

Fysik/kemi

1989/2

37.13 Undervisningsvejledning for Folkeskolen
Undervisningsministeriet

Fysik/kemi

1989/2

Undervisningsvejledning for Folkeskolen
Undervisningsministeriet

Skrift: English Times

Sats/montage: Repro-Sats Nord, Skagen

Tryk: Steen Lasse Møller Grafisk Produktion, Glostrup

Printed in Denmark 1989

ISBN 87-503-8083-4

ISSN 0903-2363

Fås i boghandelen. Forhandles gennem Statens

Informationstjeneste, Bredgade 20,

1260 København K., 33 92 92 28.

Forord

Idet der henvises til Lov om folkeskolen § 4, stk. 5, udsendes hermed vejledende forslag til læseplan samt undervisningsvejledning for faget fysik/kemi. Hæftet er udarbejdet af et udvalg, der i november 1985 blev nedsat af undervisningsministeren.

Udvalget havde følgende sammensætning:

Professor Poul Thomsen (formand)

Overlærer Kis Bonde

Overlærer Helene Sørensen

Højskolelærer H. C. Hansen, der i april 1988 afløstes af skoleinspektør Flemming Gylling

Sven-Aage Skyggebjerg (Danmarks Lærerforening)

Heino Bentzen (Skole og Samfund)

Sekretær for udvalget: Fagkonsulent Ole Goldbech.

I Perioden fra maj 1986 til arbejdets afslutning i maj 1988 deltog lektor Peter Norrild og lektor Carl Jørgen Veje i læseplansudvalgets møder.

Den vejledende læseplan og undervisningsvejledningen bygger på et forslag udarbejdet af en arbejdsgruppe, som virkede for læseplansudvalget fra marts 1987 til april 1988. Denne arbejdsgruppe bestod af:

Carl Jørgen Veje (formand)

Erland Andersen

Herløv Carstensen

Ole Goldbech

Hans Lütken

Peter Norrild

Helene Sørensen

Den hermed udsendte vejledning træder i stedet for »Fysik/kemi 1976«, der blev udsendt den 15. juni 1976.

Undervisningsministeriet
Direktoratet for Folkeskolen,
2. oktober 1989

Holger Knudsen

/Birte Kjær Jensen

Indledning

En undervisningsvejledning er ikke af forskriftsmæssig karakter. Den begrænser således på ingen måde den metodefrihed, hvorefter den enkelte lærer har ret til selv at vælge de pædagogiske veje til et givet undervisningsmål, til selv at udvælge undervisningsstoffet inden for rammerne af den lokalt godkendte læseplan og til selv at tolke de bestemmelser, der er gældende for undervisningen.

Undervisningsvejledningen er således et tilbud til læreren, der selv træffer beslutning om, hvorvidt – og i givet fald i hvilket omfang – han eller hun vil drage nytte af den. Herved adskiller undervisningsvejledningen sig fra det vejledende forslag til læseplan, der henvender sig til de lokale skolemyndigheder, idet den angiver, hvorledes en skoles læseplan kan, men ikke nødvendigvis skal udformes. Det vejledende forslag til læseplan er således alene bindende for læreren i det omfang, den – helt eller delvis – indgår i den læseplan, som er gældende for skolen og som fremgår af bilaget til kommunens styrelsesvedtægt.

Bindende for læreren er tillige den formålsbestemmelse, der vedrører faget, og som udsendes af undervisningsministeren efter bemyndigelse i folkeskolens § 4, stk. 5.

Endelig er det klart, at den overordnede formålsbestemmelse for folkeskolens opgave er bindende for læreren, og at formålsbestemmelsen for det enkelte fag derfor må ses i lyset heraf.

Indholdsfortegnelse

	Side
Forord	3
Indledning	4
1 Formålsbestemmelser	8
1.1 Formål.....	8
1.2 Fysik/kemi i forhold til folkeskolens samlede opgave.....	9
1.3 Fysik/kemi som hverdagsaktiviteter, som videnskabsfag og som fag i skolen	10
1.3.1 Hverdagsaktiviteter.....	10
1.3.2 Videnskabsfagene	11
1.3.3 Skolefaget.....	12
2 Fysik/kemi som skolefag	13
2.1 Almendannende og forberedende til senere uddannelsesforløb ...	13
2.2 Fagets placering i skoleforløbet	14
2.2.1 De yngre klasser.....	14
2.2.2 7.-9. klasse.....	15
2.2.3 10. klasse.....	15
2.3 Alment om de ældre klasser.....	15
2.3.1 Lærer i et to-timers-fag.....	15
2.3.2 Fagsamarbejde.....	16
2.3.3 Kursusdeling.....	16
2.3.4 Afgangsprøverne.....	16
2.3.5 Miljøundervisning.....	17
2.4 Pædagogiske udviklingsarbejder.....	18
2.4.1 De yngre klassetrin	18
2.4.2 De ældre klassetrin.....	19

	Side
3	Piger og fysik/kemi 20
3.1	Problemer..... 20
3.1.1	Drenges og pigers forskellige forhåndsforventninger og -erfaringer..... 20
3.1.2	Fravalg op gennem systemet..... 20
3.1.3	Konsekvenser for samfundet..... 21
3.2	Nogle forskelle i pigers og drenges adfærdsmønstre i skolen..... 22
3.3	Hvad kan der gøres? 23
3.3.1	Indledning..... 23
3.3.2	Fysik/kemi-aktiviteter på tidligere klassetrin..... 23
3.3.3	Valg af arbejdsformer i de yngre klasser 24
3.3.4	Valg af emner i de ældre klasser 24
3.3.5	Valg af arbejdsformer i de ældre klasser 24
4	Fysik/kemi-aktiviteter i børnehaveklasse – 6. klasse 26
4.1	Aktiviteters karakter 26
4.1.1	Praktisk og eksperimentel..... 26
4.1.2	Begreber og ordforråd..... 26
4.1.3	Selvtillid og selvkritik..... 27
4.1.4	Fantasi og skaberevne..... 27
4.1.5	Følelser og tanker 28
4.2	Gruppestørrelser og samarbejde..... 28
4.3	Lærerens rolle..... 29
4.4	Fysik/kemi-aktiviteter kan indgå i mange fag 31
4.5	Progressionen i undervisningen 32
4.5.1	Undgå forfejlet højt niveau hos de små..... 32
4.5.2	Målinger..... 33
4.5.3	Systematiske forsøg..... 34
4.5.4	Iagttagelse og forklare 34
4.6	Apparatur og lokaler..... 35
4.7	Temahæftet Natur og teknik..... 36
5	Undervisningen i 7.-9. klasse 37
5.1	Om stofudvælgelse og undervisningens tilrettelæggelse 37
5.1.1	Elevernes medindflydelse..... 37
5.1.2	Forhold, der er nævnt i læseplanen..... 38
5.1.3	Valg af abstraktionsniveau i undervisningen..... 39
5.2	Om organisering i kortere og længere forløb..... 41
5.3	Tematilrettet undervisning..... 42
5.4	Om praktisk arbejde..... 44

	Side
5.5	Brug af sproget. Samtaler og rapportering..... 47
5.6	Brug af bøger og apparatur..... 48
5.6.1	Brug af skriftlige materialer..... 48
5.6.2	Anvendelse af film og video..... 50
5.6.3	Brug af apparatur, laboratoriefaciliteter m.v..... 51
5.6.4	Brug af datamaskiner..... 52
5.6.5	Brug af faciliteter uden for faglokalet..... 53
6	Indholdet af aktiviteterne i de yngre klasser 55
6.1	Indledning..... 55
6.2	Indpasning af aktiviteter fra fysik, kemi og teknologi i den øvrige undervisning..... 55
6.3	Eksempler på egnede aktiviteter i indskoling..... 57
6.4	Tredje, fjerde og femte klasse..... 61
7	Undervisningens indhold i 7.-9. klasse 64
7.1	Indledning..... 64
7.2	Det historiske element..... 65
7.3	De enkelte områder 67
7.3.1	Fagets arbejdsmetoder og betragtningsmåder..... 67
7.3.2	Stoffer og fænomener omkring os..... 71
7.3.3	Det naturvidenskabelige verdensbillede..... 73
7.3.4	Liv og miljø 75
7.3.5	Teknologi..... 76
8	Undervisningen i 10. klasse 81
8.1	Kommentarer til læseplanen..... 81
8.2	Om de særlige muligheder på 10. klassetrin..... 83
8.3	Prøve eller ikke-prøve..... 84
8.4	Om temaer og kursusforløb 84
	Appendix I: Anbefalinger fra Tbilisi-konferencen..... 86
	Appendix II: Nogle tænkte tre-års forløb til 7.-9. klasse..... 88
	Bilag: Vejledende forslag til læseplan 116



**Billedet fjernet på grund
af ophavsret**

Formålsbestemmelser

1.1 Formål

Formålet med undervisningen er, at eleverne opnår fysisk og kemisk viden og indsigt, samt forståelse af naturvidenskab og teknologi som en del af vor kultur og vort verdensbillede.

Stk. 2. Undervisningen skal stimulere elevernes interesse og nysgerrighed over for naturfænomener, naturvidenskab og teknik og give dem forståelse af den verden, de selv er en del af.

Stk. 3. Undervisningen skal give eleverne kendskab til grundlæggende fysiske og kemiske begreber og lovmæssigheder, indsigt i fagets arbejdsmetoder, dets anvendelse i dagligdagen og forståelse af fysisk og kemisk tankegang.

Stk. 4. Undervisningen skal bidrage til, at eleverne opnår baggrund for at vurdere og tage stilling til naturvidenskabelige og teknologiske problemer af betydning for den enkelte og samfundet, samt medvirke til, at eleverne kan tage medansvar for brugen af naturressourcer og teknik både lokalt og globalt.

1.2 Fysik/kemi i forhold til folkeskolens samlede opgave

Undervisningen i fysik/kemi er forpligtet af formålet for faget. Dette formål må imidlertid ses i lyset af det overordnede formål for folkeskolen, således som dette er formuleret i skoleloven. Arbejdet med fysik/kemi skal være et led i skolens samlede bestræbelser på at løse sin opgave. Ved udvælgelsen af indholdet og tilrettelæggelsen af undervisningen i fysik/kemi er det derfor vigtigt, hele tiden at spørge sig selv, hvorledes faget bedst muligt supplerer og forstærker skolens øvrige arbejde. – Hvorledes medvirker man bedst til, at de mange evner, den enkelte elev rummer, kommer til udfoldelse i skolen?

