

# Naturvidenskab i gymnasiet efter 1903 – på vej mod en krise

Af Børge Riis Larsen

I det følgende vil jeg trække nogle markante ting frem fra undervisningen i naturvidenskab i gymnasiet efter 1903-reformen. Jeg vil stort set begrænse mig til de »hårde« naturvidenskabelige fag, kemi og fysik, og i mindre grad berøre andre som biologi og astronomi.

I perioden 1903 til 2003 blev verden ændret totalt. Mange naturvidenskabelige opdagelser, som har ændret samfundet radikalt, blev gjort i denne periode. Jeg nævner i flæng relativitetsteoriene, kvantemekanikken, opdagelsen af nye elementarpartikler, grundstoffer og af DNA-molekylets struktur, udnyttelsen af kerneenergi, NMR-spektroskopi m.m.<sup>1</sup>

For at sætte dette i et lidt mere personligt perspektiv vil jeg nævne, at den ældste af mine vejledere, da jeg i begyndelsen af 1970'erne tog den praktiske del af pædagogikum ved Sorø Akademis Skole, ikke havde hørt om neutronen hverken i sin gymnasie- eller universitetstid. Denne elementarpartikel blev først opdaget, efter at han havde taget sin kandidatgrad. Heller ikke alle huller i grundstoffernes periodesystem var fyldt på denne tid. Jeg begyndte selv i gymnasiet det år, det lykkedes at fremstille den første kemiske forbindelse med en ædelgas.

## Forudsætningerne

Naturvidenskaberne har været inde og ude af den højere skole siden Christian IV-tiden. I perioden 1739 til 1775 skulle der eksamineres i naturfilosofi til studentereksamen på universitetet, hvilket betød, at der også blev givet lidt undervisning heri i den højere skole. Herefter var fagene forvist til første år på universitetet. I slutningen af 1700-tallet blev der ved enkelte skoler iværksat forsøg, hvor naturvidenskaberne igen kom ind, men da reformen i 1809 kom, blev det besluttet, at det var op til den enkelte skole at bestemme, om der skulle undervises i naturvidenskab. Det betød, at fagene forsvandt ved de fleste skoler, hvor de var blevet indført i årene før. I 1845 blev der iværksat forsøg ved nogle skoler. En lille del gik bl.a. på at indføre undervisning i fysik/naturlære, og ved Madvigs reform i 1850 blev fysik en del af den lærde skoles fagplan.<sup>2</sup>

Først i 1871 kom kemien ind i den lærde skole, men den forsvandt igen 11 år senere for først at dukke op i starten af det nye århundrede.<sup>3</sup>

*Efter 1903 blev elevforsøg en del af naturvidenskabsundervisningen i mellemskolen og gymnasiet. På Slagelse kommunale højere Almenskole er unge elever i mellemskolen dybt koncentrerede i gang med at veje. Forsøgsresultaterne føres omhyggeligt ind i laboratoriejournalen. Læreren i den hvide kittel over jakkesættet og butterfly udstråler autoritet. Fotografi fra 1930'erne.*

### **Kemi kommer ind igen – 1907**

Med 1903-loven kom kemien (igen) ind i gymnasieundervisningen. På den matematisk-naturvidenskabelige linje fik faget naturlære seks timer om ugen i hver af de tre gymnasieklasser,<sup>4</sup> og det blev bestemt, at en tredjedel af undervisningen skulle bruges til kemi og resten til fysik.<sup>5</sup> Da eleverne, før de kunne påbegynde undervisningen i 1. g, først skulle gå fire år i mellemskolen, startede undervisningen i den nye naturlære først i 1907.

Kemi blev altså ikke et selvstændigt fag i denne omgang. Det blev det faktisk først i begyndelsen af 1960'erne. Men meget hurtigt viste det sig, at på mange skoler havde eleverne ikke samme lærer i naturlærens kemi- og fysikdel, ligesom der heller ikke var bøger i naturlære for matematikerne – men derimod kemi- og fysikbøger. Ved eksamen kom man også op i enten fysik eller kemi, så *reelt* var der tale om to fag, selvom det *formelt* kun var ét.<sup>6</sup>

Eleverne skulle fra nu af selv udføre øvelser i stedet for – som tidligere – blot at overvære lærerens demonstrationsforsøg, og fysikundervisningen skulle nu bygge på et eksperimentelt grundlag. Meget af undervisningen havde tilknytning til fagets tekniske anvendelser som f.eks. kakkelovnen og dampmaskinen.<sup>7</sup>

På de sproglige linjer blev der undervist i geografi, naturhistorie og naturlære med i alt to timer pr. uge i de tre gymnasieår, men i naturlære var pensum stort set begrænset til lidt astronomi og organisk kemi.<sup>8</sup>

### 1935

Eleverne i det sproglige gymnasium fik nu deres naturfag. I 1.g skulle de have lidt undervisning i fysik og kemi, som gav dem et »fornødent Grundlag for Undervisningen i Geografi og Naturhistorie«, der fandt sted i 2.g. Herefter kunne de komme til en samlet mundtlig eksamen i fysik, kemi og geografi.

Ved denne reform blev det slået fast, at nye betydelige opdagelser på naturvidenskabens område skulle inddrages i matematikernes undervisning i naturlære. Eleverne skulle endvidere indøves i den naturvidenskabelige arbejdsmetode.<sup>9</sup>

### 1953

Ved denne lille reform forsvandt de sprogliges naturfag, og faget *geografi med naturlære* opstod. Et blik på bekendtgørelsen viser, at den fysik og kemi, der skulle læses herefter, stort set var som tidligere, så der var reelt kun tale om, at nogle discipliner blev flyttet fra et fag med ét navn til et andet.

I matematikernes naturlæres kemiundervisning kom der en lille ændring, idet censor ved eksamen som bispørgsmål kunne stille eksaminanden en lille praktisk opgave som f.eks. udfældning af et hydroxid, påvisning af en chloridion eller genkendelse af et præparat. Denne lille opgave behøvede ikke at have tilknytning til hovedspørgsmålet, men skulle tjene til at vise elevens praktiske kendskab til de kemiske forbindelser. Jeg var selv til mundtlig studentereksamen efter denne ordning og var glad for, at censor ikke medbragte et lille »rejseapotek«, idet jeg ikke erindrer, at vi var blevet forberedt i løsning af problemer af denne art i undervisningen.<sup>10</sup>

### Lærerne

Fra 1883 kunne man tage skoleembedseksamen med fysik som et muligt hovedfag, men ikke kemi, som kun kunne tages som bifag. Forklaringen herpå skal nok søges i den forholdsvis lave status, kemi havde i skolen, eftersom det ikke var et fag i den lærde skole fra 1882.

