Mendeleev opstillede i 1869 grundstoffernes periodesystem. Han blev i 1906 nomineret til en nobelpris i kemi, men måtte se sig slået af den franske kemiker Henri Moissan (1852-1907), som var den første, der fremstillede gasen difluor, F_2 .

Kemiundervisningen i den højere skole

Indtil midten af 1800-tallet havde der ikke været undervist meget i naturvidenskab i latinskolen – den lærde skole. Omkring 1830 opstod der en diskussion om den højere skoles fagplan. Hovedsynspunktet var, at naturvidenskaberne havde gjort så store fremskridt, at en almindelig dannelse måtte inkludere undervisning heri. Det var tilsyneladende ikke et argument, at samfundet havde behov for personer med naturvidenskabelig baggrund³.

I 1850 fik vi Madvigs forordning ved en bekendtgørelse af 13. maj. Herved kom naturlære på den lærde skoles fagplan. Men naturlæren omfattede ikke kemi. Fem år senere blev der indført en særskilt realundervisning ved nogle lærde skoler, og her omfattede naturlæren kemi. Først ved en ny skolelov i 1871 kom naturlæren til at omfatte en "kortfattet Fremstilling af den uorganiske Kemi" i den lærde skole. Men allerede 11 år senere forsvandt kemien. Ved en kongelig anordning fra 16. juni 1882 nævnes kemi ikke i eksamensforordningerne til afgangseksamen for studerende ved den lærde skole. Først ved 1903-loven blev kemi igen et fag i det, der nu hed *den højere almenskole*. Undervisningen i naturlære på den matematisk-naturvidenskabelige linje omfattede seks timer om ugen i de tre gymnasieår. Heraf skulle de to anvendes til kemi. Det var en ordning, der eksisterede helt op til

1970, hvor timetallet blev reduceret en smule på grund af lørdagsfriheden.

I en anordning fra 1. december 1906 kan vi læse, hvad der skulle læses i kemi. Det drejede sig om uorganisk kemi, organisk kemi og fysisk kemi. Om den sidste disciplin hed det, at man skulle læse "De væsentligste Afsnit med Benyttelse af Eksempler fra det gennemarbejdede Pensum af uorganisk og organisk Kemi".

Periodesystemet i lærebøgerne

Ingen af de kemilærebøger, man anvendte i den lærde skole i perioden 1871-82, havde afsnit med om periodesystemet.

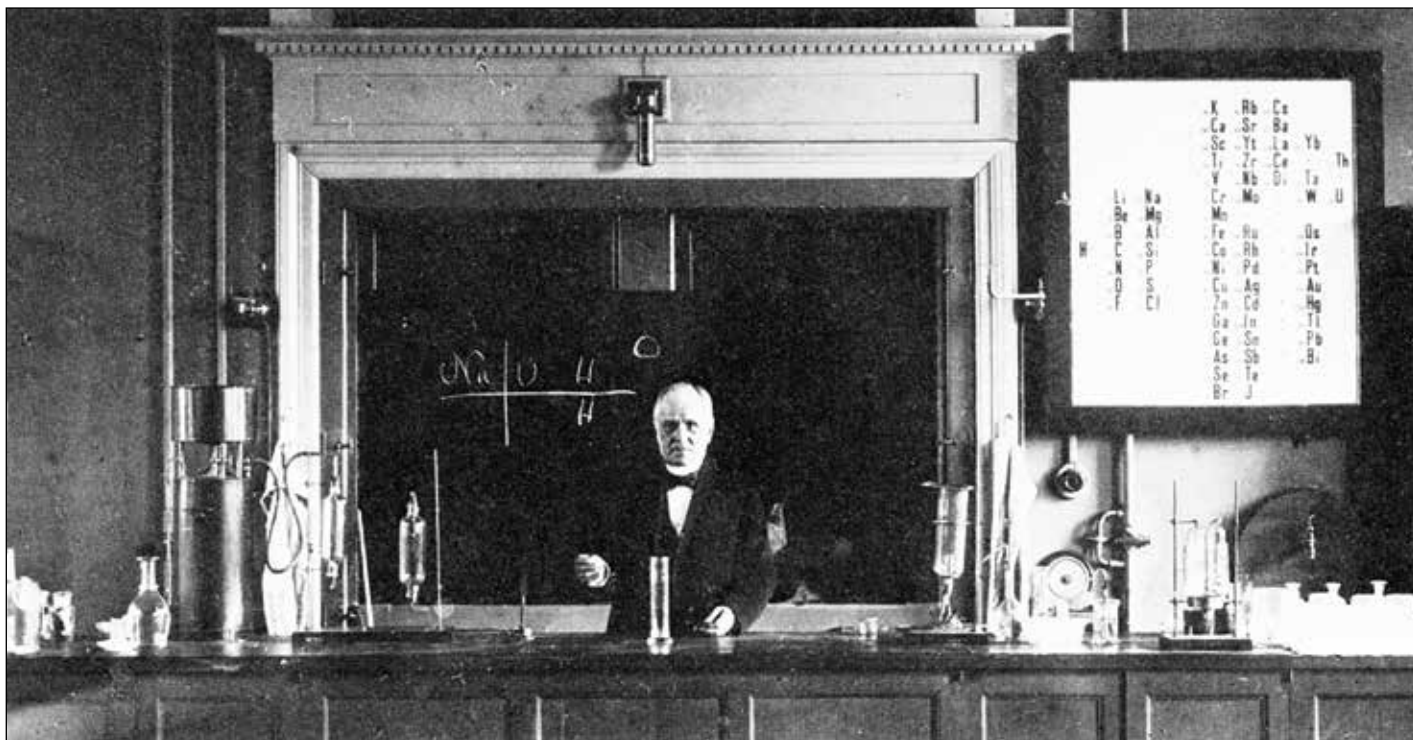
Men efter kemien havde været ude af skolen i en årrække, kom faget ind igen ved 1903-loven. Efter den nye ordning skulle eleverne først gå fire år i eksamensmellemskolen. De kunne herefter fortsætte i det treårige gymna-

sium, hvor kemi var fag. Efter denne ordning kom første hold i l.g i 1907. Og i dette år udkom Julius Petersens *Kemi for Gymnasiet*, som havde et afsnit om periodesystemet med. Det samme var tilfældet med Hans Rasmussens *Kemi for Gymnasiet*, der udkom i 1909. Julius Petersen (1865-1931) var, da bogen blev udgivet, lektor (og fra 1908 professor) i kemi ved Universitetet. Bogen udkom i hele 10 oplag. Det sidste i 1944. Og i de sidste oplag var dr.phil. Knud Estrup (1884-1978) medforfatter. Hans Rasmussen (1869-1943) var cand.mag. i naturhistorie og geografi med fysik og kemi som bifag. Han var ansat ved Randers Statsskole i årene 1907-31. Femte og sidste udgave af hans bog udkom i 1937, og den var omarbejdet under medvirken af Hakon Lund (1898-1979), der var cand.mag. med kemi som hovedfag fra

Det periodiske system efter Julius Thomsen og Niels Bohr.