Som skolefag indeholder fysik/kemi et samspil mellem praktisk-håndværksmæssige og bogligt-fortællende elementer. Dette samspil giver faget nogle særlige muligheder – og dermed forpligtelser – mht. elevernes oplevelse og selvvirksomhed, udfoldelse af fantasi og selvstændig vurdering og stillingtagen.

Faget er ligeledes forpligtet af de muligheder, det har, for gennem oplysning om naturfaglige forhold og diskussion af vor udnyttelse af teknologien at forberede eleverne til medleven og medbestemmelse i et samfund, der i så høj grad som vort bygger på udnyttelse af naturvidenskab og teknik.

I sidste ende påhviler der elever, forældre og lærer et fælles ansvar for, at forpligtelser som de omtalte opfyldes. Det er hverken ønskeligt eller muligt i detaljer at beskrive, hvilke valg, man i den enkelte undervisningssituation bør foretage for at leve op til skolens overordnede formål. Læseplanen og undervisningsvej-

ledningen giver imidlertid hjælp angående valgene om undervisningens indhold. Læseplanen er i højere grad end tidligere skrevet i en argumenterende stil, og den uddybes og suppleres af vejledningen. Heri peges på nogle af de mange valgmuligheder, der er, og der nævnes nogle ideer, der måske kan inspirere til berigelse af undervisningen.

1.3 Fysik og kemi som hverdagsaktiviteter, som videnskabsfag og som fag i skolen

1.3.1 Hverdagsaktiviteter

Fra vi som spæde begynder at undersøge vore omgivelser, skaber vi os en lang række erfaringer af fysisk og kemisk art. Vi sammenfatter dem i større helheder og lovmæssigheder: Klodser falder altid ned, når vi giver slip på dem. Ting, der gløder, er varme. Vaske-midler smager grimt. Sne bliver til vand, når den kommer ind i varmen etc.

I løbet af opvæksten danner vi os et nogenlunde sammenhængende system af erfaringer, beskrivelser og forklaringer af fysisk og kemisk art. Vi bruger dette system som hjælp til at handle fornuftigt og til at forstå hændelser omkring os: Kaffemaskiner skal afkal-kes med passende mellemrum. Vi bruger grydelapper til at tage på den varme bradepande med, men ikke til plasthåndtagene på gryden. Vi undgår åben ild, hvis der lugter af gas. Vi forstår, hvorfor ruderne dugger. Vi bruger også vort fysiske og kemiske forklarings-system, når vi reflekterer over verden og vor plads i den: Hvorfor bliver der måneformørkelse? Er der mon liv andre steder i universet? Hvordan påvirker nutidens brug af kul levevilkårene for fremtidens mennesker? Endelig bruger vi det i politiske overvejelser over vore egne og samfundets handlinger: Bør jeg holde op med at bruge ukrudtsmidler i haven af hensyn til naturen? Skal brug af spraydåser forbydes? Bør Barsebäck lukkes?

1.3.2

Videnskabsfagene

Alle mennesker indsamler og udnytter således fysisk og kemisk erfaring og indsigt. I videnskabsfagene fysik og kemi har man videreudviklet sådanne fremgangsmåder for at nå frem til særlig almen erkendelse og indsigt. Man har skabt en række undersøgelsesmetoder, tankemåder, begreber og argumentationsformer, som står centralt i de to videnskabsfag.

Helt grundlæggende er antagelsen om, at fysiske og kemiske fænomener er forbundet med årsagssammenhænge, som kan undersøges eksperimentelt. Man går ud fra, at et eksperiment, der gentages under samme, kontrollerede forsøgsbetingelser, giver samme udfald (forsøgsresultater), uanset hvem der udfører undersøgelsen. Henvisninger til forsøgsresultater indgår derfor på afgørende måde i fysisk og kemisk argumentation. Ved de eksperimentelle undersøgelser søger man i vidt omfang at beskrive resultater ved hjælp af tal. Man skønner over, med hvilken usikkerhed disse kan angives. Man opstiller, afbilder og bearbejder måleresultater for at få oversigt over dem, for at eftervise årsagssammenhænge og for måske at opdage nye sammenhænge.

En anden vigtig side ved skabelse af fysisk og kemisk erkendelse er det rent tankemæssige: Man skaber og forfiner begreber og opstiller teorier og modeller, hvis konsekvenser kan undersøges tankemæssigt og eksperimentelt. Det er her, man finder ud af, hvilke spørgsmål til naturen, det er hensigtsmæssigt at stille. Og dette er mindst lige så vigtigt som bearbejdelsen af de svar, man får.

Som nævnt i indledningen til læseplanen har videnskabsfagene fysik og kemi en dobbelt rolle. De er brugsfag med mange anvendelser af praktisk og teknisk art. Men de er tillige visionære fag, der kan medvirke til den enkeltes tilværelsestyrdning og give både erkendelsesmæssige og følelsesmæssige oplevelser. Det er imidlertid vigtigt at erindre sig, at selv om naturvidenskabelig virksomhed kan være tæt forbundet med etiske, moralske og politiske spørgsmål, kan naturvidenskaben alene ikke give svarene på sådanne spørgsmål.

1.3.3

Skolefaget

Skolefaget fysik/kemi udspringer af videnskabsfagene fysik og kemi. Det henter endvidere bidrag fra bl.a. astronomi, meteorologi, biokemi og elektronik. Det vil imidlertid være helt forkert at betragte faget som blot en forenklet version af videnskabsfagene. Blandt andet rummer det vigtige elementer af teknologisk, samfundsmæssig og etisk art. Det indeholder i modsætning til videnskabsfagene tydelige værdiforestillinger og forestillinger om livsværdier. Og ikke mindst vigtigt har skolefaget klare opdragelsesmæssige funktioner i forbindelse med sine bidrag til opfyldelsen af skolens formål.

Faget skal således styrke selvtillid og selvkritisk sans, fantasi og kreativitet, indfølelse og ansvarlighed hos eleverne. Det skal give dem øget baggrund for at afsige og kritisere værdidomme over deres eget og andre menneskers liv og handlemåde, og det skal medvirke til, at eleverne kan tage medansvar for brugen af naturressourcer og teknik både lokalt og globalt.

Herudover skal faget udbygge og almengøre det fysiske og kemiske system af erfaringer, beskrivelser og forklaringer, som den enkelte elev har dannet sig, som det blev omtalt ovenfor. Der skal skabes et fælles sprog og en fælles begrebsverden, så kommunikationen med andre lettes. Eleverne skal erhverve sig brugbar »hverdagsviden« om fysiske og kemiske forhold, og de skal opnå en sådan baggrund, at de har let ved at videreudvikle denne viden efter behov. Eleverne skal lære, at de selv kan tænke over sammenhænge og årsager og selv gennemføre eksperimentelt og praktisk arbejde, samt at de kan have både glæde og udbytte af begge dele.

Fysik og kemi som skolefag

2.1 Almendannende og forberedende til senere uddannelsesforløb

Ifølge loven forbereder skolen eleverne til medleven og medbestemmelse i et demokratisk samfund. Men et levedygtigt demokrati forudsætter både viden, indsigt og medleven hos borgerne. I det moderne samfund optræder naturfaglige begreber og tankegange uafbrudt i den offentlige debat. Som det siges i læseplanen, er teknik en forudsætning for hele vor livsform, og vi møder tekniske frembringelser overalt. Skolen må derfor give eleverne mulighed for at få en vis grundlæggende viden om naturfaglige og tekniske emner og problemer. En sådan »naturvidenskabelig oplysthed« er altså vigtig for den enkelte under deltagelsen i de demokratiske beslutningsprocesser. At den også er nyttig i det almindelige hverdagsliv i vort gennemteknificerede samfund siger sig selv.

Folkeskolens undervisning i fysik/kemi skal således bidrage til, at der i befolkningen generelt er et rimeligt højt oplysningsniveau om naturvidenskabelige og tekniske emner. Den skal imidlertid tillige give nogle af eleverne et grundlag at bygge videre på, f.eks. på fagskole eller i gymnasium.

Der er dog næppe nogen konflikt mellem de to opgaver: Almen oplysning og forberedelse til videregående arbejde med faget. God almen oplysning er en glimrende forudsætning for den videregående undervisning. Man kan derfor koncentrere sig om at give eleverne en undervisning i fysik/kemi, der hviler i sig selv, en undervisning, hvor eleverne får hold på nogle helt grundlæggende begreber og metoder, samtidig med at den giver dem en håndterlig viden, som de fø-

ler nyttig, og som giver dem følelsen af at forstå og kunne. Giver dem følelsen af succes med faget, således at de får mod på at gå videre med det.

2.2 Fagets placering i skoleforløbet

2.2.1 De yngre klasser

I de yngre klasser indgår fysik/kemi ikke som et selvstændigt fag. Der har imidlertid i en række år været voksende tendens til at inddrage fysiske og kemiske aktiviteter i undervisningen allerede fra de yngste trin, ofte i forbindelse med bestræbelser på at skabe en mere helhedspræget undervisning. Også argumenter fra ligestillingsdebatten har været tydeligt fremme. Udviklingen var startet, før den tidligere undervisningsvejledning for fysik/kemi kom i 1976. Vejledningen indeholdt derfor et afsnit om fagets placering på 1.-6. klassetrin. Også en række kommunale læseplaner fra den tid nævner arbejde med fysik og kemi i 1.-6. klasse som en mulighed.

Siden er udviklingen fortsat, og der har været både lokale og centrale initiativer. På nogle skoler er fysik- og kemi-aktiviteter, som f.eks. forsøg med vand og is, magneter, batterier og termometre, på helt uformel vis gledet ind i undervisningen som et naturligt led i en bred, helhedsorienteret undervisning. Det gælder ikke mindst børnehaveklassen, 1. og 2. klasse, altså indskoling.

