

Eksperimentel kemi – et tilbageblik

Her gives et personligt bud på, hvordan man kan få en større del af en ny generation til at dele interessen for eksperimentel naturvidenskab i almindelighed og kemi i særdeleshed

Af Frede Storborg, lektor, Langkær Gymnasium og HF

Må det være tilladt en gymnasiekemilærer i efterlønsalderen at komme med en kommentar til Carl Th. Pedersens glimrende leder i Dansk Kemi, 90, nr. 12, 2009. Kommentaren er en refleksion over næsten 50 års interesse for det vidunderlige kemifag.

Hvis man skal fange børns interesse for kemi (og for de andre naturvidenskabelige fag), skal det ske tidligt, ja helst allerede i folkeskolens yngste klasser. Det kan være med spændende, men helt ufarlige forsøg med f.eks. stoffer fra husholdningen. Men det kræver naturligvis lærere, der har en kemisk viden,

dvs. med fysik-kemi som linjefag fra seminariet. Ellers vil læreren være lidt usikker mht. det eksperimentelle og have en tendens til ikke at foretage så mange forsøg.

Den typiske folkeskolelærer er en kvinde med en hf-eksamen eller en sproglig studentereksamen, som så typisk ikke vælger naturvidenskabelige fag som linjefag. Det er derfor næsten umuligt, at fysik-kemilæreren i alle tilfælde også har faget som linjefag. Der må derfor sættes ind allerede på seminarierne, så flere lærerstuderende vælger naturvidenskabelige fag på linjen. Hvis folkeskolelærerne i kemi lagde mere vægt på det eksperimentelle og viste eleverne flotte og overraskende forsøg (og her tænker jeg slet ikke kun på forsøg med eksplosioner eller voldsomme forbrændingsreaktioner), ville flere uden tvivl blive fanget af dette spændende fag. Hvem er ikke blevet fascineret af kemiluminescensforsøget med luminol i et stort bægerglas i et mørkelagt lokale? Eller af det overrumplende farveskift fra farveløs til blåsort i Landolts forsøg? Eller af den æstetiske nydelse at iagttage den dyblå farve af tetraamminkobber(II)sulfat, som man netop har syntetiseret og isoleret?

Måske ville kemifaget ved et større eksperimentelt indhold få tag i flere drenge. Gymnasiet – og dermed også gymnasiekemien – er ved at udvikle sig til et fag med overvægt af piger. Det gør naturligvis ikke noget, at mange piger kommer i gymnasiet, og heller ikke at de interesserer sig for kemi. Tværtimod. Men der måtte gerne være flere drenge, der valgte en ungdomsuddannelse, og som også valgte naturvidenskabelige fag på de højere niveauer.



Farveopløsninger.
Foto: Søren Halse.

Da min interesse blev fanget for kemi

Jeg tror, at mine egne erfaringer med kemien viser noget generelt, som måske kan illustrere, hvordan man kan få en større del af den nye generation til at dele interessen for eksperimentel naturvidenskab i almindelighed og for kemi i særdeleshed.

Som landsbysmedesøn i Midtjylland fik jeg ikke nogen naturlig inspiration udefra for min kemiinteresse. Min smedefar ville naturligvis gerne have, at hans ældste søn skulle overtage smedeforretningen engang, og han prøvede bl.a. at stimulere interessen for håndværk ved at give mig et ingeniørsæt i julegave. Han gav mig desuden gode muligheder for at arbejde med praktiske ting i smedeværkstedet, og selvom jeg sikkert tit gik i vejen, fik jeg som dreng lov til at lave ringeapparater og elektromotorer og anden elektromekanik. Det var da også interessen for fysik, der dominerede indtil efter konfirmationen. I en af de fortrykte ”poesibøger”, som en af mine gamle klassekammerater 40 år senere havde med til vores konfirmationsjubilæum, havde jeg i 6. klasse skrevet, at min fremtidsdrøm var at blive pilot eller fysiker.