Kemifagets lidt højere status efter 1903-reformen bevirkede, at der kom et ønske om, at man også skulle kunne tage kemi som hovedfag. Den mulighed fik man på en sin vis i 1912. Da blev det nemlig muligt at tage en skoleembedseksamen med såvel fysik som kemi som hovedfag (og matematik og astronomi som bifag). Det har kun været muligt for mig at finde to personer, som bestod denne omfattende eksamen, og fem år senere – i 1917 – blev det muligt at blive cand.mag. med kemi som (eneste) hovedfag.<sup>11</sup> Den første kandidat efter denne ordning blev færdig med sine studier i 1922, og i de næste godt 40 år var der meget få, der tog denne uddannelse. I perioden 1922 til 1964 drejer det sig om 37, af hvilke over halvdelen fandt beskæftigelse uden for skolen.<sup>12</sup>

Flere civilingeniører med kemi som fag – dvs. cand.polyt.er i anvendt naturvidenskab, de senere fabrikingeniører – var ansat i gymnasiet.<sup>13</sup>

## Grengymnasiet – 1958

De elever, der startede i gymnasiet i 1963, skulle i løbet af 1.g beslutte sig til, hvilken gren de ville gå på i 2. og 3.g. I 1.g havde de fysik og kemi, og de kunne så de to sidste år vælge matematik-fysikgrenen (mF) eller den naturfaglige gren (biologigrenen, mN). Valgte de den første, fik de et stort fysikkursus, der afsluttedes med en skriftlig og måske også en mundtlig prøve. Det skriftlige arbejde med rapporter og opgaver var her stort. Valgte de den naturfaglige gren, havde de også fysik de to sidste år, men med lavere timetal, færre rapporter og ingen skriftlige afleveringsopgaver. Kemiundervisningen var den samme på de to grene, men matematikundervisningen var på den naturfaglige gren reduceret i forhold til mF'ernes. Ud over de to nævnte grene kom der senere flere til. Især den matematisk-samfunds-faglige gren blev populær. Her var elevernes fysik- og matematikundervisning som de naturfagliges.

De sproglige fik ved denne reform ingen undervisning i fysik og kemi. Til gengæld fik de et matematikkursus, som strakte sig over de to første gymnasieår. Herudover havde de et kursus i biologi.

Det var efter denne reform, at kemi endelig *formelt* blev et selvstændigt fag med egen paragraf i bekendtgørelsen. *Reelt* havde det været et fag siden 1907.

I første del af 1900-tallet var der sket meget inden for fysikken. Undervisningen i fagets tekniske anvendelser kunne ikke længere omfatte alt, ligesom nye naturvidenskabelige opdagelser som f.eks. relativitetsteoriene, kvantemekanikken og kernefysikken trængte sig på. En ændring var påkrævet, og fra 1963 blev vægten lagt på fagets grundlæggende begreber (kraft- og energibegrebet) og en matematisk behandling af stoffet. Fagets tekniske anvendelser kom i baggrunden, og undervisningen blev udpræget videnskabscentreret.<sup>14</sup>

I kemi var undervisningen fra århundredets start delt i tre områder. De første to var uorganisk- og organisk kemi og det tredje fysisk kemi. Nu blev den almene kemi nævnt først i bekendtgørelsen og derefter den uorganiske og organiske kemi. Og det blev som en ny ting specificeret, hvilke områder af den almene kemi der skulle læses. Det var atomer, molekyler, ioner, det periodiske system, kemisk binding, isomeri, fortyndede opløsningers egenskaber, reaktionskinetik og ligevægtslære, syre-, base- og redoxprocesser.<sup>15</sup> Selvom der også blev undervist i disse emner før reformen, bevirkede den øgede fokusering på den almene kemi, at der snart kom lærebøger med endnu kraftigere fokus på fysisk kemi, idet de medtog emner som orbitalteori og termodynamik. En reaktion herpå var, at man i årene herefter begyndte at interessere sig for »husholdningskemi«, dvs. at man især eksperimentelt undersøgte kemien i hjemmene. Eksempelvis begyndte man at titrere husholdningseddike og fransk vineddike for at bestemme ethansyrekoncentrationen heri, koncentrationen af svovlforbindelser i hvidvin, fluoridindholdet i tandpasta osv.<sup>16</sup> På samme tid kom miljøkemien ind i skolen. Interessen samlede sig om emner som luftforurening, tungmetaller samt om risikomomenter ved omgang med kemikalier generelt.<sup>17</sup>

I begyndelsen af 1960'erne fik vi altså en slags *videnskabeliggørelse* af gymnasiet. I nabofaget biologi trådte dette meget tydeligt frem i titlen på en stor lærebog: *Biologisk forskning*.

Ved justeringen i 1971, da vi gik fra seks- til femdagesskoleugen, blev vægten lagt på *færdigheder* i stedet for som tidligere på *kendskab* og *viden*. I kemi skulle vi undersøge, om eksaminanden var i stand til at anvende sin kemiske viden, i stedet for om han blot kunne reproducere stoffet i lærebogsmaterialet. Ved samme lejlighed indførtes også *valgfrit stof* i pensum og *forberedelsestid* til den mundtlige eksamen.<sup>18</sup>

### Hf fra 1967

I hf, der blev oprettet i 1967, fik kemien og fysikken en forholdsvis beskeden plads, idet de blev tilvalgsfag, dvs. fag, som eleverne kunne vælge, men ikke behøvede at have. I den første tid var det toårige hf-kursus inddelt i fire semestre. Ville eleverne have et fysikkursus, skulle de vælge det allerede i løbet af 1. semester. Undervisningen strakte sig over de sidste tre semestre (med to, fem og seks timer om ugen) og afsluttedes med såvel mundtlig som skriftlig eksamen. Tilvalgskurset i kemi blev afviklet i 2. og 3. semester med fire timer pr. uge og blev afsluttet med en mundtlig eksamen. Til sammenligning blev biologi et fællesfag i studiets første år og kunne så senere supplere med et tilvalgskursus det sidste år.<sup>19</sup> Efter få år blev fysik- og kemiundervisningen ændret en smule til følgende timetal i de fire semestre: henholdsvis ingen timer i første semester fulgt af tre, seks og fem i de følgende – og ingen i de to første semestre og fem i hvert af de to sidste.<sup>20</sup>