På andre skoler har der været tale om mere systematiske forsøg, og for 3.-5. klasses vedkommende har der med støtte fra Folkeskolens Forsøgsråd nogle steder været afholdt egentlig forsøgsundervisning. Dette omtales i afsnit 2.4.1.

I foråret 1988 udsendte Direktoratet for Folkeskolen et temahæfte »Natur og teknik« for at støtte og inspirere en bred, naturfaglig, undersøgende og praktisk betonet undervisning i de yngre klasser.

Med den nyeste udvikling kommer Danmark i højere grad på linie med Sverige, Norge og en række andre vestlige lande, hvor emner og aktiviteter fra fysik, ke-

mi og teknik indgår i læseplanerne fra skolens yngste klassetrin.

2.2.2 7.-9. klasse

Efter loven er fysik/kemi obligatorisk på 7.-9. klassetrin. I normaltidsplanen optræder det på de tre nævnte klassetrin med to ugentlige timer. Hvis undervisningen placeres i en ugentlig blok på to timer, er der mulighed for eksperimentelt arbejde, der varer ud over 45 minutter. Lægges timerne med et par dages mellemrum på ugeskemaet, møder eleverne faget oftere. Begge muligheder har fordele og ulemper. På nogle skoler gives undervisningen i det enkelte skoleår som semesterlæsning, altså fire ugentlige timer i et halvt år. Under frikommuneordninger og som led i pædagogisk udviklingsarbejde har man enkelte steder prøvet at flytte en af fagets to timer fra 7. til 6. klasse. Faget indgår så i større helheder med f.eks. biologi og geografi i 6. og 7. klasse.

Lærerskift og klasseopsplitninger i forbindelse med 7-klassede skoler og kursusdeling kan give problemer med helheden i undervisningen i 7.-9. klasse. Sådanne problemer kan man i den enkelte kommune modvirke gennem udformning af en lokal læseplan og gennem aftaler mellem de implicerede lærere.

2.2.3 10. klasse

I 10. klasse afgør elever, lærere og forældre i fællesskab på den enkelte skole, hvordan fysik og kemi skal indgå i undervisningen, i hvilke fagsamarbejds kombinationer det skal foregå, og hvilket omfang undervisningen skal have. Dette er en udfordring for faget og giver det en chance for at vise sine mange muligheder for at indgå i spændende og aktuelle temaer og fagsamarbejder.

2.3 Alment om de ældre klasser

2.3.1 Lærer i et to-timers-fag

En »faglærer« i fysik/kemi, der kun har klassen to timer om ugen, kan have svært ved at leve op til læseplanens krav og forventninger. Som eksempel kan nævnes kravet om elevernes medindflydelse. Hvis medindflydelsen skal blive reel, er det helt afgørende,

at eleverne har et fortroligt forhold til læreren, og at der er rimeligt fleksible rammer for arbejdet. Det er derfor bedst, hvis læreren også møder eleverne i andre sammenhænge f.eks. ved at have klassen i et eller flere andre fag, deltage i møder og være med på ture. Der kan også være tale om, at fysik/kemi semesterlæses eller indgår i et samarbejde med andre fag.

2.3.2 **Fagsamarbejde**

Læseplanen for fysik/kemi er formuleret, så der lægges op til fagsamarbejde. Dansk og matematik er oplagte, mulige partnere. Det samme gælder biologi og geografi på 7. klasses trin og samtidsorientering på 8. og 9. Men der findes næppe det fag eller det tværfaglige emne, hvor fysik/kemi ikke kan bidrage eller har en berøringsflade.

I 10. klasse er der som nævnt ovenfor særlig gode betingelser for fagsamarbejde.

2.3.3 **Kursusdeling**

Efter loven gives undervisningen i 9.-10. klasse på to kurser med forskelligt indhold. I de seneste år har der dog været en markant udvikling bort fra kursusdelt undervisning, således at flertallet af skoler undlader kursusdeling i fysik/kemi i 9. klasse. Lokalt udløser denne samlæsning ofte en ekstra lærertime, så der gives deletimer eller anvendes to-lærerordning. Hvis skolen tilbyder fysik/kemi i 10. klasse med henblik på afgangsprøverne, skal undervisningen tilrettelægges, så eleverne får mulighed for at indstille sig til såvel FA som FUA. Dette medfører ikke i sig selv et krav om kursusdeling.

2.3.4 **Afgangsprøverne**

Reglerne for folkeskolens afgangsprøver i fysik/kemi er formuleret i en særlig prøvebekendtgørelse. Reglerne er udformet, så prøven kan afpasses efter den lokale læseplan og den måde, eleverne er blevet undervist på. Ved prøverne bør eleverne demonstrere, at de kan omgås apparatur på rimelig måde og gennemføre mindre eksperimentelle undersøgelser. Ligeledes bør de demonstrere indsigt i faglige teorier og sammenhænge og kunne samtale fornuftigt om fysiske, kemiske og teknologiske emner.

Som en »arv« fra realskolen har man tidligere ofte arbejdet med for store faglige krav – og tilsvarende lavt karakterniveau – til prøverne. Muligvis er dette årsagen til, at væsentligt færre elever er gået til prøve i fysik/kemi end i f.eks. matematik. Der er derfor god grund til at fremhæve, at niveauet ved prøven bør være således, at gennemsnitseleven, der har fulgt undervisningen og gjort en rimelig indsats, normalt også får en pæn karakter. Den følelse af succes, som eleverne gerne skulle opleve til hverdag, må også udstrækkes til prøven.

2.3.5 Miljøundervisning

I 1977 afholdt UNESCO en konference i Tbilisi om miljøundervisning. Resultatet heraf blev bl.a. en række anbefalinger, såkaldte rekommandationer, som blev tiltrådt af de deltagende lande, heriblandt Danmark. Formål og vejledende læseplan for fysik/kemi lægger op til, at faget yder et væsentligt bidrag til, at disse anbefalinger følges op. Et uddrag af anbefalingene bringes i et appendix.

Rent faglige forhold af fysisk, kemisk og teknologisk art kan være af stor betydning for forståelsen af miljøspørgsmål. Men en egentlig miljøundervisning standser ikke her. Først når det faglige indhold knyttes til menneskets forhold til naturgrundlaget eller det omgivende miljø samt de problemer, der er forbundet hermed, kan betegnelsen miljøundervisning benyttes. Undervisningens indhold skal altså tilføres et perspektiv, som rækker ud over det rent faglige, og som foruden at handle om menneskets forhold til natur og miljø også rummer nogle værdiforestillinger og en diskussion af ønskelige forandringer. »Miljø« står her ikke kun for naturmiljø. Det er også miljøundervisning, når man f.eks. behandler emnet høreskader fra støjende produktion.

Eleverne skulle i en miljøundervisning gerne opleve, at selv om de ikke kan sætte sig ind i alle sider af et problem endsige løse det til bunds, så giver faglig indsigt og kunnen på deres niveau dem mulighed for dels at se og forstå nye facetter af problemet, dels at handle mere hensigtsmæssigt, end de ellers ville have gjort.

Undervisningen kan tilrettelægges inden for fagets egne rammer, men muligheden for at tilføre samfundsmæssige og almenmenneskelige perspektiver vil ofte kunne øges ved et samarbejde med andre skolefag. Et samarbejde med faget samtidsorientering i 8. og 9. klasse og med biologi og geografi i 7. klasse er nok de mest nærliggende muligheder.

I 10. klasse kan man sagtens forestille sig et valgfag eller en valgfagsblok »miljølære«, hvor undervisningen samtidig opfylder kravene i den vejledende læseplan for fysik/kemi. Dette forudsætter selvfølgelig et passende stort timetal.

2.4 Pædagogiske udviklingsarbejder

2.4.1 De yngre klassetrin

I de seneste år er der som nævnt i afsnit 2.2.1 foregået en række uformelle forsøg rundt i landet med inddragelse af fysik-, kemi- og teknik-aktiviteter i de yngre klasser. Herudover er der med støtte af Folkeskolens Forsøgsråd foregået en række formaliserede udviklingsarbejder, og disse har været koncentreret om 3.-5. klassetrin.

Nogle steder har man tilstræbt, at der var en faglig sammenhæng og progression i fysik-kemi-arbejdet, mens forbindelsen til den øvrige undervisning var mere spinkel. Andre steder har man lagt stor vægt på at integrere fysik-kemi-aktiviteterne i klassens almindelige arbejde. Nogle klasser har haft forøget timetal, f.eks. så man kunne gennemføre en særlig undervisning i »teknik«, eller så at man kunne udvide undervisningen i orienteringsfagene til også at omfatte fysiske, kemiske og tekniske emner. I andre tilfælde har det ikke været på tale at ændre undervisningstimetallet.

Hovedindtrykket fra de pædagogiske udviklingsarbejder har været, at elever, lærere og forældre har været glade for aktiviteterne, der i udpræget grad har været af praktisk-eksperimenterende karakter. Det har ikke været vanskeligt at finde aktiviteter, der var passende til de forskellige alderstrin. Gennemgående har der

kun været små forskelle mellem pigernes og drengenes interesse.

2.4.2

De ældre klassetrin

Hvad fysik/kemi-undervisningen i de ældre klasser angår, er der i de senere år foregået en del forsøg på helt uformelt plan.

Man har bl.a. prøvet at ændre undervisningens indhold, så det føltes mere jordnært og vedkommende for eleverne, og man har en række steder lagt større vægt på at inddrage teknologiske og miljømæssige overvejelser, end den daværende vejledende læseplan lagde op til.

Herudover har der på mere formelt plan været udført enkelte udviklingsarbejder, hvor fysik/kemi har været centralt placeret. Bl.a. har man lavet forsøg med en ændret struktur og et tættere samarbejde med andre skolefag.

Som eksempler kan nævnes ikke-fagdelt undervisning i biologi, geografi og fysik/kemi på 6. og 7. klassetrin i et tilfælde, og fagsamarbejde mellem samtidsorientering, matematik og fysik/kemi på 8. og 9. klassetrin i et andet.

Piger og fysik/kemi

3.1 Problemer

3.1.1 Drenges og pigers forskellige forhåndsforventninger og -erfaringer

De fleste elever møder først fysik/kemi i skolen, når de kommer i 7. klasse. De kommer da med forskellig erfaringsbaggrund og forskellige forventninger.