Ranke-Madsens *lærebog i kemi* udkom i 14 udgaver gennem 45 år. I bogens slutning gengav han periodesystemet efter Julius Thomsen og Niels Bohr. Her er systemet fra 4. udgave fra 1960, som denne artikels forfatter læste efter og var til eksamen i på Gladsaxe Gymnasium i juni 1965. I 2019 ville grundstof nr. 118, *oganesson* med atomsymbolet Og, være det sidste, der skulle stå i systemet. Grundstoffet, som ikke findes i naturen, er blevet syntetiseret i særdeles små mængder. Det hører til gruppe 18 = ottende hovedgruppe = ædelgasserne.

³ Riis Larsen (1991) s 251ff.



Julius Thomsen (1826-1909) er her fotograferet sammen med sit periodesystem, som indtil 1962 hang i den gamle Polytekniske Læreanstalt, der var opført i slutningen af 1880'erne ved Sølvtorvet, og som også husede Københavns Universitets kemiske laboratorium. Thomsen var i årene 1866-1901 professor i kemi og bestyrer af Universitetets kemiske laboratorium. Gymnasieeleven af i dag vil straks bemærke, at ædelgasserne mangler. De blev opdaget i 1890'erne, deres atomsymboler blev siden påklisteret⁷.

1922 (den første af slagsen) og professor i kemi ved Aarhus Universitet i årene 1933-68⁴.

Bohrs og Mendeleevs systemer

Elektronen blev opdaget i slutningen af 1890'erne, og Niels Bohr viste i starten af 1920'erne, at periodesystemets opbygning kan føres tilbage til fordelingen af elektroner og at de kemiske ligheder mellem grundstoffer, der står i samme gruppe i systemet, hænger sammen med, at de har samme antal elektroner i det yderste niveau. Han opstillede derfor et system, der viste denne sammenhæng. Man antager, at Bohrs system var inspireret af et system udarbejdet af Julius Thomsens i 1895, idet Bohr havde hørt Thomsens forelæsninger i kemi i sin studietid. Thomsens periodesystem hang i auditoriet på Københavns Universitets kemiske laboratorium på Østervoldgade 5 ved Sølvtorvet i København indtil 1962⁵. Systemet, der er blevet betegnet Thomsen-Bohrsystemet, vandt indpas i mange danske lærebøger. Det kunne således i hvert fald ses i 7. oplag af Julius Thomsens *Kemi for Gymnasiet* fra 1934 og i de udgaver af Rancke-Madsens lærebøger, som udkom fra 1944 til 1989⁶.

Periodesystemet kontra det periodiske system

Indtil slutningen af 1980'erne hed Mendeleevs system *det periodiske system* i lærebøgerne. Men faktisk er det grundstofferne og ikke systemet, der optræder i perioder. Så i 1988 udkom de

første lærebøger til gymnasiet, hvor systemet hedder *grundstoffernes periodesystem*. Det var Paul Jespersgaards *Kemi 1. Hverdag og videnskab* samt Erik Strandgaard Andersen og Henrik Parbos *Kemi i perspektiv 1*. I dag ses betegnelsen i alle kemilærebøgerne.

E-mail:

Børge Riis Larsen: b.riis.larsen@gmail.com

Litteratur

- Lee Naldal, M. og K. Hvidtfelt Nielsen: *Orden på 1000 måder*. I: Weekendavisen, Ideer nr. 7, 15. februar (2019) s. 13.
 Rancke-Madsen, E.: *Grundstoffernes Opdagelseshistorie* (1984).
 Riis Larsen, B.: *Naturvidenskab og dannelse. Studier i fysik- og kemiundervisningens historie i den højere skole indtil midten af 1800-tallet. Historisk-kemiske skrifter nr. 4 udg. af Dansk Selskab for historisk Kemi* (1991).
 Riis Larsen, B.: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie. Historisk-kemiske skrifter nr. 9 udg. af Dansk Selskab for Historisk Kemi* (1998).
 Villadsen, P.: *Det periodiske systems historie udg. af Videnskabshistorisk Museum*. 2. udg. (1991).

⁴ Fra 1912 kunne man tage skoleembedseksamen med kemi og fysik som hovedfag og fra 1917 blev det muligt at tage kemi som (eneste) hovedfag ved denne eksamen. Første kandidat blev cand.mag. i kemi i 1922. Da ordningen havde været i 10 år, var der blevet uddannet syv hovedfagskandidater i kemi. 37 personer fik denne eksamen til og med 1964, dvs. at der var mindre end én i gennemsnit, der fik denne eksamen hvert år. Af de 37 hovedfagskandidater fik mindre end halvdelen deres hovedbeskæftigelse i skolen. Riis Larsen (1998) s. 43ff, 50ff og 134f.

⁵ Rancke-Madsen (1984) s. 121.

⁶ Det var i hvert fald med fra 4. udgave, som udkom i 1960, og som jeg selv læste efter i mine tre gymnasieår 1962-65. Systemet i hans lærebøger blev udvidet igennem de mange år i forbindelse med, at nye grundstoffer blev fundet.

⁷ Rancke-Madsen (1984) s. 105.

Retsch
 Solutions in Milling & Sieving
part of VERDER scientific

The revolution in ultra-fine grinding:
 The new E_{max} achieves finer and faster grinding results than any other ball mill!

SKANLAB
NEW!

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

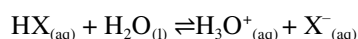
I anledning af at det periodiske system i år fylder 150 år, bringer vi en artikelserie forfattet af Jesper Bendix. Artikelserien illustrerer periodesystemets aktualitet som redskab i systematiseringen af kemien

Artikel 4:

Periodesystemet og størrelsesvariationer

Størrelsen af atomerne og de afledte ioner er meget væsentlige parametre for deres kemi: Koordinationstal, bindingslængder, solvatiseringsenergier og derigennem opløseligheder og syrestyrker er blot nogle af de helt fundamentale egenskaber, der afhænger af atom- og ionradier. Da størrelsen af atomer og ioner varierer systematisk gennem periodesystemet, bliver grundstoffernes placering også direkte beskrivende for de ovennævnte (og for mange andre) egenskaber. Med et eksempel fra gruppe 17, der altid leverer bekvemme systematiske variationer, kan man notere sig, at hydrogeniodid er en stærk syre og blandt hydrogen-haliderne den stærkeste. Der er både væsentlige enthalpi- og entropibidrag, som gør HI til en stærkere syre end HF – og begge typer af bidrag er direkte forbundet med størrelsen på atomerne og ionerne. Først og fremmest er bindingen til hydrogen meget svagere for iod (299 kJ/mol) end for fluor (562 kJ/mol). Forskellen i bindingsstyrke i HF ift. HI skyldes forskellen i halogenernes størrelser. Det gælder helt generelt, at bindingsstyrken mellem hydrogen og andre grundstoffer aftager med voksende atomradius for det grundstof, hydrogen binder til. Derfor bliver hydrogenforbindelserne af p-blokkens grundstoffer altid mere sure og mindre termisk stabile, når man bevæger sig ned gennem en gruppe. Forklaringen er hydrogens kompakte 1s orbital, der giver et dårligt orbitaloverlap og dermed svage kovalente bindinger med de store atomer.