Ikke mindst den skriftlige fysikprøve kunne være vanskelig for kursisterne. I løbet af fire timer skulle de regne to sæt opgaver – et sæt regneopgaver i stil med de opgaver, gymnasieeleverne regnede på mF-grenen, og et sæt multiple choice (flervalgs-) opgaver, som kunne være lidt problematiske. En typisk opgave (sommerekamen i 1969) var:

*En leder fører en konstant strøm. I løbet af 2,5 s passerer en elektricitetsmængde på 10 C. Herved afgives en varme på 200 J.*

*a) Hvad er strømstyrken?*

*De studerende fik så følgende svarmuligheder: 0,25 A, 4,0 A, 20 A og 25 A.*

Alle svarmulighederne kunne opnås ved kombination af de tre tal fra de opgivne størrelser. Skulle kursisten komme et stykke i gang med opgaven og tænke, at strømstyrke er noget med elektricitetsmængde og tid, var antallet af svarmuligheder reduceret til tre. Fik han den idé, at der skulle divideres, to. Kun ved at dividere strømstyrken med tiden ville han få det korrekte resultat 4,0 A. Problemet med disse alt-eller-intet-opgaver var altså, at selv med nogen kunnen, kunne man ikke få points overhovedet, hvis ikke man regnede helt korrekt. Mon ikke nogen undertiden har sat krydserne helt tilfældigt? Med fire eller fem svarmuligheder er den statistiske sandsynlighed for at anbringe krydset korrekt henholdsvis 25% og 20%. Opgaver af denne type vandt aldrig indpas i gymnasiets skriftlige prøver i fysik (og kemi).

## Lærerne

Vi har tidligere set, at der var meget få cand.mag.er med kemi som hovedfag ansat i gymnasieskolen. Lærerne i de »hårde fag« havde normalt matematik eller fysik som hovedfag og kemi (og astronomi) som bifag. I slutningen af 1960'erne begyndte cand.scient.erne med bl.a. kemi som hovedfag og fysik som bifag (eller omvendt) at dukke op, men de spillede i 1970'erne endnu ikke den store rolle. Ole Bostrup, som selv er cand.mag. med kemi som hovedfag, har skrevet, at mange af de toneangivende kemilærere i 1970'erne var civilingeniører, og at de gamle cand.mag.er med kemi som hovedfag underviste og følte sig tilknyttet ikke blot til kemi, men også til fysik og matematik.<sup>21</sup> Cand.scient.erne havde normalt to af de tre fag matematik, fysik og kemi. Først i 1980'erne blev det almindeligt at knytte et af disse tre fag med ét udenfor (f.eks. kemi og biologi).

## Kemigrenen

Der var en del kemilærere, der undrede sig over, at matematikerne ikke kunne få kemi som hovedfag – især efter den lille reform i 1971, hvor femdagesugen blev indført.<sup>22</sup> Her blev kemiundervisningen fjernet fra 3.g og timetallet således reduceret fra to timer om ugen i alle tre semestre til henholdsvis to og tre timer i de første to semestre, for mF- og mN'ernes vedkommende. Dette var et problem for de mange, der skulle anvende kemien efter studentereksamen. Der blev udført forsøg, hvor eleverne fik kemitimer i 3.g, samtidig med at deres fysikpensum blev reduceret til det, man læste på biologigrenen. Samtidig indførtes skriftlige opgaver i kemi, og eleverne skulle til skriftlig studentereksamen heri. Matematikundervisningen var som hos mF'erne.

Kemiforsøgsgrenen (mK) blev en succes. Fra 1980 til 1987 steg antallet af studenter fra denne gren fra 47 til 585. Især mange piger ville gerne læse et naturvidenskabeligt fag – men ikke fysik – og samtidig have matematik på højeste niveau. Det kunne de få her. Kønsfordelingen var her nærmest fifty-fifty.

Et problem med oprettelsen af mK-grenen var, at der var tale om en *forsøgsgren*. Det betød, at skolens lærerråd skulle anbefale, at den blev oprettet. Det var ikke uden problemer på mange skoler. En ny gren betød normalt dårligere skemaer for lærerne (flere mellemtimer), og at tilslutningen til de eksisterende grene blev mindre. Herudover har kemi i den sidste generation haft en dårlig klang. Kemikere forurener! Skal en journalist forklare befolkningen, at et stof er farligt, kalder han det blot et »kemisk stof«, så er alt sagt. På min egen skole var en ældre kollega fra den humanistiske fløj imod oprettelsen af kemigrenen, »fordi vi har atomer nok her i verden. Vi vil ikke have flere«. Da jeg senere genfremsatte forslaget om grenens oprettelse, måtte jeg love lærerrådet, at vi aldrig ville fremstille nogle nye atomer – og det løfte har vi hidtil holdt!

Det forhold, at mK-grenen vedblev at være forsøgsgren indtil 1987-reformen, er lidt af et paradoks. Normalt blev forsøg evalueret efter en treårig forsøgsperiode. Bestod forsøget prøven, blev ordningen permanent, ellers bortfaldt den.<sup>23</sup>

## Valggymnasiet – 1987

Denne reform trådte i kraft for de elever, der startede i gymnasiet fra august 1988. Den sproglige og den matematiske linje blev bevaret, men ellers var der store ændringer. Et af reformens formål var, at matematikerne skulle kunne tage mere sprog end tidligere, mens de sproglige til gengæld fik mere naturvidenskab.

Fysik blev for de fleste matematikere et fag, de havde i de to første gymnasieår på det såkaldte obligatoriske B-niveau. Ville de have faget i 3.g og dermed læse faget på A-niveau, skulle de vælge det. Kemi blev nu kun et obligatorisk fag for matematikerne i 1.g. Ville de have mere kemi, kunne de vælge det på B-niveau enten i 2. eller 3.g; men de kunne også vælge faget på højt niveau – A-niveau – så skulle de have det såvel i 2. som 3.g. Elever med fysik og kemi på højt niveau skulle til skriftlig eksamen i fagene. Valgte de fagene på lavere niveauer, kunne de komme til mundtlig eksamen.