Drengene har flere erfaringer med teknik og værktøj end pigerne. De er mere vant til at skaffe sig oplysninger gennem undersøgende og eksperimenterende leg inden for disse områder. De har gennemgående også læst mere om teknisk-naturvidenskabelige emner i bøger og blade end pigerne. For pigernes vedkommende har de flere erfaringer med kemikalier og brug af husholdningsapparater end drengene, og de er også mere optaget af sociale forhold og samarbejdsrelationer. Begge disse sæt af forudsætninger bør udnyttes i fysik/kemi-undervisningen.

De forskelle i erfaringer, der er, suppleres af forskelle i forventninger hos eleverne selv, hos lærere og hos forældre. Undersøgelser har vist, at når eleverne møder fysik/kemi i 7. klasse, har drengene langt større tiltro til, at de vil klare sig godt i faget, end pigerne har.

Mange lærere og forældre – og pigerne selv! – betragter fysik/kemi som noget, der især henvender sig til drenge, og som piger ikke får meget brug for sidenhen. Det anses derfor som acceptabelt, hvis pigerne – med skjult eller direkte henvisning til deres køn – »melder sig ud« af undervisningen.

3.1.2 Fravalg op gennem systemet

Den undervisning i fysik og kemi, som eleverne hidtil rent faktisk har mødt – i folkeskolen og videre i deres uddannelse – har ikke gjort meget for at tage hensyn til forskellene i erfaringer og holdninger. Mange piger har derfor mistet interessen for at deltage aktivt i un-

dervisningen og har bortvalgt de pågældende fag, når de fik en mulighed for det, som det f.eks. er tilfældet i gymnasiet. I folkeskolen har der været *meget* langt mellem pigerne på holdene til valgfaget elektronik. Pigerne »fravalg« af fysik/kemi i folkeskolen kan man få indtryk af ved at betragte afgangsprøven efter 9. klasse. I matematik – som man i det mindste tidligere ikke betragtede som et pigefag – går næsten alle piger til prøve, og i alle de fire fag, dansk, matematik, engelsk og tysk går flere piger end drenge op. I fysik/kemi går derimod kun godt hveranden af pigerne til afgangsprøve efter 9. klasse. For drengene er hyppigheden større, selv om den dog også for dem er lavere end i dansk, matematik, engelsk og tysk.

Ved at fravælge fysik/kemi indsnævrer pigerne deres egne muligheder for deltagelse i samfundsdebatter og ved valg af erhverv. Eller besværliggør i det mindste deres vej til det, de måske gerne vil. En række uddannelser og erhverv forudsætter – formelt eller reelt – fysisk og kemisk viden. Det er bl.a. tilfældet inden for sundheds-, miljø- og levnedsmiddelsektoren. Måske lukker pigerne i skolen øjnene for fysik/kemi-siden af disse fag. Måske er deres erhvervsønsker ret vage som »noget med mennesker«. Og de gøres ikke opmærksom på, at også mange omsorgsfunktioner kræver fysik/kemi-viden i vor gennemteknificerede verden. Når uddannelsesvalget så bliver aktuelt for de pågældende, må de tage ekstra kurser i fysik og kemi eller helt opgive ønsket.

Erhverv med stort islæt af fysik og teknik vælges kun af få kvinder. Langt fra alle er opmærksomme på, at også »tekniske« erhverv som f.eks. ingeniørens i høj grad kan være »noget med mennesker«. Ikke blot har man med mange mennesker at gøre. Man er f.eks. også med til at forme livsvilkår for børn og ældre.

De piger, der bortvælger fysik, kemi og teknik, gør en stor del af deres omverden til lukket land for sig selv.

3.1.3 Konsekvenser for samfundet

Pigerne fravalg af »tekniske« uddannelser accentuerer det særlige kvindearbejdsløshedsproblem. Erhvervslivet kommer endvidere til at mangle uddannel-

ses- og arbejdssøgende nogle steder. Dette har givet anledning til en betydelig offentlig debat om pigernes forhold til fysik, kemi og teknik i skolen og videre i uddannelsessystemet.

Som konsekvens af pigernes fravalg er kvinder både underrepræsenterede og underuddannede inden for de teknisk-naturfaglige områder. Dette er uheldigt for beslutningsprocesserne i samfundet såvel som for kvinderne selv. Inden for de nævnte områder træffes nemlig mange afgørende valg angående kultur, samfundsindretning og livsforhold for os selv og vore børn. Ikke blot valg af snæver teknisk art, men også etiske, moralske og politiske valg.

3.2 Nogle forskelle i pigers og drenges adfærdsmønstre i skolen

Hvis man ønsker at fremme ligestillingsbestrebelse gennem skolens undervisning i fysik og kemi, bør man være opmærksom på nogle forskelle i adfærdsmønstre, som en række undersøgelser har peget på: Pigerne tilpasser sig bedst lærerens og skolens regler. De passer skolearbejdet bedst og bidrager i undervisningen med »de rigtige svar« efter bogen. De er på godt og ondt meget optaget af det sociale liv i klassen. De er mere afhængige af social accept og skal i højere grad have at vide, at det, de vil gøre eller har gjort, er »rigtigt«, »godt nok« osv.

Drengene er, med de fordele og ulemper det har, mindre veltilpassede, mindre »artige«, om man vil. De »bruger« mere af undervisningstiden end pigerne. Både fordi de irttesættes mere, fordi de oftere tager ordet uden at være opfordret dertil, og fordi de generelt er bedre orienterede om det, der ligger uden for undervisningen.

Måske uden overhovedet at reflektere over det, falder læreren ofte ind i en form, hvor pigerne bruges til at holde sammen på undervisningen, mens drengene bruges til at bringe den videre. Drengene får langt den meste opmærksomhed, for de er jo de »interessanteste«.

Pigerne er mere end drengene afhængige af et godt forhold til læreren. Ligestillingsbestræbelser må bl.a. gå ud på, at der skabes et trygt miljø, hvor læreren er bevidst om at give også pigerne »rum«.

3.3. Hvad kan der gøres?

3.3.1 Indledning

Som to-timers fag i 7.-9. klasse har fysik/kemi selvsagt begrænsede muligheder for at ændre kønsroller og interessefelter for eleverne. Faget kan imidlertid give sit bidrag til de ligestillingsbestræbelser og forsøg på sprængning af traditionelle rollemønstre, som i øvrigt er i gang i disse år. Læseplanens valg af emner er bl.a. sket på baggrund af ønsker herom.

3.3.2 Fysik/kemi-aktiviteter på tidligere klassetrin

Det er uheldigt, at de fleste elever først møder fysik/kemi på et sent tidspunkt i skoleforløbet. I puberteten gennemlever mange elever en identitetskrise som sætter snævre grænser for kønsrollerne.

Som faget fysik/kemi hidtil har præsenteret sig i de ældre klasser, har det bedst passet til den traditionelle opfattelse af drengerollen. Derfor har drengene kunnet styrke deres kønsidentitet ved at »vide noget om fysik og teknik«. På tilsvarende måde har pigernes kønsrolleforventninger passet til, at de fravalgte faget. I nogle tilfælde er dette fravalg nok sket, efter at pigerne er blevet skuffet i nogle forventninger, de kom til faget med. Hvis arbejde med fornuftigt valgte fysiske, kemiske og tekniske emner indgår i hele skoleforløbet, og hvis eleverne bliver bevidste om, at det er sådanne ting, man forstår ved fysik, kemi og teknik, er der grund til at tro, at man kan undgå holdningen, »det er ikke noget for piger«.

Erfaringer fra forsøgsundervisningsprojekter kan i det mindste tyde på en sådan holdningsændring. Lige så vigtig som holdningsændringer er det imidlertid, at pigerne på et tidligere tidspunkt kan få erfaringer med eksperimenterende og undersøgende, praktisk arbejde.

3.3.3 Valg af arbejdsformer i de yngre klasser

I de yngre klasser kan man med fordel bruge en praktisk eksperimenterende og undersøgende arbejdsform i højere grad, end det normalt sker. Herved udvikles og udnyttes nogle evner, som ofte er undertrykt hos den veltilpassede pige. Og drengene får mulighed for at bruge nogle sider af sig selv, som skolen ofte kun har værdsat i ringe grad. Gennem diskussioner og ved samarbejde om løsning af praktiske problemer kan man styrke elevernes sociale evner, som ofte er mere udviklede hos pigerne end hos drengene.

3.3.4 Valg af emner i de ældre klasser

Undersøgelser herhjemme og i udlandet har vist, at piger i højere grad end drenge lægger vægt på, at de emner, der behandles i undervisningen, sættes ind i større sammenhænge end de rent faglige. F.eks. bør emnerne sættes i relation til menneskelige og samfundsmæssige forhold. Inddragelse af etiske og æstetiske betragtningssmåder betyder også meget for pigerne. Endvidere er det vigtigt, at man prøver at knytte forbindelser til elevens egen krop og sansesapparat, til anvendelser i den nære omverden og til naturfænomener. Som man ser, vil opfyldelsen af sådanne krav om sammenhæng og relevans, udsyn og menneskeligt engagement i undervisningen ikke kun tilgodese pigerne, men give et bedre tilbud til alle elever. Den måde, læseplanen er skrevet på, er valgt ud fra et håb om, at man derved kunne bidrage til, at de omtalte ønsker og tanker blev tilgodeset i højere grad, end det hidtil er sket.

3.3.5 Valg af arbejdsformer i de ældre klasser

Den frie, ustrukturerede undersøgelse har en betydningsfuld funktion i undervisningen. Pigerne mindrer fortrolighed med arbejdsformen og deres større behov for social accept har imidlertid som følge, at det er vigtigt, at man før undersøgelsen klart markerer, hvad formålet er, og at man bagefter samler op og bearbejder det, der skete. Det kan altså være vigtigt, at man forud for den åbne undersøgelse forklarer, at formålet med denne er at samle mange, brogede erfaringer ind og ikke at nå frem til visse, bestemte resultater. En selvfølgelig ting er, at man må give alle elever den nødvendige tid til deres undersøgelser, uanset om nog-

le elever gennem et hurtigt, måske overfladisk arbejde »forlængst« er blevet færdige. Undertiden kan man give sidstnævnte elever supplerende opgaver, undertiden vil det være ret let at påpege huller og fejl i deres arbejde og bede dem gentage undersøgelsen, men nu på mere seriøs måde.