Størsteparten af forskellen i bindingsstyrke mellem HF og HI kompenseres dog i vand af en meget større hydratiseringsenthalpi for den lille fluoridion (-506 kJ/mol) sammenlignet med den store og meget dårligere solvatiserede, iodidion (-293 kJ/mol). Men solvatiseringen trækker også i retning af at gøre HI til den stærkere syre, fordi den relativt set ufavorable hydratiseringsenthalpi for iodid også afspejler en meget mindre ordnet solventkappe omkring iodid. Derfor er det kun for iod blandt halogenerne, at hele dissociations-reaktionen:

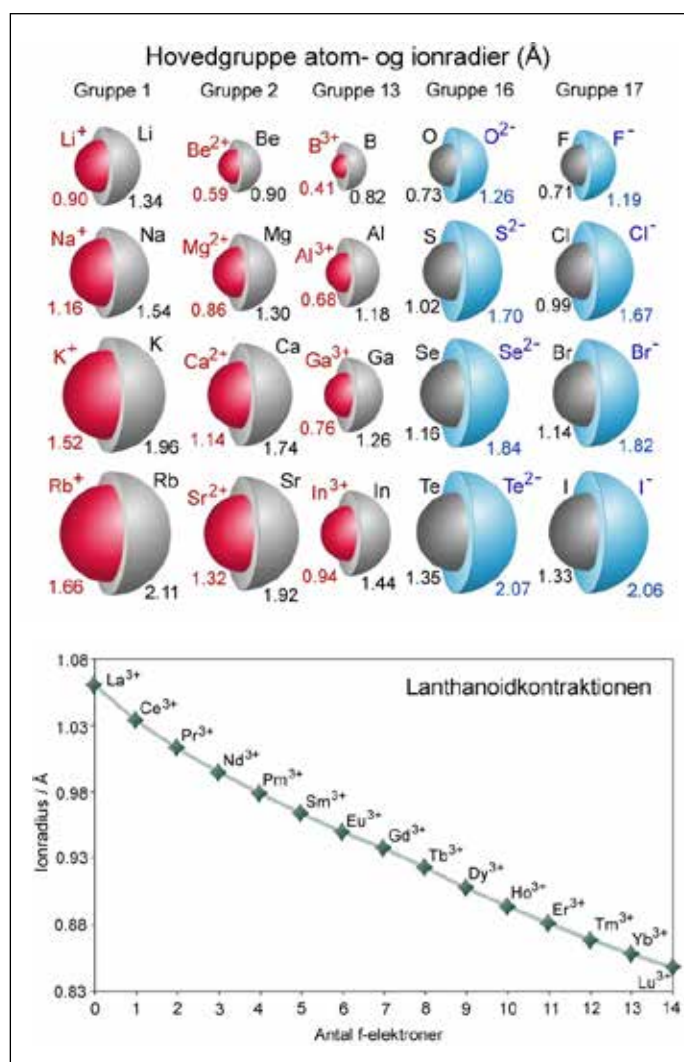


$$(\Delta S^\circ > 0 \text{ for } \text{X}=\text{I}; \Delta S^\circ < 0 \text{ for } \text{X}=\text{F}, \text{Cl}, \text{Br})$$

har en positiv entropiændring. Forskellen mellem de to syrer, HF og HI, kan i vandig opløsning opsummeres til at være ca. 1/3 entropibidrag og ca. 2/3 enthalpibidrag, hvor begge bidrag til forskellen mellem systemerne kan henføres til størrelsesforskellen. Variationen i størrelse ned gennem grupperne i s-blokken og p-blokken kommer nok ikke som nogen større overraskelse og afspejler, hvordan elektronerne i valensskallen

får middelfaststande fra atomkernen, der vokser med hovedkvantetallet. Atomradier i 6. periode er således mellem det dobbelte og tre gange atomradierne i 2. periode.

Disse størrelsesforskelle giver anledning til store forskelle i gitterenergier for ioniske forbindelser, og de relative størrelser af anioner og kationer er langt hen ad vejen bestemmende for, hvilke gittertyper ioniske forbindelser danner. Kendskab til



Figur 1. Øverst: Variationen i atomradier (grå) og ionradier (rød/blå) for udvalgte hovedgruppegrundstoffer. Nederst: Variationen i ionradier for de trivalente kationer af lanthanoiderne inkl. La.

forholdet $\alpha = r(\text{anion})/r(\text{kation})$ tillader en ret sikker forudsigelse af strukturtypen for forbindelser med dominerende ionisk binding [1]. For systemer med 1:1 støkiometri mellem kation og anion forudsiges de klassiske strukturer: CsCl for $\alpha > 0.732$ (med 8-koordination af begge ioner), NaCl for $0.732 > \alpha > 0.414$ (med 6-koordination af begge ioner) og ZnS for $0.414 > \alpha > 0.225$ (med 4-koordination af begge ioner). Jo tættere radiusforholdet mellem anion og kation er på 1, desto mere nærmer koordinationsstallene sig til 12, som svarer til den tætteste kuglepakning. At ionradier ikke blot er kedelige tal, men drejer sig om liv og død kan man værdsætte ved at overveje, at hele vores nervesystem er baseret på koncentrationsforskelle for Na^+ og K^+ over cellemembranerne, og at disse koncentrationsgradienter, hvis aktive opretholdelse forbruger væsentlige energimængder, i sidste ende beror på Na-K-pumpens evne til at diskriminere mellem Na^+ og K^+ baseret på en ret moderat forskel i ionradius på ca. 25 procent [2].

Lidt mindre oplagt er variationen i atomradius, når man bevæger sig vandret hen igennem en periode. Her ser man, at mens atomnummeret, og dermed også antallet af elektroner i valensskallen vokser, så aftager atomradius. Denne kontraintuitive variation skyldes, at en valenselektron ikke skærmer fuldstændigt for ladningen af en proton i kernen. Konsekvensen er, at hele elektronskyen påvirkes af en stigende effektiv kerneladning, når atomnummeret vokser. Inden for en given periode får vi en effekt, der er af samme størrelsesorden som variationen inden for en gruppe (gående fra 2. til 6. periode). Eksempelvis har chloratomet en radius, der er ca. 2/3 så stor som natriumatomet. Konsekvensen af de to modsatrettede størrelses effekter er, at lithium og iod, der, adskilt af 50 atomnumre, indtager modsatte ringhjørner i periodesystemet, er næsten lige store, figur 1.

For ioner med konstant ladning gælder lignende argumenter, og man forventer faldende ionradius med stigende atomnummer inden for en periode. I praksis er denne diskussion ikke særlig eksperimentel, kemisk relevant for s- og p-blokkene, da de stabile oxidationstrin ikke tillader en sådan sammenligning. Men i både f-blokken og i d-blokken har vi muligheden for at sammenligne ioner med samme ydre ladning, men et forskelligt antal valenselektroner. Det simpleste eksempel er lanthanoiderne, hvor 4f-niveauet fyldes. Alle disse 14 grundstoffer har oxidationstrin +3 som det mest stabile, og samtidigt er 4f elektronerne så godt skærmede (af de fyldte 5s og 5p skaller), at variationen i fyldningen af 4f-skallen ikke har nævneværdige konsekvenser for vekselvirkningen med donoratomerne fra de omgivende ligander.