Fascineret af krystallernes verden

Jeg blev grebet af kemien, da en kvindelig vikar engang i 1. real (svarende til 8. klasse i dag) lavede krystallisationsforsøg med kobbersulfat. Da jeg kom hjem, ville jeg gøre hende kunsten efter. Kobbersulfat kunne man købe hos købmanden (under navnet blåsten), idet det blev brugt som sprøjtemiddel til frugttræer. Jeg stod i køkkenet og lavede flotte krystaller af dette smukke blå salt, men min mor var ikke udelt begejstret for at dele køk-

ken med en eksperimentalkemiker. Min pragmatiske far indrettede derfor et kælderrum som laboratorium til mig. Der var rindende vand i vaskerummet ved siden af, og han installerede en stikledning fra gasflasken, så jeg havde gas til bunsenbrænderen. Rent vand til forsøgene var destilleret vand fra en 5 liters dunk, som jeg kunne tappe fra via et hævertsystem. Et ganske udmærket hjemmelaboratorium efter den tids forhold.

Det var - så vidt jeg husker - også på dette tidspunkt, at lektor Axel Voigt fra Aarhus Universitet havde 15 udsendelser på tv med titlen "Kemi for millioner". Dem slugte jeg råt.

Da jeg begyndte i gymnasiet på Viborg Katedralskole, blev kemi mit yndlingsfag. Lærebogen i de tre gymnasieår, med to kemitimer pr. uge, var Rancke-Madsen: "Lærebog i Kemi" [1], en bog, der har nedprioriteret den almene kemi til fordel for stofkemi. Specielt den uorganiske stofkemi var meget udførlig behandlet ift. i dag. Vores kemilærer viste mange demonstrationsforsøg, men der var meget få elevøvelser.

I stedet for at købe bayersk øl for alle mine lommepege (som visse af mine kammerater gjorde), gik de fleste af dem til reagensglas og kemikalier, som jeg købte hos den stedlige materialist. Det var før R- og S-sætningernes tid, og der var stort set ingen begrænsninger for, hvad man kunne købe, og der var heller ikke særlige oplysninger om opbevaring. Mange kemikalier kunne man købe i løs vægt, og selv et så hygroskopisk og ætsende stof som kaliumhydroxid fik jeg blot udleveret, afvejet i en lille papirpose. Inden jeg kom hjem, var posen da også næsten ætset igennem. En anden gang fik jeg min far til at tage koncentreret svovlsyre med hjem til mig. Det fik han i en flaske med korkprop. Proppen var næsten forsvundet, da han kom hjem. Det var godt, flasken ikke var væltet i hans jakkelomme. Med alle de restriktioner, der i dag gælder for handel og opbevaring af kemikalier, er man næsten gået i den modsatte grøft. Det må være svært for en ung kemiinteresseret gymnasieelev at grundlægge en kemikaliesamling i dag.

Min yndlingsbog var Poul Bergsøe: "Kemi på en anden måde" [2]. Dens afbalancerede blanding af teoretisk, eksperimentel og teknisk kemi var lige, hvad jeg havde brug for.

Udfordringer med fyrværkeri

I mit hjemmelaboratorium lavede jeg mange af de reagensglas- og kolbeforsøg, som de to bøger lagde op til. I december var det dog især pyrotekniske blandinger, jeg eksperimenterede med, specielt drivsætser til raketter. Men jeg havde et problem: den mest effektive blanding, jeg fandt frem til, havde en tendens til at selvantænde. Det skete to gange. Til alt held uden personska- de - jeg har stadig dem begge to og alle ti! Den ene gang, da en bunke af blandingen lå på et stykke papir på laboratoriebordet, den anden gang, da blandingen var fyldt i en raket, som stod og lænede sig kælent op ad radiatoren på mit værelse og ventede på nytårsaften. Resultat: en forbrændt radiator og et kraftigt tilrøget værelse. - Mine forældre tog det pænt.