Lige gyldigt hvor meget den selv-usikre elev måtte foretrække at se læreren forklare og gøre forsøg frem for selv at arbejde i laboratoriet, er der ingen vej udenom. Eleverne skal nå frem til den oplevelse, det er, at »kunne selv« også i det praktiske arbejde.

Ved målrettede laboratorieaktiviteter må man som omtalt i kapitel 5 lægge vægt på at vise formålet med arbejdet og de sammenhænge, opgaven jndgår i. Endvidere vil måske specielt pigerne værdsætte det, hvis laboratoriearbejdet kan opbygges i større helheder, hvor grupper kan diskutere og samarbejde om løsningen, f.eks. ved fordeling af delopgaver mellem sig. Ligeledes kan det være vigtigt, at arbejdet afsluttes med en rimelig rapportering, f.eks. i form af en lille, skrevne historie, en mundtlig beretning eller en planche. Ved klassesdiskussioner bør man lægge vægt på at inddrage eksempler fra såvel pigernes som drengenes erfaringsverden. Man må endvidere prøve at fordele talletiden nogenlunde lige mellem piger og drenge, selv om erfaringer har vist, at det kan være meget vanskeligt for læreren, og at det kan medføre kraftige protester fra drengene.

Fysik/kemi-aktiviteter i børnehaveklasse – 6. klasse

4.1 Aktiviteternes karakter

4.1.1 Praktisk og eksperimentel

Erfaringerne fra andre lande viser helt entydigt, at en naturfaglig undervisning på de yngre klassetrin skal være udpræget praktisk og eksperimentel. Elevernes egne iagttagelser og undersøgelser skal være den kerne, hvormod undervisningen opbygges.

Der findes nogle ret afskrækkende eksempler på, at en rent boglig og fortællende undervisning i fysiske og kemiske emner for skolens yngste elever kan gøre regulær skade. Eleverne henter sig nederlag, fordi de ikke forstår, hvad de hører eller læser. Kimen lægges til en holdning, alt for mange voksne har. At fysik og kemi er uforståelige, kolde fag, der ikke har noget væsentligt at gøre med vor hverdag eller samfundets indretning og forholdet mellem mennesker.

At læse og lytte kan være meget effektive måder at lære noget på. Men det forudsætter, at der er et vist overlap mellem det nye, man skal lære, og det, man allerede ved. Som voksne har vi normalt en mængde erfaringer, vi kan udnytte, når vi skal forstå noget, andre fortæller os af fysisk, kemisk eller teknisk karakter. Men selv for os kan det hjælpe utroligt på forståelsen, hvis vi får lov til at se fænomenerne og få fingrene i tingene. For elever i de yngste klasser er det ikke blot en hjælp. Det er ganske simpelt afgørende.

4.1.2 Begreber og ordforråd

Et vigtigt mål for undervisningen vil være at støtte udviklingen af begreber og ordforråd hos eleverne. Når man arbejder med genstande, eleverne selv sidder med i hænderne, og taler om hændelser, de lige har iagttaget, er det let at illustrere brugen af ord og begreber ved at henvise til disse genstande og hændelser. Ikke

så sjældent kan man så opdage, at nogle elever måske nok kender et ord, men dårlig nok har noget indhold i det, eller at de har et indhold, der er væsentligt anderledes, end man troede.

4.1.3 Selvtillid og selvkritik

I fysik/kemi-aktiviteter er det let at lade eleverne opdage, at de ofte selv kan finde ud af utrolig meget. De behøver altså ikke at ty til voksenhjælp og voksenautoritet i så høj grad, som de tror til at begynde med. Undertiden ser man en usikker og uselvstændig elev udvikle sig, så den pågældende ligefrem til slut afviser forklaringer og gode råd: Lad være med at sige noget. Jeg vil selv finde ud af det! Men samtidig med, at man i højere grad tror på sine egne iagttagelser og følgeslutninger, vil man opdage, at man ind imellem tager fejl. Retten til at tage fejl uden skam må man lære at indrømme både sig selv og andre.

Både som barn og som voksen laver man tit et forsøg, bare for at se, hvad der sker. Det er for os alle en meget almindelig måde at samle erfaringer på. Man kan imidlertid ofte lære mere af sit forsøg, hvis man forinden prøver at forudsige, hvad der vil ske. Udfaldet bliver lidt mere interessant for én, både når ens forudsigelse slår fint til, og når den rammer noget ved siden af. Undertiden bliver man endda glad overrasket, når der sker noget helt andet end det, man havde ventet. Det vigtigste er ikke at få ret. Men dette er noget, man må lære.

4.1.4 Fantasi og skaberevne

Den ustyrede undersøgelse med spontane iagttagelser, skabelse af uventede indfald og afprøven af vilde ideer, bør være en vigtig side af arbejdet. Den er vel endda en forudsætning for, at den mere målrettede indsats har mening for eleven.

Det kan være værd at vide – både for lærer og for elever – at den boblende, nysgerrige leg med skabelse af uventede associationer og utæmmede tanker har sin plads på linie med den velordnede undersøgelse. Og det gælder hele vejen gennem systemet frem til forskningens front, hvor der skabes ny erkendelse for menneskeheden.

4.1.5 Følelser og tanker

Et vigtigt formål med undervisningen er at vække følelser og sætte tanker i gang om naturen og vores forhold til den.

Undervisningen skal gøre sit til, at eleverne får øjnene op for den mangfoldighed af små og store iagttagelser, man kan gøre i den fysiske omverden. Det kan være noget, der bare er kønt eller på anden måde taler til følelserne – farver i en stærefjer, dugperler på en gren, symmetrien i et snefnug.

Undervisningen skal også give eleverne lejlighed til f.eks. at glæde sig over at have løst en praktisk opgave, de selv har stillet sig.

Undertiden vil undervisningen få eleverne til at føle forargelse, f.eks. forargelse over tankeløs omgang med naturværdier eller teknik. Også dette er en del af undervisningen.

Endelig skulle eleverne gerne lære, at tanker om sammenhænge og årsager kan være værdifulde, og at det kan være interessant og givende at udveksle sådanne tanker med andre.

4.2 Gruppetørrelser og samarbejde

Undertiden vil klassen arbejde som en helhed. Det sker f.eks. i klasses Diskussioner og ved demonstrationsforsøg – som dog ikke må være for langvarige eller for mange.

Nogle af elevforsøgene kan med fordel laves i lidt større grupper på 4-6 elever, men det meste af det praktisk-eksperimenterende arbejde må ske ved, at eleverne arbejder to og to. Så er der rimelig mulighed for alle for at komme til at bruge apparaturet og ikke kun se på.

Når eleverne bør arbejde to og to fremfor enkeltvis, er det ikke så meget af praktiske grunde. Selvfølgelig sætter mængden af apparatur – plastbægre, balloner, termometre, kompasser, kander osv. – grænser for antallet af hold. Vigtigere er dog værdien af det, der sker, når eleverne må arbejde sammen. De kommer til at tale indbyrdes om det, de oplever, om deres iagtt-

gelsler, forventninger, overraskelser og skuffelser. Erfaringer tyder på, at denne »samtale mellem ligemænd« i en naturfaglig undervisning kan betyde meget for elevernes udbytte. Den kan ikke erstattes af samtale med læreren, men bidrager til børnenes forståelse på en anden måde.

Det er ved det praktiske arbejde helt oplagt, at eleverne må lære at tage hensyn til hinanden og respektere hinandens ideer. Det er imidlertid tillige let at demonstrere samarbejdets mange fordele for dem.

Ofte er samarbejdet meget håndgribeligt. Fire hænder kan klare noget, som to ikke kan. Engang imellem kan der endda blive brug for seks eller otte, hvis et eller andet praktisk skal opstilles eller bygges. Nok så vigtigt er det måske, at eleverne næppe kan undgå at opleve, hvordan de gensidigt kan inspirere hinanden og videreføre hinandens ideer, så der skabes tanker og resultater, de hver for sig aldrig var kommet frem til. Dette gælder naturligvis også i den brainstormagtige klassesdiskussion.

4.3 Lærerenes rolle

I en praktisk-eksperimentel undervisning er det en vigtig opgave for læreren at sikre, at det nødvendige udstyr til elevernes arbejde er til stede og er i orden. En lige så vigtig opgave er at være den, der holder sammen på elevernes tanker, husker dem på, hvad de iagttag, runder undersøgelser af samt rejser spørgsmål, der kan give anledning til nye ideer. Hvad angår at iagttage og kontrollere, er eleverne nok ligestillede med læreren. Ofte har de endda skarpere iagttagelses-evne, f.eks. bedre øjne og finere lugtesans. Derimod har læreren større evne til at holde sammen på ræsonnementer og holde mange data i hovedet på én gang. Eleverne har måske en forventning om, at læreren tillige kan svare på alle »hvorfor« spørgsmål. Så er det vigtigt, at de kommer til at forstå, at det er let at stille naturfaglige spørgsmål, men ofte svært at finde svar. Mange, selv »simple« spørgsmål, kan *ingen* svare på,

ikke engang naturvidenskabelige eksperter. På den anden side er der da heldigvis meget, man kan svare på. Måske kan man endda selv finde svar ved lidt tænkning og et par småforsøg.

Ved starten af en undersøgelse vil eleverne ofte rejse spørgsmål, som hverken de eller læreren kan svare på. Læreren må også selv være parat til at stille sådanne spørgsmål. Dette er en del af en naturfaglig arbejdsform. Det er måske først efter en nærmere undersøgelse, at man finder ud af, hvilke af de utallige spørgsmål, man kan få lyst at stille, man kan få helt eller delvis besvaret.