Den eksperimentelle variation af ionradius hen igennem lanthanoiderne, der er vist nederst i figur 1, afslører en tydelig kontraktion af de trivalente ioner, således at Lu^{3+} ($r = 0.86 \text{ \AA}$) er ca. 19 procent mindre end La^{3+} ($r = 1.06 \text{ \AA}$).

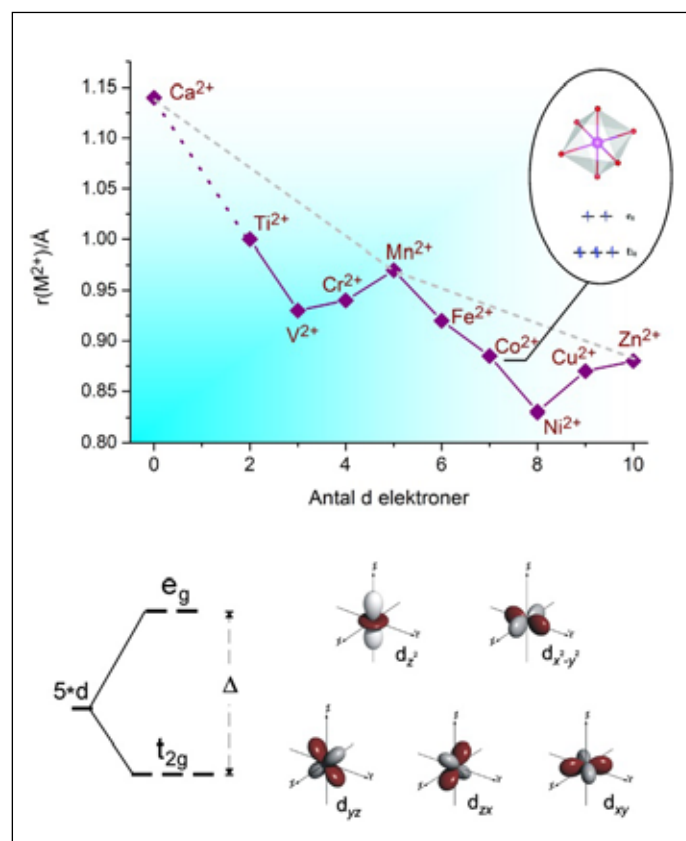
Denne variation, der har fået betegnelsen "lanthanoidkontraktionen", har betydning både for lanthanoidernes kemi og for kemien af de efterfølgende grundstoffer. Blandt lanthanoiderne er der således en klar tendens mod lavere koordinationsstal og mere udtalte Lewissyreegenskaber med stigende atomnummer.

For de tidlige lanthanoider er de trivalente aquaioner 9-koordinerede i opløsning, mens kontraktionen bevirker, at koordinationsstallet falder til 8 efter samarium, figur 2 [2].

Denne variation er akkompagneret af en reduktion i pK_a på ca. en enhed, således at $[\text{Lu}(\text{H}_2\text{O})_8]^{3+}$ ($pK_a = 7.6$) er ti gange så sur som $[\text{La}(\text{H}_2\text{O})_9]^{3+}$ [3].

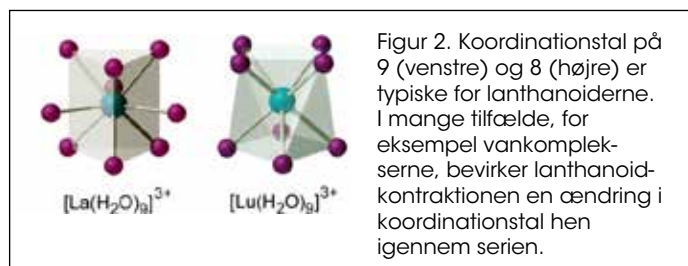
Når vi har traverseret lanthanoiderne og returnerer til d-blokken, så har lanthanoidkontraktionen den konsekvens, at de efterfølgende grundstoffer: hafnium, tantal, wolfram er så små, at deres kemiske lighed med de ovenstående gruppe-medlemmer zirkonium, niob og molybden er meget udtalt. I dansk kontekst er det værd at fremhæve, at hafnium, der er opkaldt efter København, blev opdaget i 1922 af Coster og de Hevesy, netop i et zirkoniummineral fra Geologisk museum på Østervoldgade [4].

Systematikken er lidt mindre simpel i d-blokken hvor der også sker en kontraktion hen igennem perioderne, men hvor vekselvirkningen med de omgivende ligander er anderledes vigtig end for lanthanoiderne. For de divalente ioner af calcium og grundstofferne i d-blokkens første periode: Ti...Cu (Sc^{2+} er ikke kendt), ses den forventede overordnede reduktion i ionradius hen gennem blokken, men den er overlejret med en variation, der giver to lokale minima for systemerne med hhv. tre og otte d-elektroner, se figur 3, øverst.



Figur 3. Øverst: Variationen i ionradier for de divalente overgangsmetalioner. Elektronfordelingen for Co^{2+} (højspin) er illustreret. Nederst: Den rumlige udstrækning af d-orbitalerne (for oktaedriske komplekser) og den resulterende opsplitning af de 5 d-orbitaler i et sæt på 3 (t_{2g}), der er rettet mellem liganderne og et sæt på 2 (e_g), der er rettet mod liganderne.

For at forstå denne variation er det nødvendigt at se på den rumlige udstrækning af d-orbitalerne i oktaedriske omgivelser, se figur 3, nederst. Tre af de fem d-orbitaler er orienteret mellem liganderne mens de resterende to har amplitude i retning direkte mod liganderne på koordinatsystemets akser.



De tre førstnævnte (t_{2g}) er ikke-bindende orbitaler [5], mens de to sidstnævnte er (hovedkomponenten i) antibindende orbitaler. Elektronen, der placeres i de ikke-bindende orbitaler, skærmer ikke liganderne for kerneladningen og radius falder, mens t_{2g} -niveauet fyldes. Omvendt, så skærmer liganderne effektivt for kerneladningen af elektroner i e_g -niveauet, med den konsekvens, at radius vokser på trods af den voksende effektive kerneladning, når ioner med 4, 5, 9 og 10 d-elektroner nås. Hvis energiopsplitningen mellem t_{2g} og e_g -niveauerne er tilstrækkelig stor, følges Hunds 1'ste regel ikke længere og i stedet for at populere alle fem d-orbitaler først, så fyldes t_{2g} niveauet alene, før e_g niveauet populeres (såkaldte lav-spin systemer). Størrelsesforskellen mellem lav-spin jern(III) (t_{2g}^5) og højspin jern(II) ($t_{2g}^4 e_g^2$) er betragtelig; 0.69 Å hhv. 0.92 Å og det er denne størrelsesforskel, der er ansvarlig for, at den kooperative binding af oxygen i hæmoglobin [6] og dermed, at læseren nu kan drage et lettelsens suk.