Bare jeg dengang havde haft den bog, som jeg skrev mere end tre årtier senere: "Krudt- og fyrværkerikemi" [3]. Så ville jeg have vidst, at en blanding af magnesiumpulver og hygroskopisk natriumchlorat kan reagere, hvis der er den mindste smule fugt til stede. Jeg brugte natriumchlorat, fordi jeg kunne skaffe det, idet det blev brugt som ukrudtsmiddel. Derimod lykkedes det mig ikke at finde en forhandler af det ikke-hygroskopiske kaliumchlorat.

Kemi på Aarhus Universitet

Efter studentereksamen i 1967 var der ingen tvivl om mit studium: kemi som hovedfag og fysik som bifag ved Aarhus Universitet. På 1. del blev der ikke udført et eneste demonstrationsforsøg ved de forelæsninger, jeg gik til. Professor Hakon Lund, som var en institution og berømt for sine mange - ofte

spektakulære - demonstrationsforsøg, var netop blevet pensioneret i 1966, og hans efterfølgere lavede udelukkende "calciumcarbonatkemi". På studiet var der derimod eksperimentelle øvelser i almen kemi og i uorganisk og organisk stofkemi.

På 2. del valgte jeg at læse uorganisk kemi med speciale i krystalsyntese. En meget selvstændig periode, hvor jeg havde stor indflydelse på, hvilke stoffer jeg ville forsøge at dyrke krystaller af. Den fascination af krystaller, som startede min kemiinteresse, havde nu igen stukket sit hoved frem. Min største "succes" var nok geldyrkning af enkrystaller af natriumlanthan-dobbeltsulfat, hvis struktur på den tid endnu ikke var løst, men som en anden på afdelingen løste ved røntgenkrystallografi ud fra de krystaller, som jeg havde dyrket.

Den praktiske erfaring er vigtig

Efter kandidateksamen ønskede jeg at komme ud at undervise i gymnasieskolen, og under mit pædagogikum fulgte jeg Axel Voigts fremragende halvårskursus i kemiske undervisningsforsøg, et kursus som forberedte kommende gymnasielærere til den eksperimentelle kemiundervisning. Specielt hvis kandidaten havde fået en mere teoretisk kemiuddannelse, var dette et yderst vigtigt kursus. Det er ikke specielt heldigt at sende en teoretisk kemiker ud at undervise, hvis hun/han på den ene side nok kan regne sig frem til bindingslængder og -vinkler i benzenmolekylet, men knap nok kender noget til benzens tilstandsform eller reaktioner.

Efter ansættelse som lærer i fysik og kemi på Langkær Gymnasium (et dengang næsten nyt gymnasium i den nordvestlige udkant af Århus), er min interesse for det eksperimentelle fortsat, og i seks semestre var jeg sideløbende med min stilling i gymnasieskolen ansat som undervisningsassistent på Kemisk ►

New ! Antec ROXY™ EC-LC MS



ROXY™ EC/LC System :

Compatibility with any MS
Compatibility with MS via contact closure
Clarity software for system control
Automatic screening by using a specially modified autosampler
(screening of xenobiotics is possible)

System flexibility

Different system configurations
High yield sample conversion
Fast screening of multiple samples
Phase I and/or II metabolic studies



Liquidhandlere, SPE, HPLC / GPC / LC- kromatografi fra Gilson Inc.
Spektrofotometre fra Scinco & Picodrop.
TLC / HPLC udstyr fra CAMAG.
Reaktionsudstyr fra Radleys.
ProteinPro, OligoPro & MicroPro fra AATI
Salg og service af Gilson pipetter.
Akkrediteret kalibrering af alle fabrikater pipetter

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



Forbrænding af lycopodium.
Foto: Søren Halse.

Institut ved ovennævnte kursus i kemiske undervisningsforsøg.

En del af kemikaliesamlingen fra min gymnasietid tog jeg med på det gymnasium, hvor jeg blev ansat. De stod i en bestemt kasse, for de var kun af teknisk kvalitet. De blev af en af mine kolleger humoristisk kaldt "Fredes barndomskemikalier". Jeg brugte dem af og til, f.eks. til øvelsen med bestemmelse af jernindholdet i jern(II)sulfat. Der brugte eleverne jern(II)sulfat, der havde nogle årtier på bagen, og som havde et større jernindhold end forventet, fordi en del af krystalvandet var forsvundet. På glasset (et gammelt sildeglass) var en etiket med påskriften "Ferrosulfat" og med "Jernvitriol" som synonym. Kemisk nomenklatur er en foranderlig størrelse!