Den videnskabscentrerede fysikundervisning, der var indført ved sidste reform, virkede abstrakt for mange elever. De oplevede, at det var et isoleret fag, som ikke rigtigt havde noget at gøre med den verden, der omgav dem. Undervisningen blev nu organiseret, så det nye pensum lagde vægt på, at man skulle beskæftige sig med moderne teknologi, og et nyt hovedemne dukkede op: »Fysikkens verdensbillede«. Undervisningen skulle fra nu af ikke blot beskrives gennem noget »kernestof« på traditionel vis, men også gennem et antal »dimensioner«, som beskriver de sider af omverdenen, samfundet, kulturen – »virkeligheden« – som fysikundervisningen skal give eleverne indsigt i. I bekendtgørelsesteksten for faget fik vi i alt fem dimensioner: *Den nære omverden, Fysikkens verdensbillede, Fysikken i historisk og filosofisk betydning, Teknik samt Teknologi og samfund*. Det blev præciseret, at der skulle tilrettelægges undervisningsforløb, som specielt tilgodeså disse dimensioner.<sup>24</sup>

Også den eksperimentelle side af faget blev ændret radikalt. Eleverne skulle nu lave projekter, hvor de i højere grad end tidligere selv kunne være med til at planlægge og udføre eksperimentelle forløb.<sup>25</sup>

På den sproglige linje fik vi et helt nyt fag, naturfag, som omfattede matematik, fysik, kemi og astronomi. I årene op til reformen, havde der været udført en række forsøg, og det var nok ikke blot min opfattelse, at der med reformen ville opstå et science-fag. Men jeg havde nok mere forestillet mig, at det ville blive et »blødere« fag, som centrerede sig omkring biologi, kemi og geografi. Naturfag blev et obligatorisk fag for de sproglige med tre timer i 1.g og fire timer i 2.g. Eleverne skulle ud over at læse også udføre eksperimenter og skrive rapport herom, ligesom de skulle aflevere skriftlige opgaver.

Matematik forsvandt nu som et selvstændigt obligatorisk fag; men sproglige, der gerne ville have lidt mere matematik end det, der var indeholdt i naturfag, kunne vælge et etårigt mellemniveauekskursus eller et toårigt højniveauekskursus. Det sidste svarede til matematikernes obligatoriske matematikkursus.

Naturfag var en smart kombination af fag. Ideen var – ud over at eleverne på sproglig linje skulle lære noget naturvidenskab, nu det moderne samfund bygger på teknik og naturvidenskab – at integrere fagene. Det var noget, der var savnet på matematisk linje.<sup>26</sup> Når eleverne havde lært lidt matematik, kunne man tage et emne fra

kemien eller fysikken frem og benytte den anvendte matematik her. Eksempler var der nok af: Når proportionalitet og den rette linjes ligning var gennemgået, kunne eleverne bestemme en væskes – f.eks. sprits – densitet ved at afmåle forskellige volumener af væsken i en målecylinder og måle sammenhørende værdier af voluminet og massen af væske og målecylinder. Densiteten kunne så findes ved at beregne hældningskoefficienten i et diagram, hvor massen var afbildet mod voluminet. Når eleverne havde arbejdet med potenser og logaritmer, kunne man regne frem og tilbage mellem oxoniumionkoncentrationer og pH. Og det var naturligt at benytte eksponentialfunktionen, når emnet radioaktivitet skulle behandles.

Et problem var lærerkompetencerne. I slutningen af 1980 var der ikke så mange lærere tilbage med undervisningskompetence i både matematik, fysik og kemi. De fleste lærere i de »hårde« fag havde ét eller to af fagene. Det blev så bestemt, at havde man to af fagene, skulle man på efteruddannelse i det tredje. Især kolleger med matematik og fysik fik et stort kursus i kemi, idet de på universitetet ofte »kun« havde fulgt det lille Kemi-A-kursus, som slet ikke havde nogen eksperimentel dimension. Denne artikels forfatter, som har kemi og fysik som fag, var selv på kursus i matematik – et 20 timers fagligt kursus, hvor emner, som kursusedtagerne ønskede, blev gennemgået. Det var for mit vedkommende lidt statistik og sandsynlighedsregning. Efter en pædagogisk overbygning bestod man så. Og jeg husker, at vi blev fejret på Danland i Fåborg med hurraråb, flot eksamensbevis med farvetryk og rødvin – helt forskelligt fra det fravær af festivitas, vi havde oplevet ved kandidateksamen.

Et anden problem med faggrænserne opstod i forbindelse med bekendtgørelsesteksten for kemi på højt niveau på matematisk linje. Ud over at undervisningen her skulle omfatte organisk kemi og dermed en gennemgang af carbohydraters, lipiders og proteiners kemi, skulle den nu også omfatte enzymer og »Energiomsætninger med brug af de termodynamiske tilstandsfunktioner« – altså biokemi. Dette fag ligger på grænsen mellem kemi og biologi. Mange biologilærere var fortørnede over, at kemilæreren nu skulle til at undervise i en disciplin, som de historisk havde patent på; faget biologi havde nemlig oprindeligt heddet *biologi med biokemi*. Mange kemilærere havde da heller ikke den store erfaring med biokemi og biologi, hvilket skyldes, at de cand.scient.er, der var uddannet i slutningen af 1960'erne og de følgende mange år, normalt havde fagkombinationen kemi og fysik. Det var – som tidligere nævnt – først senere, at det blev almindeligt at kombinere kemien med biologi. I gymnasiebekendtgørelsen omgik man problemet med at kalde den biokemi, kemilærerne skulle undervise i, for *bioorganisk kemi*.<sup>27</sup>

Et spørgsmål, der trængte sig på efter reformen, var, om ikke et *sprogfag* analogt med naturfag var blevet drøftet. Et sprogfag kunne være sammensat af en diskussion af, hvad et sprog er, et sprogs elementer, grammatik, forskellige sprogstammer osv. Det havde faktisk været drøftet,<sup>28</sup> men var altså ikke blevet til noget i denne omgang. Latin blev bibeholdt, men blev nu et begyndersprog i det sproglige gymnasium og obligatorisk i ét år.