E-mail:
Jesper Bendix:
jesper.bendix@chem.ku.dk

Referencer

1. Se kapitel 7 i A.F. Wells (1984) *Structural Inorganic Chemistry*, 5. ed. Oxford University Press.
2. <https://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/unikke-billeder-viser-nye-sider-af-natriumkalium-pumpen>. Tilgæet maj 2019.
3. J.E. Enderby (1995) *Chem. Soc. Rev.* 24, 159-168. b) P. D'Angelo, A. Zitolo, V. Migliorati, G. Chillemi, M. Duvail, P. Vitorge, S. Abadie, R. Spezia (2011) *Inorganic Chemistry* 50, 4572-4579.
4. S. Kobayashi, K. Manabe (2002) *Acc. Chem. Res.* 35, 209-217.
5. E. Rancke-Madsen, (1984) Grundstoffernes opdagelseshistorie, G.E.C. GAD, Copenhagen. Da Niels Bohr omtalte opdagelsen ved sin nobelprisforelæsning i december 1922, kan den almindelige datering til 1923 (sml. Wikipedia) godt diskuteres.
6. De fleste moderne lærebøger har udmærkede gennemgange af kvalitative ligandfeltovervejelser. Se for eksempel Housecroft & Sharpe (2018) *Inorganic Chemistry*, 5. ed. Pearson.
7. M.F. Perutz (1990) *Annu. Rev. Physiol.* 52, 1-25.

Grundstofnavnene i arbejde for kemi

(Anden del)

Af Ture Damhus

Vi forlod i sidste nummer navnene 'af binær type' ved det uforløste par BaO_2 og MnO_2 , hvor vi manglede en måde at udtrykke den forskel på de to, som vi ved findes. Det, og mere, ser vi på nu. (*Referencerne finder du i første del af artiklen i Dansk Kemi nr. 3, 2019, side 22*).

Romertal eller ej

Det er muligt at angive **oxidationstrin** (**oxidationstal**) for grundstoffer i kemiske navne. Hertil bruges romertal, som i tidligere anbefalinger blev trykt som kapitæler, dvs. som store bogstaver med højde som små bogstaver af typen 'a' eller 'm', altså **I**, **II**, **III**, **IV** osv.; dette er ofte en komplikation for brugere, og i *Red Book 2005* [6] valgte man at trykke sædvanlige romertal.

Negative oxidationstrin angives med minustegn foran, oxidationstrinnet 0 som tallet 0. Man kan altså danne navne som

jern(III)chlorid
phosphor(V)chlorid
phosphor(V)oxid(–II)
tetraphosphor(0)

Sådanne navne siger også noget om støkiometrien. Phosphor(V)oxid(–II), som regel blot phosphor(V)oxid, implicerer en (2:5)-støkiometri og udtrykker derved det samme som navnet diphosphorpentaoxid, som vi var forbi i første del.

Navne med oxidationstal (også kaldet *Stock-tal*) blev indført, fordi man ville aflive det gamle system med navne som ferrochlorid/ferrichlorid, cuprochlorid/cuprichlorid osv. Systemet dækkede kun to oxidationstrin og var uigennemskueligt, fordi disse oxidationstrin kunne være både II/III (for eksempel ferro/ferr), I/II (for eksempel cupro/cupri), I/III (for eksempel auro/auri) og II/IV (for eksempel plumbo/plumbi). Den umiddelbare anvendelse for romertallene var i (overgangs)metallforbindelser, men der er hverken noget med, at de *skal* bruges dér (jf. jerneksamplerne i første del) eller *kun* må bruges dér (jf. phosphoreksamplerne ovenfor).

"Problemet" fra før med BaO_2 er, at det indeholder oxygen som O_2^{2-} og dermed i

oxidationstrinnet –I. Man kunne tydeliggøre dette ved at give forbindelsen navnet

barium(II)dioxid(–I)

(Bemærk, at romertallene følges med de enkelte grundstofatomer, selv om disse i navnet står med et multiplikativt præfiks).

Man kan også specificere indgående ioner med ladninger fuldt ud i navne af binær type og således i dette tilfælde skrive

barium(2+)[dioxid(2–)]

Her er barium(2+) navnet på ionen med formelen Ba^{2+} og dioxid(–2) navnet på ionen med formelen O_2^{2-} . (Sidstnævnte ion har også det alternative navn peroxid, og det mest almindelige navn for forbindelsen er bariumperoxid). Hvis man vil tilkendegive oxidationstrin i forbindelse med formler, skal de stå som superskripter: $Fe^{III}Br_3$, $Ba^{II}O^{-1}_2$.

Simple støkiometriske navne er ikke i alle tilfælde ækvivalente med navne baseret på oxidationstal. Således tilkendegiver navnene trijernetetraoxid og trimangantetraoxid tydeligvis samme støkiometri, men førstnævnte forbindelse er i virkeligheden $Fe^{II}Fe^{III}_2O_4$, altså jern(II)dijern(III)oxid, mens den anden forbindelse er $Mn^{II}_2Mn^{IV}O_4$, altså dimangan(II)mangan(IV)oxid. Forbindelsen med formelen PBr_7 og navnet phosphorheptabromid har faktisk strukturen $[PBr_4]^+Br_3^-$, så her er det den elektronegative part, der laver rav i den, og formelen burde i princippet skrives med tre af de syv brom i oxidationstrinnet –1/3; ionen Br_3^- er tribromid(1–), svarende til trisulfid(1–) ovenfor. Men man bruger ikke brudne romertal, så en tilnærmelse kunne være $P^VBr^{-1}_3Br^0_2$. Så stemmer regnskabet i hvert fald.

Problemet med 'bis', 'tris', 'tetrakis' osv.

Systemet med de simple multiplikative præfikser, som vi har set eksempler på ovenfor, kommer lidt i vanskeligheder i tilfælde som $Ca_3(PO_4)_2$, som vi ikke kan kalde tricalciumdiphosphat, fordi navnet diphosphat (jf. fodnote 3 til tabel 1, se Dansk Kemi nr. 3, 2019, side 21) er optaget af ionen $P_2O_7^{4-}$. IUPAC's løsning har været at foreskrive alternative præfikser

e en. I.

'bis', 'tris', 'tetrakis' ... til situationer som denne. Altså vores calciumsalt ovenfor bliver til tricalciumbis(phosphat). Reglen (bliver ikke altid fulgt!) har været, at der *skal* parenteser om det, som disse alternative 'is'-præfikser multiplicerer.

Dette system giver os også mulighed for at forklare, at nomenklaturisternes kæledæge, TlI_3 , ikke består af ionerne thallium(3+) og iodid(1-), men af thallium(1+) og triiodid(1-), I_3^- , ofte blot kaldet triiodid. Altså det er thallium(I)(triiodid), mens førstnævnte mulighed, hvis vi ville navngive den, skulle have været thallium(III)tris(iodid). Meget vel, men hvad med jerntribromid ovenfor? Ingen tænker på muligheden af, at det indeholder tribromid(1-), men denne ion eksisterer (som vi så ovenfor) og kan jo under alle omstændigheder tages under overvejelse, så nomenklaturen bør vel holde muligheden åben? Skal vi så absolut også sige jern(III)tris(bromid)? Eller aluminiumtris(chlorid)? Eller mangan(IV)bis(oxid)? Bare for en sikkerheds skyld? IUPAC har erkendt problemet, men ikke taget stilling. De sidstnævnte navne her ville i praksis næppe blive brugt. Men der er et principielt problem.