Undervejs i et praktisk arbejde kan en del elever have behov for at få at vide, om det, de har gjort, set eller tænkt, er godt nok. Det kan være ganske afgørende for usikre, måske lidt frygtsomme elever, at de får den nødvendige støtte til at turde stole på sig selv. Både lærer og elever må imidlertid lære, at det er umuligt at give det klap på skulderen – den accept – som ligger i, at *alle* elever viser læreren *alt* det særligt spændende, de opdager. Hvis 24 elever arbejder to og to med en eller anden nogenlunde fri undersøgelse, vil man som lærer blive revet i stykker, medmindre man lærer sine elever, at det er lige så fint og godt at vise sit »meget, meget flotte forsøg« for nogle kammerater som for læreren. Læreren hverken kan eller skal se eller godkende alt!

Der sker mange ting på én gang, men som lærer skal man »kunne klare kaos og kunne skabe orden igen«. Når der er skabt orden, kan eleverne demonstrere forsøg for hinanden, forklare resten af klassen om forbavsende iagttagelser osv.

Eleven har et godt udgangspunkt for at fortælle og forklare, når den pågældende lige har oplevet noget interessant og har stået med nogle ting i hænderne, som de andre elever også kender og har arbejdet med.

4.4 Fysik/kemi-aktiviteter kan indgå i mange fag

Beskæftigelsen med simple fysik- og kemi-aktiviteter kan på naturlig måde knyttes til arbejde i forskellige fag og støtte disse. Den bør blandt andet bruges til at øge elevernes forståelse af det, de i øvrigt arbejder med i skolen.

I orienteringsfagene kan man beskæftige sig med emner, der er hovedsageligt fysiske, kemiske eller tekniske, som f.eks. »el i hverdagen« eller »vejsaltning«. Men man kan også bruge fysik-kemi-forsøg som en illustrerende facet: Arbejde med frostsprængninger i et naturgeografisk emne, undersøgelse af kunstgødning eller hårrørvirkning i et biologisk osv.

Danskfaget støttes af meget af det, der indgår i fysik-kemi-aktiviteterne.

Udvikling af begreber og ordforråd er tidligere omtalt. Arbejde med mundtlig og skriftlig udtryksform må også nævnes.

At lære eleverne at lytte til hinanden og lade andre komme til orde, er ikke altid let. Men det hjælper måske, når de kan tale ud fra en rimelig fælles erfaringsbaggrund, som optager og udfordrer dem.

Hvis et par elever skal fortælle om et særligt spændende forsøg, de har lavet, er det vigtigt, at det bliver beskrevet så godt, at det kan forstås og evt. laves efter af andre elever. Og dette stiller krav til både indhold og sproglig udformning.

At afrunde sit arbejde ved at rapportere om det under en eller anden form bør være en selvfølgelighed for eleverne. Det kan ske i mundtlig form til andre elever eller evt. bare til læreren. Men det kan også ske skriftligt. Man kan som lærer få meget positivt ud af at lade eleverne tegne og skrive om deres forsøg. Deres optagethed af det, de har oplevet, har overvundet mange vanskeligheder ved at meddele sig på papir. Det bør man tænke på, hvis man overvejer at lade eleverne bruge arbejdsark, hvor der blot skal sættes krydser eller indsættes enkeltord.

En af opgaverne i dansk er at lære eleverne at forstå

og følge en mundtlig eller skriftlig besked. Ved arbejde med praktiske, naturfaglige aktiviteter er der en mulighed for hurtig kontrol af forståelsen, og der kan optræde en betydelig, motiverende faktor for eleverne. I de senere år er der i *matematik* indført en række praktiske aktiviteter, der befinder sig i et grænseområde mellem matematik og naturfag. Veje, måle, finde rumfang, sortere, opstille i grupper og undergrupper, finde ligheder og forskelle, osv.

Mange naturfaglige aktiviteter kan supplere det arbejde, der allerede foregår og dermed skabe en endnu rigere og mere varieret undervisning.

Det samme gælder *de praktisk-musiske fag*. Arbejde med farver, lys og skygge kan være fysik, der glider over i formning – eller omvendt. Materialeegenskaber og ændringer i disse egenskaber kan være et teknologisk emne, men også et emne for den, der arbejder i ler, kobber eller glas. Musikalsk udfoldelse kan suppleres af arbejde med selv at fremstille simple musikinstrumenter – xylofoner, strengeinstrumenter osv. – og overvejelser over, hvordan lyd frembringes og opfanges osv.

4.5 Progressionen i undervisningen

4.5.1 Undgå forfejlet højt niveau hos de små

Som fremhævet mange steder i denne vejledning består fysik og kemi ikke blot af »kundskaber«, men i lige så høj grad af nogle arbejdsmetoder: At iagttage og undersøge, at få ideer til undersøgelser, at diskutere resultater og fremgangsmåder, at udveksle ideer, at forudsige og efterprøve, at indsamle data, ordne dem, kritisere og efterprøve dem, at forsøge at sætte sine resultater ind i større sammenhænge osv.

Både hvad emner og arbejdsmetoder angår, er det vigtigt, at der er en rimelig progression i undervisningen. Lejlighedsvis ser man ganske grove forsyndelser herimod. Især findes der eksempler på et forfejlet »højt« niveau i de yngste klasser. Måske er årsagen en forestilling om, at fysik og kemi til skolebrug er en stort set veldefineret ting, hvor den centrale viden, der skal meddeles, er nærmest uafhængig af klassestrin. Men

sådan er det slet ikke. Det drejer sig ikke om at gøre næsten det samme i de yngste som i de ældste klasser. F.eks. har det ikke nogen mening at tale om atomer og molekyler eller strømmende elektroner i en elektrisk ledning i 1. klasse. At kunne tilegne sig det grundlæggende indhold i en fysisk eller kemisk abstrakt model hører en væsentlig senere aldersklasse til.

Hvis man i de yngste klasser ønsker at tale om iltsvind i en nærliggende sø og dens betydning for fiskedød, bør man tænke sig godt om. Børnene vil ofte have et usikkert forhold til, om luft overhovedet har selvstændig eksistens. Det vil være vanskeligt for dem at fastholde tanker om, at der findes forskellige luftarter – ilt, kvælstof, kuldioxid osv. – som hver for sig har veldefinerede egenskaber. Nogle af eleverne vil være meget i tvivl om, hvorvidt sukker, salt eller andre faste stoffer ikke bliver væk, når de opløses i vand, og de vil være endnu mere famlende over for en forestilling om, at luftarter som f.eks. ilt kan være opløst i vand. Man må spørge sig selv: Får børnene en indsigt, eller bliver der tale om sort snak?

4.5.2

Målinger

Mange forbinder fysik og kemi med det at måle, og noget er der da også om det. Men måling har ikke megen mening uden en solid forståelse af de begreber, målingen har at gøre med. Man skal også være i stand til at forstå og bruge måleresultaterne og endda helst have noget fornuftigt at bruge dem til. Dette betyder, at der skal udvises varsomhed med at indføre målinger i fysik/kemi-aktiviteter tidligt i skoleforløbet.

I nogle børnehaveklasser noterer man sig dagligt temperaturen udendørs. Men måske er det eneste termometer det, der hænger uden for ruden. Måske har eleverne aldrig selv prøvet at holde et termometer i hånden. Aldrig set søjlen gå op og ned, når termometeret kommer i varmt vand og koldt vand, i hånden osv. Måske ved de ikke engang, hvordan man skriver tallet »21«, hvis der nu er 21 grader. I sådanne tilfælde er der alvorlig grund til at spørge, hvor nyttig den daglige optegning af udetemperaturen er. Hvad giver den børnene af håndterlig viden?

I børnehaveklasse, 1. og 2. klasse bør undervisningen være praktisk taget helt kvalitativ. »En korkprop flyder, men sten synker til bunds i vand«. »En magnet tiltrækker jern, men ikke kobber«. »Sprit fordamper hurtigere end vand«.

Sådanne kvalitative resultater er stadig fundamentale i 3., 4. og 5. klasse. Men efterhånden som elevernes evner udvikles, kan de foretage målinger med efterfølgende databehandling. Behandlingen af de indsamlede data bør koncentreres om simple sammenligninger og systematiseringer. Egentlige beregninger hører hjemme i skolens ældste klasser.

4.5.3 Systematiske forsøg

Kan karsefrø spire i saltvand, og hvor lidt salt skal der til for at påvirke deres spireevne? Hvor lyst skal det være, for at man kan se farver? Afhænger en sytråds bæreevne af, hvor lang den er? Svar på spørgsmål af denne type kan man få gennem systematisk eksperimenteren, hvor man omhyggeligt varierer en bestemt forsøgsbetingelse fra det ene forsøg til det næste, mens alle andre forsøgsbetingelser holdes konstante.

I 3. klasse kan eleverne nok magte at gennemføre sådanne systematiske undersøgelser, men kun under omhyggelig vejledning og styring. Eleverne i 5. klasse kan derimod til en vis grad selv planlægge og udføre systematiske forsøg.

4.5.4 Iagttage og forklare

I børnehaveklasse, 1. og 2. klasse kan undervisningen koncentreres om iagttagelse og beskrivelse af hverdagsgenstande og hverdagsmaterialer samt simple forsøg hermed. Eventuelle forklaringer bør bestå i konstateringer: »Den lille elektriske pære lyser, når den forbindes til hver ende af batteriet med ledninger« eller simple generaliseringer »Kork flyder altid på vand«. Efterhånden som eleverne bliver ældre, bør de lære at skelne mere bevidst mellem iagttagelser og forklaringer.

Iagttagelser er ikke til at diskutere. De er kendsgerninger, selv om det naturligvis kan være nyttigt at efterprøve, om det går på samme måde hver gang. Helt anderledes er det med forklaringer. De kan være mere el-

ler mindre rigtige, og måske må man lave sin forklaring om, når man har gjort flere iagttagelser.

Forklaringer bør principielt være af en sådan art, at de kan kontrolleres af eleverne selv, – altså bygger på direkte iagttagelige ting. Forklaringerne bør ikke være længere, end at de er til at holde i hovedet for eleverne. De bør være brugbare for dem.

4.6 Apparaturl og lokaler

Det »apparaturl«, der benyttes, vil stort set være af meget simpel art: Syltetøjsglas, éngangssprøjter, plastposer, cykeldynamoer, termometre, kander. Men apparaturet skal være der og være i orden, når det skal bruges. Problemerne med fremskaffelse, opbevaring og vedligeholdelse af apparatur er beskrevet detaljeret i Folkeskoledirektoratets temahæfte »Natur og teknik« i afsnittet »Udstyr og apparatur til en eksperimentel undervisning«. Der henvises derfor hertil.