Eleverne på gymnasiets sproglige linje kunne i 3.g tage et mellemniveauekursus i såvel kemi som fysik. Det ikke var helt ualmindeligt, at der var enkelte, der tog ke-

mikurset. På min egen skole har der således været flere hold, hvor sproglige 3.g'ere har samlæst med kursister fra 2. hf. Dette har fungeret udmærket, selvom jeg i undervisningen ofte har savnet nogle af eleverne, idet de sproglige og hf'erne har forskellige rejseuger, uger, hvor de skriver stor skriftlig opgave, forskellige terminsprøveuger osv., og jeg derfor jævnligt har måttet undervise halve hold. Der blev efter reformen endog udgivet en lille bog, hvor især lærere, der skulle undervise sproglige på mellemniveau, kunne hente lidt inspiration.<sup>29</sup> Et problem med at kombinere de sproglige med hf'erne var, at der var to ikke helt identiske bekendtgørelser. På tilvalgskurset for hf'erne skulle der i løbet af et år afleveres ni rapporter over eksperimentelt arbejde og ni opgavesæt, mens de sproglige kun skulle aflevere syv rapporter, og der ikke var krav om aflevering af opgavesæt. Læreren, der underviste efter hf-bekendtgørelsen, fik apparatopstillingstimer. Dem var der ikke nogen af i gymnasiet på mellemniveauet. Knap så populært blev fysikkurset på mellemniveau for de sproglige. Efter at der ikke var blevet oprettet et sådant kursus i hele landet flere år efter reformen, udlovede Fysiklærerforeningen en flaske whisky til den lærer, der først kom til at undervise på et sådant kursus.

I årene efter reformen var der fra mange sider en kritik af, at sproglige studenter kunne forlade gymnasiet uden at få kompetence i matematik. Der blev udført en række forsøg, og fra og med de elever, der startede i det sproglige gymnasium i 1.g i august 2002, blev naturfag ændret, så eleverne nu fik fire timer om ugen<sup>30</sup> i de to år, samtidig med at de så skulle til skriftlig eksamen i faget og kunne komme til mundtlig eksamen heri. Den skriftlige eksamen ville primært dreje sig om matematik, men der kunne også komme opgaver af kemisk og fysisk art. De sproglige elever fik på denne måde matematik på C-niveau. Da de i forhold til tidligere fik en ekstra skriftlig eksamen, ville de få et mundtligt fag mindre til studentereksamen. Dvs. at de fleste sproglige – med to højniveaufag – nu i løbet af de tre gymnasieår skulle op i fem mundtlige studentereksamensfag.

Kompetenceproblemet for lærerne blussede lidt op igen i forbindelse med den ekstra time i 1.g fra august 2002. Hvis en lærer med fagene kemi og fysik skulle undervise i naturfag, hvor eleverne fik kompetence i matematik på C-niveau, kunne man så forestille sig, at naturfagskollegaen med matematik og fysik som fag skulle undervise en 1.g matematikerklasse i kemi, hvor eleverne opnår faget på C-niveau? Foreløbig er det sidste ikke sket, og jeg har da også bevaret min kompetence til at undervise i naturfag.

### **Hf-reformen i 1991**

Med ændringen i hf bevarede naturvidenskabernes sin beskedne plads. Kemi og fysik forblev tilvalgsfag med begge fire timer pr. uge i 2. hf, og begge fag blev afsluttet med en mundtlig prøve. For at kunne melde sig til disse tilvalgskurser, skulle man i 1. hf have valgt (!) et fællesfagskursus i fysik-kemi. Før de studerende startede, skulle de vælge to af de tre fag biologi, geografi og altså fysik-kemi. Også det sidste kursus havde fire timer pr. uge afsluttende med en mundtlig prøve.

Også her var der et lærerproblem. Personer med fagene fysik og kemi kunne umiddelbart undervise i det nye fag; det samme gjaldt de personer, som havde taget

*I de senere årtier har moderne analyseapparatur fundet sin naturlige plads i skolen. To kursister fra Slagelse Gymnasium og hf-kursus er her i gang med at bestemme koncentration af en kemisk forbindelse i en opløsning ved hjælp af et spektrofotometer. Fotografi fra slutningen af 1990'erne.*

naturfagskompetence. Men på mindre hf-kurser havde man måske ikke personer med denne uddannelse, og andre måtte så med dispensation undervise heri.

Efter denne reform viste det sig, at tilstrømningen til tilvalgskurserne i kemi og fysik blev reduceret. På mange – også større – skoler kunne man slet ikke få dem oprettet hvert år herefter.

Det var i denne periode, at astronomi blev et fag, som kursisterne på hf og eleverne i gymnasiet såvel på matematisk som sproglig linje kunne tage på mellemniveau i 2. eller 3.g.

### **Krise?**

Omkring 1990 skete der en markant tilbagegang i antallet af studenter, som søgte en højere uddannelse inden for naturvidenskab og teknik. F.eks. var antallet af ingeniørstuderende i 1995 kun omkring det halve af, hvad det var fem år tidligere. Også på universiteterne oplevede man en tilbagegang i antallet af studerende, der ville i gang med de »hårde fag« matematik, fysik og kemi.<sup>31</sup>

Også gymnasieeleverne svigtede matematik og især fysik og kemi på højt niveau efter reformen. I 1991 var der 2.041 studenter, der havde kemi på højt niveau. Det er herefter stort set faldet. I 2002 var der således kun 1.344. I fysik var de tilsvarende

tal 2.997 i 1991 og 1.430 i 2001. Det er så steget til 1.610 i 2002. Knap så drastisk var reduktionen af de elever, der tog matematik på højt niveau. I 1991 var det 9.593 matematiske elever, mens det i 2001 var 7.114.<sup>32</sup> Disse reduktioner kan ikke kun skyldes, at der gik færre elever i det matematiske gymnasium. Antallet af elever her faldt fra 1991 til 1997 kun godt 10%.<sup>33</sup>

Man kan næppe se bort fra, at en del elever, som kunne have valgt at læse kemi, fysik og matematik på højt niveau i gymnasiet, i stedet har læst de tilsvarende niveauer på det tekniske gymnasium.

At tidspunktet for gymnasieelevernes og studenternes manglende interesse for teknik og naturvidenskab stort set falder sammen med sidste gymnasireform, kan næppe udelukkende skyldes en årsagssammenhæng, idet tendensen stort set har været den samme i det meste af den vestlige verden.