Den skarpsindige læser vil også have indset, at problemet sådan set kunne løses ved helt konsekvent brug af parenteser, altså hvis man skrev:

tricalciumdi(phosphat) for $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
dicalcium(diphosphat) for $\text{Ca}_2(\text{P}_2\text{O}_7)$
barium(2+)[dioxid(2-)] (som vi skrev ovenfor)
mangan(IV)di(oxid) for $\text{Mn}^{\text{IV}}\text{O}_2$
thallium(I)(triiodid) eller ligefrem thallium(1+)[triiodid(1-)]
for $\text{Tl}^{\text{I}}(\text{I}_3)$
jern(III)tri(bromid) for FeBr_3

osv. osv.

Men tror vi på, at dette ville blive fulgt? (I øvrigt er der også stadig problemer med brug af parenteser og multiplikative præfikser i organisk-kemisk nomenklatur, hvor vi stadig ikke ved, hvilket ben vi skal stå på i Division VIII. Det kan vi måske også se på senere).

Opsummering

For at resumere begge dele af artiklen er der mange muligheder for at navngive forbindelser, så man udtrykker støkiometrien, og *kun* støkiometrien, mere eller mindre eksplicit. Der er ikke nogen forkerte navne ovenfor, men nogle af navnene kan være mere hensigtsmæssige at bruge i bestemte kemiske sammenhænge end andre. Nogle af navnene kræver af brugerne, at de har en vis kemisk viden. Det er aldrig forkert at bruge et mere systematisk navn for tydelighedens skyld. Og man kan blive klogere på kemien. Hvis man kun kender aluminium(III)-forbindelser, vil man finde det nærmest uprofessionelt at bruge et navn som aluminium(III)chlorid frem for bare aluminiumchlorid. Når så man finder ud af, at der faktisk også findes beskrevet en forbindelse med formelen AlCl , kan man få brug for at skelne.

Og IUPAC har ikke fundet et sikkert ståsted mht. 'bis', 'tris' osv. og/eller mere eller mindre udstrakt brug af parenteser.

Forskellen på navnene ovenfor og typiske organisk-kemiske navne er, at sidstnævnte specificerer ikke bare en bestemt grundstofsammensætning, men en bestemt molekylstruktur, for eksempel 1,2-dichlorethan, $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$. For uorganiske forbindelser med specificeret molekylær struktur kan man også ofte bruge navne bygget på stamhydrider med angivelse af substituenten, for eksempel 1,2-dichlordiphosphan, ClP(H)HCl , og det vil vi se nærmere på i en senere artikel. Men for salte, der ikke har en afgrænset molekylær struktur, som de fleste af eksemplerne ovenfor, er der ikke nogen parallel til de strukturbaserede organiske navne. Til gengæld er der altså en del muligheder at vælge imellem mht. den præcise opbygning af de støkiometriske navne. De fleste kemikere vil nok have sig frabedt, at man dikterer, at kun ét bestemt af disse navne må bruges for hver forbindelse, og derfor får man formentlig aldrig et system med kun ét navn for hver uorganisk forbindelse. Vi håber ikke, dette er for stor en skuffelse for læserne!

Det meste af ovenstående diskussion kan også udledes af en 4-siders vejledning i uorganisk-kemisk nomenklatur på DKN-siden [8]. Den er en oversættelse af en IUPAC-Brief Guide.

Efterskrift: hvad er der galt med 'kultveilde'?

Dette navn er et sejlivet levn fra en svunden tid (i 1800-tallet) med en anden kemisk nomenklatur. Den igangværende klimadebat synes at hjælpe 'carbondioxid' godt på vej til at blive det mest almindelige navn for CO_2 . Men det er interessant at bemærke, at mens navnet med 'tve' synes at være et støkiometrisk navn, som udtrykker: kul plus to gange ilt, så er det det *ikke*! Det hedengangne system anvendte 'tve' i betydningen 'højere oxidationstrin'. Det fremgår tydeligt af, at eksempelvis Fe_2O_3 hed 'jernetveilde' og FeO hed 'jernforilte', mens 'kobbertveilde' var CuO og 'kobberforilte' var Cu_2O ; 'guldtevechlor' var AuCl_3 , mens 'platintvechlor' var PtCl_4 . Vores to venner fra før var 'manganoverilte' og 'baryumoverilte', hvor navnene altså ikke afslørede den subtile forskel på de to forbindelser.

Denne forvirring gjorde, at Kemisk Forenings daværende nomenklaturudvalg allerede i 1906 anbefalede, at man droppede disse navnetyper. Det er så næsten lykkedes, her et godt århundrede senere!

Eneste andet 'tve'-relikt, som vi møder i dagligdagen, er vist 'tvekulsurt natron', et navn for natriumhydrogencarbonat, som vi overlader det til læseren at fundere over.

Ture Damhus er formand for Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg og medlem af IUPAC's Division VIII.

E-mail:

Ture Damhus: turedamhus@outlook.dk

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

– op til 15 minutters skyl i en flaske



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



Grillstegning

Af Jens Folke, lean6sigma.eu

Grillstegning over bål er sandsynligvis den allerførste køkkentechnik humanoider beherskede for måske 1,8-2,3 millioner år siden [1]. Det var forudsætningen for, at vi kunne udvikle os til *Homo sapiens*, nemlig at vi ikke behøvede så stærke kæbemuskler, så der kunne blive plads til taleorganer, se DK 2018(2). Formålet med grillstegning frem for simpel kogning er at fremkalde Maillard- og karameliseringsprodukter på overfladen af maden, se DK 2018(3).

Til egentlig grillstegning bruges bål, kul eller gas som varmekilde. Den infrarøde stråling kombineres som regel med den direkte varmeoverførsel fra en grillrist, der kan være lavet af støbejern eller tykke stålstænger – tynde grillriste er ikke så anvendelige. Emnet kan kommes direkte over varmekilden, eller det kan placeres lige ved siden af, for eksempel hvis kul kun kommes i den ene ende af grillen, og grillen kan overdækkes med et låg, så man får en ovneffekt. Gryder og pander kan sættes på bålet eller grillristen, eller gasgrillen kan være udstyret med sidebrændere til formålet – der er mange muligheder for at kombinere tilberedningen.

De moderne grill-teknikker er først og fremmest udviklet i USA, hvorefter de bredte sig til Europa og Danmark i tiden efter 2. Verdenskrig. I dag har de fleste husstande med en terrasse en gasgrill, en kulgrill og/eller en smoker til rådighed, ofte af mærket Weber! Rigtige grillmestre m/k laver alt på terrassen, fra forret til dessert; skaldyr, fisk, kød grøntsager, svampe, frugter – alt kan grilles med de rigtige teknikker. Jeg har ikke i denne artikel medtaget røgning, der foregår ved lave temperaturer (<100°C), da disse teknikker allerede har været behandlet af Køkkenkemisten tidligere: Koldrøgning DK 2014(10), varm-røgning DK 2014(12), DK 2018(06) og smoking DK 2017(9), selv om disse også er grillteknikker.