Undervisningen i fysiske, kemiske og tekniske aktiviteter kan foregå mange steder på skolen: En række af faglokalerne kan anvendes – lejlighedsvis eller permanent. Biologilokalet vil på mange skoler være en velegnet mulighed for 3.-5. klasse.

Især i de yngste klasser vil det dog være naturligt, at en stor del af undervisningen sker i hjemlokalet. I så fald bør tingene kunne være i fred for andre. Klasselokalet kan være helt lukket for andre, eller der kan være et aflåseligt skab til rådighed til det apparatur, der benyttes i den pågældende periode.

Endvidere bør der være rindende vand og en udslagsvask i eller nær lokalet. Hvis man har brug for flere vaske, må man nok søge til biologi-, formnings- eller fysik/kemi-lokalet eller måske skolekøkkenet.

Endelig er det en stor fordel, hvis der er rigelig plads til at stille ting fra sig (borde, brede vindueskarme etc.), og hvis visse ting kan få lov til at stå fremme i klassen i nogle dage eller uger. Det kan være ting til fordampningsforsøg, udstillinger af særlig smukke eller spændende ting osv.

4.7 Temahæftet Natur & Teknik

Der er flere steder i vejledningen blevet henvist til direktoratets temahæfte nr. 3. I dette temahæfte er beskrevet, hvorledes faglige elementer fra geografi, biologi og fysik/kemi kan indgå i en natur- og tekniku-ndervisning i børnehaveklassen til 7. klasse. Hæftet giver således eksempler på flere forløb, der omfatter praktisk-eksperimentelt arbejde og ekskursioner.

Hæftet, der har følgende titel,

Direktoratet for Folkeskolen og Seminarier m.v.
Natur & Teknik
Temahæfte nr. 3,

forhandles gennem Statens Informationstjeneste.

Undervisningen i 7.-9. klasse

5.1 Om stofudvælgelse og undervisningens tilrettelæggelse

5.1.1 Elevernes medindflydelse

Tidligere tiders præcise emnelister og ret omfangsrige lærebøger medførte, at elevernes medindflydelse på undervisningen i fysik og kemi ofte var ret ringe. Den nuværende læseplan er blandt andet skrevet med henblik på at ændre dette forhold.

I læseplanen stilles en række krav om, hvad undervisningen skal dække i det tre-årige forløb for 7.-9. klasse. Kravene er imidlertid således formuleret, at der er mange valgmuligheder, både mht den dybde, hvori de enkelte dele behandles, og mht de eksempler, der benyttes. Læseplanen skulle således yde sit til, at læreren og eleverne kan leve op til skolelovens ord: »Undervisningens nærmere planlægning og tilrettelæggelse, herunder valget af undervisningsformer, -metoder og -stof, skal i videst muligt omfang foregå i samarbejde mellem læreren og eleverne«. (16 stk. 4).

Elevernes medindflydelse må selvsagt have forskellig karakter, alt efter hvilket sted i det tre-årige forløb, der tænkes på. Man kan vælge at starte i 7. klasse med en undervisning, der er næsten rent lærertilrettelagt. I denne fase viser man eleverne fagets ansigt. Man viser dem altså, hvilken art emner, problemstillinger og metoder, der arbejdes med. Man viser dem, hvorledes de kan arbejde med apparatur, hvorledes de kan undersøge og finde ud af ting, osv.

Efter en sådan introducerende periode af kortere eller længere varighed kan elevernes medindflydelse øges. Først måske blot ved, at planlægningen ændres under hensyn til bemærkninger af typen: Det og det vil jeg gerne arbejde lidt mere med – eller høre lidt mere om.

Senere måske ved, at eleverne vælger mellem en række supplerende emner og aktiviteter, der knyttes til et »minimumspensum« inden for et område, eller ved at forskellige dele af klassen vælger forskellige spor inden for et fælles emne. På dette trin bør eleverne naturligvis også have indflydelse på, hvor lang tid der bruges på et emne, og hvilken arbejdsform, der får størst vægt.

Til sidst kan de være med i selve emnevalget: »Skal vi arbejde med alternativ energi eller atomenergi?« »-drikkevandsforurening eller kosmetik?« etc.

Praktiske forhold, mængden af og variation i tilgængelige undervisningsmidler, lærerens baggrundsviden, læseplanens krav og en række andre ting sætter naturligvis grænser for, hvilke af elevernes ønsker det er muligt at opfylde. Men elevernes ønsker og tanker bør under alle omstændigheder præge undervisningen.

5.1.2 Forhold, der er nævnt i læseplanen

I selve læseplanen, og forskellige steder i denne vejledning, er nævnt nogle hensyn, som må huskes ved stofudvælgelsen og undervisningens tilrettelæggelse.

Læseplanen fremhæver således udtrykkeligt, at den eksperimentelle side af fagene skal indgå med betydelig vægt på alle tre klassetrin. Endvidere siges, at stofudvælgelsen og tilrettelæggelsen må »ske således, at eleverne oplever, at en lang række fænomener i naturen og i vor hverdag kan beskrives ved hjælp af forholdsvis få, centrale fysiske og kemiske begreber og lovmæssigheder, og således at eleverne får førstehåndserfaringer med et stort antal fysiske og kemiske fænomener.«

Eleverne skal altså opleve et stort antal fysiske og kemiske fænomener, ikke bare høre eller læse om dem. Og disse mange fænomener – såvel som de fænomener, der blot fortæles om – skal forbindes ved hjælp af relativt få begreber og lovmæssigheder, så der bliver en rimelig orden og sammenhæng. Den »åbne« læseplan må ikke give anledning til et flimrende, kaleidoskopisk billede med enkeltstående »morsomme« fænomener og emner uden indbyrdes sammenhæng. Det skal være klart, at de eksempler, der vælges, netop *er*

eksempler, og det skal også gøres tydeligt, hvad de er eksempler *på*, således at eleverne har mulighed for selv at finde flere eksempler på det samme, samt at se eksemplerne, når de møder dem i hverdagen.

Læseplanen fremhæver, at »stofudvælgelsen og tilrettelæggelsen skal ske med stor hensyntagen til de to køns forskellige erfaringsbaggrund og interessefelter«. Tidligere har fysik/kemi-undervisningen for ofte især bygget på drengenes erfaringer og interesser. Det kan derfor være nyttigt at gøre sig klart, at hvis man ændrer sit valg af emner og eksempler, så man kommer nærmere pigernes verden, medfører det ikke, at der bliver tale om en mindre faglig eller mindre »egentlig« fysik/kemi-undervisning. Det kan derimod nok være, at det er lidt andre sider af det store fysik-kemi-teknologi-felt, der trækkes frem. Ofte kan imidlertid selv små ændringer i emnevalg og angrebsmåder have overraskende stor betydning for elevernes engagement og udbytte.

5.1.3 Valg af abstraktions- niveau i undervisningen

Under den tidligere læseplan for fysik/kemi har det givet en række problemer i undervisningen, at abstraktionsniveauet i bøgerne har været meget svingende. Passager med elementært indhold og næsten barnagtige laboratorieforsøg har vekslet med afsnit, der har været på så højt niveau, at indholdet nærmest har været utilgængeligt for eleverne.

Det er især farligt med et for højt abstraktionsniveau. Nogle elever skræmmes væk fra faget, og andre lægger kræfter i at lære uforståelige passager udenad. Vendinger som »ved kogning forøges altså kun molekylernes potentielle energi« kan let komme til at skygge for en mere elementær fysisk indsigt: Det kræver meget energi at få en væske fordampet, og denne energi frigøres igen, når væsken fortættes.

Det er en sådan indsigt, man bruger til at forstå, hvorfor temperaturen om natten ikke falder ret meget under dugpunktet. Det bliver altså ikke så koldt, når luften er fugtig, som når den er tør. Det er den samme indsigt, man bruger, når man skal forstå, hvorfor man skolder sig mere på varm damp end på varmt vand. At

opnå en sådan indsigt og kunne bruge den er vigtigere end f.eks. at kunne tale om molekylernes potentielle energi.

Et ret enkelt begreb som acceleration (»vi sætter farten op eller bremses eller drejer om et hjørne«) er blevet gjort svært forståeligt ved, at man har ønsket at *måle* acceleration. Så optræder bl.a. den »sære« benævnelser m/s^2 , og måleresultaterne – »tallene« – siger de færreste ret meget.

Et udtryk som $E = Mc^2$, der optræder i forbindelse med omtale af kerneenergi, bliver let til ren bogstavmagi. Det kan også antyde noget helt uforståeligt og forunderligt om, at »masse omdannes til ren energi«, og at det er noget specielt for atomkerneprocesser.

En anden måde at komme op på et højt abstraktionsniveau er følgende: Man tager et antal elementer i form af kendsgerninger og følgeslutninger, som hver for sig er velkendte og forståelige nok. Disse elementer sammenbygger man så ved hjælp af en argumentation til en overordnet beskrivelse. Men netop ved den argumenterende sammenstyknings tabes måske flertallet af eleverne.

Anvendelsen af et ret højt abstraktionsniveau har nok i en del tilfælde bund i et ønske om at komme med den »rigtige« beskrivelse eller forklaring. Men der findes »rigtige« og fagligt set gode forklaringer på mange niveauer.

Både når man vælger beskrive- og forklare-niveau, og når man udvælger fysiske eller kemiske modeller, må det væsentlige være, at der arbejdes på et *sundt* niveau. Hermed menes et niveau, eleverne kan arbejde fornuftigt på, så de kan både *forstå* og *bruge* beskrivelser, modeller og forklaringer.

Hvis eleverne skal opnå en faglig indsigt, de kan anvende, vil det som oftest være en god idé at starte behandlingen af et nyt område i noget meget konkret, direkte iagttageligt. Omfanget af generalisationer og dybden af forklaringer kan man så afpasse efter elevernes interesser og formåen. Man går ikke længere, end at eleverne kan følge én: Læseplanen stiller krav

om brugbarhed af den opnåede viden, ikke krav om højt abstraktionsniveau.