Hvorfor har der siden omkring 1990 mon været denne manglende interesse for teknik og naturvidenskab? Mange har givet et bud på fænomenet. Jørgen Hornemann havde i 1996 et indlæg i Weekendavisen, i hvilket han påpegede, at samfundet har en mærkværdig tendens til humanistisk dominans. Man går ud fra, at teknikere og naturvidenskabsmænd naturligvis skal kende til teater, musik, litteratur m.m. fra »det humanistiske overdrev«, mens de fleste humanister gladelig går rundt »og nærmest skiltes med deres uvidenhed om den anden side af tilværelsen«.

Skulle det virkelig være en dyd ikke at have kendskab til naturvidenskab? Få uger efter dette indlæg havde Henry Nørsgaard en lille artikel i Politiken om opdagelsen af et nyt grundstof – nr. 112. I artiklen skrives om »milliardvis af milliarder af zinkatomer« og grundstoffets »levetid«. Herudover kunne vi læse, at med en atommasse på 277 måtte grundstof nr. 112 tillige besidde »165 neutrale neutroner i atomkernen«. Hvorfor anvendte han ikke *eksponentiel notation* og størrelsen *halveringstid*? Og var det virkelig nødvendigt at give bladets læsere et kursus i helt elementær atomteori?

En anden mulig forklaring på problemet er ifølge cand.scient. Dan Frandsen, at »naturvidenskabsfolk og ingeniører har et gigantisk imageproblem«. Hans mening er, at de fleste unge opfatter disse personer som »usmarte, usexede, overbebyrdede og underbetalte«. Heltene i film er »altid læger, advokater, fotomodeller eller jagerpiloter«, mens videnskabsfolk skildres som forvirrede gamle uldhoveder, ...« Han tilføjer en lille historie om en kvinde, der havde indrykket en kontaktannonce i et blad. Hendes afsluttende bemærkning var, at »Alle må svare bare ikke ingeniører«.

Denne opfattelse af naturvidenskabsfolk er måske ikke helt ved siden af? Når jeg i min undervisning viser videoklip med »naturvidenskabsfolk«, som efter min opfattelse både er pædagogisk og fagligt fremragende, er det ikke altid, at mine elever heraf får det udbytte, jeg havde håbet. Selvom de behandlede emner for det meste tilsyneladende interesserer eleverne, skal der ikke meget til, før de hænger sig mere i foredragsholderens *form* end i *indholdet*.

Tidligere rektor for universitetet i Odense og nuværende lektor i kemi, dr.phil. Carl Th. Pedersen nævner, at når det er gået så galt, så skyldes det blandt andet, at naturvidenskaberne identificeres med en række uheldige anvendelser, der har ført til miljøproblemer. »Debatten om brug af atomkraft som energikilde har også været

med til at skabe en fjendtlig holdning. Naturvidenskaben er endvidere blevet mere kompliceret og dermed vanskeligere at forstå». <sup>34</sup>

Man kan vel næppe andet end mene, at den vigende tilgang til de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser omkring 1990 delvis skyldes, at vi i slutningen af 1980'erne fik *grengymnasiet* afløst af *valggymnasiet*. De elever, der begyndte i 1.g i august 1988 og herefter, fik nogle muligheder for fag, deres kammerater i årene før ikke havde. Nu blev det muligt at fravælge matematik og fysik det sidste år og kemi de to sidste år på matematisk linje. Den nye struktur bevirkede, at mange matematikere ud over matematik valgte *engelsk* som højniveaufag.

Min egen opfattelse er desuden, at den vigende tilgang til højniveaurokurserne i kemi og fysik også kan skyldes elevernes mistro over for at kunne honorere de krav, som der stilles i disse fag. Mange elever har i dag ikke den helt store ballast med sig i matematik og regning, når de møder op i gymnasiet. Når de nogle gange har lidt nederlag ved udførelsen af beregninger i disse fag, kan man ikke fortænke dem i deres opfattelse af, at det måske nok er andre fag, de skal satse på.

På et uddannelsespolitisk seminar, som Gymnasieskolernes Lærerforening afholdt i midten af 1990'erne, udtrykte direktør for Danmarks Tekniske Universitet Anne Grete Holmsgaard ifølge en artikel i *Gymnasieskolen* sin stærke kritik af, at gymnasiestrukturen efter reformen gjorde, at eleverne

*»efter bedste supermarkedsprincip kan vælge til og fra blandt et utal af fag, som efter hendes skøn ikke er lige nødvendige. Dette mangfoldige udbud af fag kan ikke undgå at blive andet end en forlængelse af zapperkulturen, hvor de unge zapper rundt og snupper et fag her og der«.*

Hun gav udtryk for, at der burde luges ud i fagrækken, og at man burde vende tilbage til *grengymnasiet*.

Daværende rektor for Københavns Universitet, fysikeren Ove Nathan stillede dog spørgsmålstegn ved, om der var tale om et problem. Han kunne ikke tilslutte sig bekymringen. »Verden er international, og hvis F.L. Smidth mangler ingeniører, er det vel ikke en national katastrofe at ansætte folk fra andre lande«. Ideen med at importere arbejdskraft fra andre lande er langt fra ny. Christian II indkaldte i 1521 bønder fra Holland for at udnytte deres ekspertise inden for havebrug. Men hvorfra skal ingeniørerne m.fl. komme, hvis der er samme tendens i stort set hele den vestlige verden? Rektor for Frederiksberg Gymnasium Jannik Johansen, der selv er uddannet fysiker, kunne i slutningen af 1995 skrive i Politiken, at vi i den nærmeste fremtid i lighed med USA måtte importere arbejdskraft fra Sydøstasien for at dække behovet i bl.a. erhvervslivet for højt kvalificerede forskere. <sup>35</sup>

Jeg kan ikke lade være med at tænke på, at aftagerinstitutionerne undertiden kritiserer de kundskaber, studenterne møder op med. På medicinstudiet på Københavns Universitet har man testet de nye medicinstuderendes kundskaber i elementær matematik og kemi. Det viste sig, at mange havde meget store problemer med at løse helt simple problemer i disse fag. Studerende med kemi på højt niveau deltog ikke i denne testning. Kravet til kemi på medicinstudiet er gymnasialt C-niveau, som eleverne

har i l.g. Det kan ikke komme som nogen overraskelse for mig, at meget kan være glemt af dette i øvrigt ikke specielt omfattende kursus på de godt to år eller mere, der går, fra eleverne har afsluttet kurset, til de starter på studiet.<sup>36</sup>

Vi har stadig elever, der vælger fysik og kemi på A-niveau i gymnasiet. Det er ikke dem alle, der efter studentereksamen påbegynder en højere videregående uddannelse inden for teknik eller naturvidenskab. På mit sidste hold med elever, der tog kemi på A-niveau, og som blev studenter i 2002, var der som sædvanlig flere, der ville læse til ingeniør, farmaceut og tandlæge. Men et par valgte jura- og psykologistudiet, selvom de efter min mening sagtens ville kunne klare en af de »hårde« uddannelser.