Hvis vi skal beskrive grillteknikker, er vi nødt til at bruge de amerikanske betegnelser, da vi dårligt har udviklet danske ord for det hele:



- Barbeque (BBQ)
 - Marineret af fisk, kød og/eller grøntsager med en tør rub før grilning. Temperaturen holdes fra 90-170°C, da der som regel er sukker i marinaden. BBQ minder således om "smoking", der dog strækker sig over flere timer, for eksempel "pulled pork" (DK 2017(9))
 - En barbequesauce serveres som tilbehør for eksempel til "ribs", hvor det pensles på kødet i de sidste tilberedningsminutter (DK 2014(12))
- Rotisserie/spidstegning
 - Grilning på spid, der drejes mekanisk eller manuelt ved 80-170°C
- Roasting/ristning
 - Ristning er en madlavningsmetode, der bruger tør varme, hvor varm luft omslutter maden og tilbereder den jævnt på alle sider med temperaturer på 250-300°C
- Grilling/broiling
 - Direkte strålevarme fra kul eller bål på en tynd grillrist eller et stegespyd, >275°C
- Searing/Sizzling/direkte varme og med varm grillrist
 - "Brændemærkning" (275-350°C) med en meget varm grillrist af et bestemt stykke kød, fisk, fjerkræ, grøntsag osv., så en mørk brun stegeskorpe dannes, inden det færdiggøres på grillen ved indirekte varme.

Ligesom det gælder for pandestegning, er grillstegning til for smagens skyld. Ønskværdige Maillard- og karameliseringsreaktioner kan dog løbe løbsk og skabe sundhedsmæssige problemer med dannelse af stegemutagener, acrolein, PAH'er, m.m. (se DK 2018(3)).

Lad os se nærmere på PAH-problemet. Desværre tillader Elsevier o.a. videnskabelige forlag ikke adgang til originalartikler, uden at man er tilknyttet en videnskabelig institution, hvilket jeg ikke er; men ud fra abstracts fundet ved relevante Googlesøgninger, synes det klart, at PAH-dannelse er signifikant, når fedt drypper ned over de varme kul, gasvarmele-

mer, lavasten m.m. og laver "aromastoffer" (som der står i nogle grillbøger). Hvis man kommer tørre træflis på varme kul ved meget høje temperaturer ($>700^{\circ}\text{C}$) og under iltfattige forhold, kan man fra en review-artikel om lignin [2] udlede, at PAHer også her kan dannes. De terpeninlignende stoffer i harpiks fra nåletræer må dog antages at være mere problematiske, da de består af blandt andet cykliske carbonhydrider. Derfor skal nåletræ ikke bruges til røgning, specielt ikke hvis flisen kommer i direkte kontakt med de varme kul.

PAH-dannelse beror derimod ikke eller i meget ringe grad på røg fra det forkullede træ i trækul, da det brænder meget rent ved ca. 700°C . Hvis man for at sænke temperaturen begrænser tilgangen af luft til kullene, udgør dannelse af CO en dødsrisiko – derfor skal man bruge en kulgrill i det fri. Men det fører altså ikke til dannelse af PAHer. Hovedelementerne i træ er cellulose og hemicellulose, der ikke har vist sig at danne PAHer, hvilket er logisk, da de bagvedliggende sukkermonomere er højt oxiderede allerede. Lignin, som udgør ≈ 19 procent af friskt træ, har en polyphenolstruktur baseret på guaiacol (nåle og løvtræ) og syringol (kun løvtræ) – de samme stoffer som tilskrives den gavnlige effekt ved indtagelse af egetræslagret rødvin i passende mængder. Egetræsfadet flamberes, før den udgærede rødvin hældes på fadet, hvilket kemisk set ligner røgning med træflis en hel del, uanset om det er eg, bøg, eller andet hårdt løvtræ.

Det er guaiacol, der giver røgsmagen og syringol røgaromaen i mikromængder [3,4]. Træflis, der bruges som smagsgiver ved pyrolysering efter opvarmning til ca. 300°C , danner altså ikke PAHer, hvorfor almindelig røgning i denne henseende er



uskadelig. Men lad være med at komme flisen direkte på supervarme trækul, så den opvarmes til de meget høje temperaturer, hvor PAHer dannes. Brug gerne et pyrolyserør eller en lille bakke til flisen for at isolere fra de glødende kul. Det gør vanen med at udbløde flisen, før den bruges overflødig, og vanddampen har i denne proces ingen kulinarisk værdi. Det er de tørre træflis, der giver den eftertragtede røg.

PAHer dannes altså:

- Ved pyrolyse af fedt
 - dryp på grillkul
 - dryp på glødende gasvarmelegemer m.m.
 - soddannelse og forbrændte fødeemner
- Ved pyrolyse af lignin
 - under anoksiske forhold ved meget høje grilltemperaturer ($> 700^{\circ}\text{C}$)
- Ved pyrolyse af harpikslignende stoffer (terpentin) fra nåletræ
 - nåletræsflis, der lægges på kul m.m.

PAHer dannes ikke:

- Ved pyrolyse af cellulose
- Ved pyrolyse af hemicelluloser
- Ved pyrolyse af lignin ved temperaturer $\approx 250-350^{\circ}\text{C}$
- Ved Maillard og karameliseringsreaktioner i det almindelige madlavningstemperaturinterval ($\approx 250-350^{\circ}\text{C}$)
- Hvis der i forbrændingsprocessen er tilstrækkelig luft (ilt) tilstede.

Det vigtigste for at undgå PAHer i grillmaden er altså at undgå, at fedt og olier drypper direkte på kullene/gasbrænderen. Brug en bakke til at opsamle fedt, og så handler det også om at holde grillristen ren for fedtresten [4].

Husk også, det er den overdrevne dosis, der gør det giftigt, så følg de gode råd, og nyd så den gode grillmad med god samvittighed!



Desværre blev der ikke plads til opskrifter denne gang, men Køkkenkemisten er på Facebook og her vil jeg bringe nogle opskrifter henover sommeren.

Facebook-gruppe: Køkkenkemisten

Kilder

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Cooking>.
2. Haruo Kawamoto: Lignin pyrolysis reactions. J Wood Sci (2017) 63:117-132.
3. <https://amazingribs.com/more-technique-and-science/grill-and-smoker-setup-and-firing/what-you-need-know-about-wood-smoke-and>.
4. <https://amazingribs.com/ratings-reviews/tools/bbq-cleaning-tools>.

FT-Analysis becomes more Productive, Precise and Intuitive



The NEW INVENIO

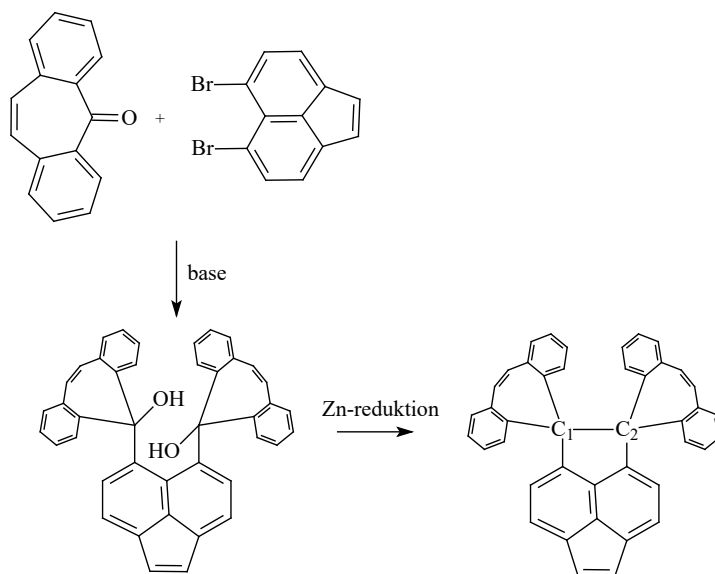
Contact us for more details:
www.bruker.com/invenio

Nyt om ...