Gymnaseundervisningen i kemi er en god blanding af teoretisk og eksperimentelt arbejde. Kemiske eksperimenter tager tid, som må tages fra de timer, der ellers bruges til det teoretiske arbejde. Det ender naturligvis med et passende kompromis. Der foregår selvfølgelig også en indlæring gennem eksperimen-

ter, og desuden er de en motivationsskabende faktor for elever, idet de giver en variation i undervisningen, som ikke-eksperimentelle fag må misunde.

Eksperimenter medfører uvægerligt et affaldsproblem, som man forsøger at undgå bliver et forureningsproblem ved at opsamle miljøfarlige kemikalier. Man har forsøgt at minimere kemikalieforbruget ved at erstatte nogle af eksperimenterne med "mikroskalakemi". Til øvelser kan det være fint f.eks. at undersøge fældningsreaktioner ved at blande en dråbe af hver reaktant på en overheadtransparent. Men det flotte og imponerende kan let forsvinde, hvis demonstrationsforsøg foretages i for små glas. Farven af manganforbindelser i forskellige oxidationstal ser nu mere overbevisende ud, når det vises i et 2 L bægerglas. Hvis man anvender 1 L

0,0005 M kaliumpermanganatopløsning, er affaldsproblemet til at overse.

Krudt- og fyrværkerikemi

Da jeg i 1998 skrev bogen "Krudt- og fyrværkerikemi" var det for at give de – især unge – mennesker mulighed for at sætte pyrotekniske blandinger ind i en kemisk sammenhæng, altså et gustent overlæg om at lære folk kemi gennem noget, som også var underholdende. Fremstilling af stoffer, der kan reagere voldsomt, kan sagtens være seriøs kemi. Hvis man vejer vat, før det har reageret med en blanding af koncentreret svovlsyre og salpetersyre, og efter det har reageret og er omdannet til cellulosenitrat, kan man beregne nitreringsgraden, dvs. hvor stor en brøkdel af glucoseenhedernes OH-grupper, der er erstattet af nitratgrupper. Det kræver seriøs mængdeberegning og kendskab til strukturer af organiske forbindelser. At både piger og drenge bagefter hviner af fryd, når samme cellulosenitrat antændes i et plastfilmhylster og fungerer som en nytårsbordbombe uden for sæsonen, er blot en ekstra gevinst. For slet ikke at nævne det harmløse forsøg med den yderst hurtige forbrænding af en tot cellulosenitrat på en flad hånd.

Jeg valgte først at skrive bogen efter lange og grundige overvejelser. Jeg ville sikkert føle mig medskyldig, hvis nogen kom til skade pga. de forsøg, jeg beskrev i bogen. Derfor er den også fuld af advarsler om, hvad der kan gå galt. Mig bekendt er der heldigvis ingen, der er kommet til skade ved at følge bogens anvisninger. Hovedprincippet er, at "Kun mængden bestemmer farligheden" - altså en lettere omskrivning af Paracelsus' ord "Kun dosis bestemmer giftigheden". Hvad en ufarlig mængde er varierer naturligvis fra stof til stof. 50 mg blyazid kan give en voldsom detonation, mens et halvt gram sortkrudt uden problemer kan afbrændes i et åbent reagensglas, hvis man ønsker at undersøge krudtets faste og gasformige forbrændingsprodukter.

E-mail-adresse

Frede Storborg: fs@langkaer.dk

Referencer

1. E. Rancke-Madsen: *Lærebog i Kemi*. 7. udgave. G.E.C. Gads Forlag. 1963
2. Paul Bergsøe: *Kemi på en anden måde*. Rosenkilde og Bagger. 1964.
3. Frede Storborg: *Krudt- og fyrværkerikemi*. Munksgård. 1998.



Se Kemikryds



Side 33,15 lodret