## Afslutning

I skrivende stund – foråret 2003 – har vi udsigt til en større reform i gymnasiet. Den deling i linjer, der blev indført i 1871, ser ud til at blive ophævet, så alle gymnasieelever fra 2005 starter med et grundforløb af et halvt års varighed efterfulgt af et studieretningsforløb på 2½ år, som den enkelte elev vælger indenfor nærmere fastsatte rammer. Hvordan naturvidenskaberne vil stå efter denne reform, er uvist. Undervisningsministeren har udtalt, at naturvidenskaberne skal styrkes. Det bliver spændende at se, om det sker. Det vil vi tidligst opdage, når de første studenter efter denne reform i 2008 forlader gymnasiet med den hvide hue.

## Noter

1. Jeg har interesseret mig for, hvornår naturvidenskabelige opdagelser har fundet vej til den gymnasiale lærebogslitteratur. I en lille artikel har jeg specielt set på, hvornår pH-begrebet, som blev indført i 1909, kom ind i gymnasielærebøgerne i kemi. Se B. Riis Larsen: »pH i den højere undervisning«.
2. Jeg har tidligere behandlet fysik- og kemiundervisningens historie i den højere skole op til 1850. Se B. Riis Larsen: *Naturvidenskab og dannelse. Studier i fysik- og kemiundervisningens historie i den højere skole indtil midten af 1800-tallet*.
3. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 30ff. Når Harry Haue i *Almendannelse som ledetjerne. En undersøgelse af almindannelsens funktion i dansk gymnasieundervisning 1775-2000*, s. 143 og 165 skriver, at kemi kom ind i den lærde skole i 1845 og 1850, er jeg ikke enig. Jf. *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 28.
4. Sml. V. Skovgaard-Petersen: *Dannelse og demokrati. Fra latin- til alment skole*, s. 358.
5. K. Beyer: »Fysiske øvelser – det store fremskridt eller den store illusion?«, s. 23.
6. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 70f og B. Riis Larsen og V. Skovgaard-Petersen: »Tidligere rektor for Ballerup Gymnasium og medredaktør af Gymnasieskolen Anders Østergaard – i samtale med Børge Riis Larsen og Vagn Skovgaard-Petersen i februar 2000«, s. 12.
7. J. Guldager og K. Hoppe: *Tradition og fornyelse. Det praktiske elevarbejde i gymnasiets fysikundervisning, 1907-1988*, s. 4.
8. V. Skovgaard-Petersen: *Dannelse og demokrati. Fra latin- til alment skole*, s. 358 og B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 47.
9. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 58ff.
10. *Ibid.*, s. 68f.
11. *Ibid.*, s. 50ff.
12. *Ibid.*, s. 134f.
13. Det gælder f.eks. F.C. Matthiessen i Sorø, P.M. Rohde i Viborg, E.A.O. Wiberg i Haslev og Lindskov Christiansen i Rungsted. Jf. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 72 og B. Riis Larsen og V. Skovgaard-Petersen: »Tidligere rektor, dr.techn. Ole Bostrup – i samtale med Børge Riis Larsen og Vagn Skovgaard-Petersen i august 2002«, s. 11.
14. J. Guldager og K. Hoppe: *Tradition og fornyelse. Det praktiske elevarbejde i gymnasiets fysikundervisning, 1907-1988*, s. 4.

15. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 76. Allerede årtier inden udkom lærebøger, der fremhævede den fysiske kemi på den uorganiske og organiske stofkemis bekostning og forsøgte »at få så mange fænomener som muligt lagt ind under så få forudsætninger som muligt«. Jf. B. Riis Larsen og V. Skovgaard-Petersen: »Tidligere rektor for Ballerup Gymnasium og medredaktør af Gymnasieskolen Anders Østergaard – i samtale med Børge Riis Larsen og Vagn Skovgaard-Petersen i februar 2000«, s. 16.
16. Sml. f.eks. B. Riis Larsen: *Kemisk Praktikum* og B. Riis Larsen og B. Lyders Pedersen: *Tændernes og mundhulens kemi. Eksperimenter*.
17. Fra slutningen af århundredet kom undervisningen for elever med kemi på højt niveau til at omfatte et selvstændigt forløb i miljøkemi. Jf. *Bekendtgørelse nr. 411 af 31. maj 1999*.
18. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 82ff.
19. M. Christiansen m.fl. (red.): *HF 25 år 1967-1992*, s. 16.
20. Sml. f.eks. årsskrifterne fra Slagelse Gymnasium og HF-kursus, 1973, s. 12 og 1974, s. 18.
21. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 84ff.
22. Sml. C.J. Bryld m.fl. (red.): *GL 100. Skole. Stand. Forening. Gymnasieskolernes Lærerforening 1890-1990*, s. 293.
23. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 96ff.
24. C.P. Knudsen: »Ti år, der ændrede fysikundervisningen«, s. 55.
25. J. Guldager og K. Hoppe: *Tradition og fornyelse. Det praktiske elevarbejde i gymnasiets fysikundervisning, 1907-1988*, s. 4f.
26. Et forsøg herpå blev dog gjort i begyndelsen af 1960'erne. Jf. B. Riis Larsen og V. Skovgaard-Petersen: »Tidligere rektor, dr.techn. Ole Bostrup – i samtale med Børge Riis Larsen og Vagn Skovgaard-Petersen i august 2002«, s. 17f.
27. Jf. *Bekendtgørelse nr. 294 af 7. maj 1991*, § 20.
28. B. Riis Larsen og V. Skovgaard-Petersen: »Tidligere direktør i undervisningsministeriets gymnasieafdeling Uffe Gravers Pedersen – i samtale med Børge Riis Larsen og Vagn Skovgaard-Petersen i juli 1998«, s. 15.
29. B. Riis Larsen (red.): *Tanker fra en tank. Kemi på mellemniveau på sproglig linje*.
30. I 1990'erne blev der på mange skoler gjort op med den gamle ordning med de enkelte lektioner eller »timer« a 45 minutters varighed. Der blev indført moduler, som tidsmæssigt f.eks. svarede til to »gamle lektioner«. Nogle steder indførte man blokdage, hvor eleverne en hel dag kun havde ét fag. Eleverne fik med modulsystemet ikke så mange fag på en dag, men til gengæld skulle de forberede sig mere til det enkelte fag. I stedet for at gøre timerne op med et antal timer pr. uge begyndte man derfor fra Undervisningsministeriets side at tale om, hvor mange klokketimer a 60 minutter et fag skulle omfatte pr. år. Jf. B. Riis Larsen: »Ny gymnasiebekendtgørelse«.
31. Dagbladet Politiken havde den 26. januar 2003 en oversigt over førsteprioritetsansøgerne til en række uddannelser i Danmark i perioden 1992 til 2002. Til ingeniøruddannelserne var der i 1992 3.545 ansøgere. Det faldt til 2.273 i 1995 for derefter at stige. I 2002 var antallet 3.173. Førsteprioritetsansøgerne til de naturvidenskabelige uddannelser på universiteterne toppede i perioden i 1993 med 3.492. Det laveste antal var 2.247 i 2001, og det steg året efter til 2.298.
32. Disse tal har jeg fået af fagkonsulent i kemi Jette Nellemann.
33. Tallene har jeg fra de statistiske årbøger i perioden. De dækker både studenter fra gymnasieskoler og studenterkurser. Personer med en international studentereksamen fra et dansk gymnasium er ikke medregnet.
34. C. Th. Pedersen: »Hvor er naturvidenskaben i den almene dannelse?«, s. 4.
35. B. Riis Larsen: »Naturvidenskaberne i krise?«, s. 8f.
36. B. Riis Larsen: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*, s. 127f.