... Rekord for længden af en C-C binding

Det er tidligere observeret, at længden af en C-C-enkeltbinding er omkring 1,54 Å. Den kan gøres længere ved hjælp af store rumopfyldende substituer. En gruppe ved Hokkaido-universitetet i Japan, har nu syntetiseret forbindelsen, med den hidtil længste C-C-binding, 1,806 Å, (C_1-C_2), hvilket er en anelse længere end den teoretisk beregnede størst mulige længde for en C-C binding, som er 1,803 Å, hvis den ikke skal dissociere. De har bekræftet tilstedeværelsen af en C-C-binding ved ramanspektroskopi og har målt længden ved hjælp af røntgenkrystallografi.

Carl Th.



$C_1-C_2 = 1,806 \text{ Å}$

Longest C-C Single Bond among Neutral Hydrocarbons with a Bond Length beyond 1.8 Å, *Chem* 2018, DOI: 10.1016/j.chempr.2018.01.011

Verdens eneste alikvoterende pipettesuger

Med Ali-Q fås en serologisk pipette, som du er vant til... plus en pipette, som kan alikvotere – dispensere afmålte portioner. Det betyder, at du kan gentage din pipettering med din serologiske pipette. Fordelene er:

- Meget nøjagtig og præcis alikvotering uden behov for "øjemål".
- Tryk på en knap for at alikvotere.
- Fås også som en LS-model (Low Speed) til sensitive alikvoteringer.
- Alikvoterer ethvert volumen fra 0,5 til 5,0 ml (LS-model; 0,5-3 ml).
- Kompatibel med alle mærker og størrelser af serologiske pipetter.
- Intelligent målesystem = Real-time korrektioner for forskellige miljøforhold - ingen justering er nødvendig.
- Nøjagtighed og præcision opretholdes i enhver dispenseringsvinkel for mere komfortable kroppsstillinger, især gavnlig i lab-bænke og stinkskebe.
- Ergonomisk design for optimal komfort.
- Med stå-fod som alle Ovation pipetter.

Yderligere information:
Mikrolab Aarhus
Tlf. 86 29 61 11
E-mail: ml@mikrolab.dk
<https://mikrolab.dk>



Dansk Selskab for Historisk Kemi

Udflugt til Fakse Kalkbrud lørdag den 7. september 2019.

Selskabet arrangerer traditionen tro en sommerudflugt for medlemmer, gerne med ledsagere. Vores guide denne gang bliver geolog, professor *Ida Fabricius* fra DTU.

Hvad vi skal se og høre om:

Fakse Kalkbrud er et enormt hul i Faxe banke, hvor byen Faxe ligger på toppen. Det er et Mekka for fossilsamlere, da kalken udgøres af skeletter af mange forskellige havorganismer fra Danientiden (66-62 Ma siden). Nogle steder er *koralkalk* hærdnet og har kunnet bruges som bygningssten, for eksempel kendt fra KUB Nord i København. Den mere løse *bryozokalk* er et glimrende vandreservoir med høj porøsitet og væskepermeabilitet. Det nyder Faxe bryggerierne godt af, og den er også ret let at grave op og brænde til calciumoxid. Den brændte kalk bruges nu først og fremmest som kilde til hvid farve i for eksempel papir, plastic, piller og billig maling. Opalskallede organismer har givet anledning til dannelse af *flintlag*, der består af kvarts, men som i Faxe dog ikke er af god stenøksekvalitet som flinten i ældre danske kridttidslag.

Logistik: for deltagelse er det obligatorisk at tilmelde sig **senest den 1. september** ved e-mail til selskabets sekretær, Ture Damhus, på turedamhus@outlook.dk, med angivelse af antal deltagere, en e-mailadresse og et kontaktelefonnummer på dagen samt eventuelt transportbehov. Der vil være et begrænset antal sæder i biler fra København, og man kan formentlig også komme fornuftigt frem ved kombination af tog og bus. Nærmere vedrørende transport kan først arrangeres, når alle tilmeldinger foreligger.

Mødetidspunktet er tentativt **kl. 10:15 ved Geomuseum Faxe**, Østervej 2, 4640 Faxe (i skrivende stund går Rejseplanen ikke frem til september endnu).

Der vil blive organiseret frokost (for deltagernes egen regning) et passende sted i nærheden.

Yderligere information vil hen ad vejen komme på selskabets hjemmeside, så vidt muligt til medlemmer af sektionen ved e-mail og sluttelig ved e-mail til de tilmeldte nogle dage før.



På fotografiet ses Per Eichner (th.) og professor Niels Hofman-Bang. Delvist skjult bagved ses stifteren af (og daværende formand for) Dansk Selskab for Historisk Kemi, dr.techn. Ole Bostrup. Fotografiet er taget ved præsentationen af bogen om dansk landbrugskemi på DTU 15. november 2002. Fotografi: Leni Kryger.

Civilingeniør Per Eichner 1929-2019

Den 23. april døde Per Eichner efter at være blevet ramt af en alvorlig lungebetændelse.

Per Eichner blev civilingeniør i kemi i 1955. Han var ansat ved Superfos' centrallaboratorium og ingeniørafdeling og har været laboratoriechef for Udviklingslaboratoriet under Superfos og Kemira. Ved sin pensionering i 1995 startede han firmaet PE-Consult, der arbejdede med teknisk rådgivning.

Han var medlem af bestyrelsen for Dansk Selskab for Historisk Kemi fra 1988 og i en årrække selskabets kasserer.

Da selskabet havde et symposium om dansk landbrugskemi på Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole 10. april 2002, fortalte Per Eichner om *Træk af svovlsyrens og superfosfatets kemi i historisk perspektiv*. Foredraget blev trykt i selskabets skriftserie i nr. 13 fra 2002: *Dansk landbrugskemi i historisk perspektiv 1750-1930* (Anita Kildebæk Nielsen, red.).

Børge Riis Larsen

Mødekalender (4) 2019

- | | |
|-------------------|--|
| 27.6. 2019 | Kemisk Forening, Årsmøde, H.C. Ørsted Institut, Universitetsparken 5, 2100 København Ø, se dk 2019, 3. |
| 7.9. 2019 | Kemisk Forening, Dansk Selskab for Historisk Kemi, Sommerudflugt til Fakse Kalkbrud, mødested Geomuseum Faxe, Østervej 2, Faxe, se dk 2019, 4. |

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



• MPA II. NIR IN A NEW LIGHT.



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

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

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

Weitere Informationen unter: www.bruker.com/MPA

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

Innovation with Integrity

FT-NIR