## Litteratur

- Beyer, K.: »Fysiske øvelser – det store fremskridt eller den store illusion?« I: C.J. Bryld m.fl. (red.): *GL 100. Skole. Stand. Forening. Gymnasieskolernes Lærerforening 1890-1990*. 1990
- Christensen, B. m.fl.: *Biologisk forskning – fra molekyle til menneske*. 1968.
- Christensen, C. m.fl.: (red.): *Fysiklærerforeningen 1921-1996*. 1996.
- Christiansen, M. m.fl. (red.): *HF 25 år 1967-1992*. 1992.
- Guldager, J. og K. Hoppe: *Tradition og fornyelse. Det praktiske elevarbejde i gymnasiets fysikundervisning, 1907-1988*. Tekst nr. 272 fra IMFUFA, Roskilde Universitetscenter. 1994.
- Haue, H.: *Almendannelse som ledestjerne. En undersøgelse af almindannelsens funktion i dansk gymnasieundervisning 1775-2000*. 2003.

- Knudsen, C.P.: »Ti år, der ændrede fysikundervisningen«. I: C. Christensen m.fl. (red.): *Fysiklærerforeningen 1921-1996*. 1996.
- Larsen, B. Riis: *Kemisk Praktikum*. 1988.
- Larsen, B. Riis (red.): *Tanker fra en tank. Kemi på mellemniveau på sproglig linje*. 1990.
- Larsen, B. Riis: *Naturvidenskab og dannelse. Studier i fysik- og kemiundervisningens historie i den høje-re skole indtil midten af 1800-tallet*. 1991.
- Larsen, B. Riis: »Naturvidenskaberne i krise?« I: *Dansk Kemi* 77, september 1996.
- Larsen, B. Riis og B. Lyders Pedersen: *Tændernes og mundhulens kemi. Eksperimenter*. 1997.
- Larsen, B. Riis: *Otte kapitler af kemiundervisningens historie*. 1998.
- Larsen, B. Riis: »Ny gymnasiebekendtgørelse«. I: *Dansk Kemi* 80, november 1999.
- Larsen, B. Riis og V. Skovgaard-Petersen: »Tidligere direktør i undervisningsministeriets gymnasieafdeling Uffe Gravers Pedersen – i samtale med Børge Riis Larsen og Vagn Skovgaard-Petersen i juli 1998«. I: B. Riis Larsen og V. Skovgaard-Petersen (red.): *Uddannelseshistorie 1998*. 1999.
- Larsen, B. Riis: »pH i den højere undervisning«. I: B. Riis Larsen (red.): *pH – en dansk idé*. 2000.
- Larsen, B. Riis og V. Skovgaard-Petersen: »Tidligere rektor for Ballerup Gymnasium og medredaktør af Gymnasieskolen Anders Østergaard – i samtale med Børge Riis Larsen og Vagn Skovgaard-Petersen i februar 2000«. I: B. Riis Larsen og V. Skovgaard-Petersen (red.): *Uddannelseshistorie 2000*. 2001.
- Larsen, B. Riis og V. Skovgaard-Petersen: »Tidligere rektor, dr.techn. Ole Bostrup – i samtale med Børge Riis Larsen og Vagn Skovgaard-Petersen i august 2002«. I: B. Riis Larsen og V. Skovgaard-Petersen (red.): *Uddannelseshistorie 2002*. 2002.
- Pedersen, C. Th.: »Hvor er naturvidenskaben i den almene dannelse?« I: *Dansk Kemi* 84, juni 2003.
- Skovgaard-Petersen, V.: *Dannelse og demokrati. Fra latin- til almenskole*. 1976.
- Årsskrifter fra Slagelse Gymnasium og HF-kursus, 1973 og 1974.

*Børge Riis Larsen (f. 1945). Cand.-scient. & art. i kemi, fysik og pædagogik samt ph.d. i pædagogikhistorie. Har siden 1973 undervist på Slagelse Gymnasium og HF-kursus og er censor i fysik ved universiteterne. Forfatterskabet omfatter artikler og bøger om naturvidenskabernes undervisningshistorie og pædagogik, anmeldelser i tidsskriftet »Gymnasieskolen« samt lærebøger til gymnasiet og hf – senest »Spektroskopi – analyse med lys« (2003). Fra 1998 redaktør af »Uddannelseshistorie«.*