I 7. klasse må undervisningen i særligt vidt omfang baseres på elevernes eget eksperimentelle arbejde. Eleverne møder med helt forskellig erfaringsbaggrund. Her tænkes på både arten og omfanget af deres erfaringer med fysiske og kemiske fænomener. Der må ved undervisningens tilrettelæggelse derfor lægges vægt på, at alle elever får mulighed for at få de basale oplevelser og førstehåndserfaringer, der er brug for som kerne ved klassesdiskussioner og ved teoretiske overvejelser. I 8. og især i 9. klasse kan man i noget højere grad benytte sig af »teoretisk« undervisning med lidt længere argumentationskæder, men stadig skal abstraktioner og modeller benyttes med varsomhed. I kapitel 7 findes nogle supplerende bemærkninger om anvendelse af modeller i undervisningen.

5.2 Om organisering i kortere og længere forløb

I læseplanen siges: »Ved udvælgelsen og dispositionen af stoffet er der mange muligheder. Man kan sammensætte undervisningen af en række længerevarende, sammenhængende forløb, og man kan vælge at benytte kortere, afgrænsede dele. Man kan tilrettelægge forløb, så de meget langt er af rent faglig fysisk eller kemisk karakter, og sådan at anvendelsesaspekter først inddrages sent i det enkelte forløb. Man kan også opbygge undervisningen omkring behandlingen af en række temaer, der hver for sig omhandler eller tager udgangspunkt i emner, som er væsentlige også uden for fagene fysik og kemi.

Det skal imidlertid præciseres, at ligegyldig hvorledes man vælger, skal undervisningen behandle *såvel* de fysiske og kemiske begreber og lovmæssigheder *som* fagenes anvendelsesaspekter. Den frihed, der er, levner altså ingen mulighed for hverken en »ufaglig« undervisning eller en undervisning, der kun beskæftiger sig med »indre« forhold i fagene fysik og kemi.«

Man kan tilrettelægge undervisningsforløb på mange måder. Man kan starte i noget rent fagligt og først senere i forløbet tydeliggøre, hvorledes det lærte har forbindelse til hverdagen. Man kan også starte i et hverdagsproblem, som alle kan se nytten af at undersøge, og dernæst arbejde sig ind i noget fagligt, det viser sig vigtigt at få afklaret.

Formentlig vil en undervisning, der skifter mellem de forskellige muligheder, oftest være at foretrække.

F.eks. kan man veksle mellem »temaer« og »kursusforløb«, som det er beskrevet forskellige steder i litteraturen. Men det er blot en af mulighederne.

Friheden er stor, og valget er lærerens og elevernes.

Læseplanen er *hverken* skrevet til en fortrinsvis tematilrettelagt *eller* til en fortrinsvis internt faglig undervisning. Tematilrettelagt undervisning har her i landet især været benyttet i kemi, og selv her kun i begrænset omfang. Dette er grunden til, at der bringes et særligt afsnit om denne type undervisning nedenfor.

Også for de enkelte forløbs længde er der stort spillerum. Ofte vil det mest hensigtsmæssige være at benytte kortere, afgrænsede forløb, der bygger op til større helheder. Allerede fra starten af det enkelte forløb kan det så stå klart for eleverne, hvad man skal nå med dette: Vi skal lære at lodde. Vi skal bygge et biogasanlæg. Vi skal kontrollere varedeklarationen på et el-apparat. Vi skal lære noget om kogning og fordampning.

I sådanne tilfælde er forløbets omfang og mål til at overse for eleverne, og det vil være tydeligt for dem, at de har opnået en ny indsigt, har præsteret et produkt, har fået en ny færdighed el.lign., når forløbet er slut. De ser, at de lærer noget.

5.3 Tematilrettelagt undervisning

I de seneste år har en række lærere valgt at tilrettelægge en del af deres undervisning i fysik/kemi tematisk.

Det er bl.a. sket ud fra et ønske om i højere grad at kunne leve op til elevernes krav om sammenhæng og

relevans i stoffet. Man har stræbt mod at synliggøre undervisning som proces. Eleverne skulle fra temaets start til slutning klart kunne se formålet med arbejdet og i et vist omfang øve medbestemmelse i valg og afgrænsning af tema.

For eleverne bliver fordybelsen i detaljen nok mere meningsfuld under de betingelser, end ved det traditionelle, veltilrettelagte undervisningsforløb, der ordentligt og fagligt grundigt gennem elevforsøg, fællesforsøg, samtaler, opgaver og læsning sigter mod en overordnet forståelse af indre faglige forhold. I den tematilrettelagte undervisning vil eleverne normalt allerede på forhånd vide, hvorfor de laver en undersøgelse i laboratoriet eller uden for skolen.

Temaet må afgrænses som et problemfelt, alle kan se nytten af at beskæftige sig med. Det betyder, at det skal handle om noget, man både i og uden for skolen kan se vigtigheden i. Det er imidlertid også vigtigt, at afgrænsningen sker på en sådan måde, at fagets begreber, teknikker og tænkemåder bliver noget centralt i arbejdet.

Det er næppe den store kunst at finde et enkelt eller nogle få temaer, der tilfredsstiller sådanne krav. Problemet er snarere at sikre bredde og variation i indhold og arbejdsformer i en flerårig, tematisk undervisningsplan.

Temaet skal ikke blot sætte en ramme om et arbejdsfelt, så det er synligt for eleverne. Det skal også rumme nogle klart synlige krav og forventninger til dem: Det skal I lære fordi.... Den virksomhed skal vi besøge, fordi.... Det skal vi fremstille selv Vi skal nu bruge tre lektioner til at lære at reparere, fordi.... Det kunne være vigtigt at undersøge Dem skal vi spørge, fordi.... Det kan vi lede efter i aviserne – Og så laver vi nogle plancher om vores arbejde til næste forældremøde.

Et tema kan være fagligt ret snævert. Men det kan også være så bredt, at det rækker ind over andre fag eller måske ligefrem forudsætter et fagsamarbejde.

Under arbejdet med et tema kan det ske, at eleverne (og læreren) opdager, at de mangler en faglig færdig-

hed eller viden for at komme videre med en bestemt del af temaet. Det er så en mulighed at afbryde temaet i en periode med et kort kursusforløb.

Et rent fagligt forløb kan danne optakten til et tema eller bruges som opfølgning. Eksempelvis kunne et af resultaterne af temaarbejdet være, at eleverne »fik øje på« et fagligt emne eller problem og lyst til at fordybe sig i det.

5.4 Om praktisk arbejde

Praktiske aktiviteter er en vigtig del af undervisningen i fysik/kemi. Det undersøgende og eksperimenterende arbejde i laboratoriet vil spille den største rolle, men i et vist omfang vil undersøgelser også foregå andetsteds – både på og uden for skolen, i hjemmet, i naturen osv. Derudover kan der blive tale om praktisk arbejde i form af fremstilling af forskelligt udstyr, bygning af større konstruktioner etc.

At rode med ting og eksperimenter vil drenge ofte være mest vant til. Det er derfor vigtigt, at laboratoriarbejdet tilrettelægges, så pigerne får tid til at opnå de nødvendige, praktiske erfaringer og får mulighed for at opleve, at de »kan selv«. Man må ikke lade drengene tage føringen og bestemme tempoet.

En række undersøgelser tyder på, at piger i højere grad end drenge spørger efter formålet med det praktiske arbejde og gerne vil kunne se de større sammenhænge, det optræder i. Her tænkes mindre på rent faglige sammenhænge end på arbejdets tilknytning til menneskelige forhold, tanker og følelser. Det er derfor vigtigt, at man som lærer får sådanne begrundelser frem i lyset.

Laboratorieaktiviteterne kan inddeles i forskellige typer. Nedenfor skal nævnes nogle.

En type går ud på *indøvelse af en færdighed*. Som eksempler kan nævnes at lodde eller filtrere eller at omgås et bestemt laboratorieudstyr fornuftigt.

Her er læreren instruktør. Læreren ved præcis, hvad der skal læres, og giver nøjagtige instruktioner derud-

fra. Elevernes udbytte er beherskelsen af den pågældende teknik eller færdighed, og de skal have at vide, når de behersker den rimeligt.

Indøvelse af færdigheder må ikke blive et mål i sig selv. Sådanne aktiviteter skal have en funktion i forhold til det øvrige praktiske arbejde, typisk i form af korte indslag, når behovet er der eller viser sig.

En anden type praktisk arbejde kunne man kalde »*sådan ser det ud*«. Eleverne kan høre på lærerens ord og læse i bøger, men de må have de virkelige genstande mellem hænderne og selv iagttage fænomenerne for rigtig at forstå, hvad det drejer sig om. En god illustration siger mere end mange ord – hvad siger så ikke selve den konkrete virkelighed!

Undertiden er »*sådan ser det ud*«-arbejde maskeret som måleopgaver el.lign., hvor måleresultaterne i sig selv er mindre interessante, bortset fra at de giver en vis kontrol af, om en fremgangsmåde er fulgt på rimelig måde.

Til andre tider giver de eleverne anledning til at arbejde meget frit og få en række oplevelser og erfaringer, som de mangler, og som læreren måske anså for banale og selvfølgelige.

Lærerens indgriben er nu meget mere forsigtig end under indøvelsen af en færdighed. Eleverne skal have lejlighed til at »dumme sig i fred og ro« og selv opdage, hvor der er mangler i deres forståelse. Elevernes udbytte ligger i, at de oplever, at de gennem det praktiske arbejde får udvidet og korrigeret deres forståelse af emnet. Undertiden kan det være vanskeligt for læreren at vurdere, hvad eleverne præcist fik ud af arbejdet, hvad der gjorde størst indtryk på dem osv. Det gør blot ikke arbejde af denne type mindre betydningsfuldt.

Hvis eleven selv skal udforske sin omverden, må den pågældende nødvendigvis møde praktisk arbejde, der indledes med ordene »*Hvad sker der mon, hvis jeg/du gør sådan og sådan?*« Det praktiske arbejde vinder her meget i værdi, hvis eleven, forinden forsøget udføres, prøver at forudsige, hvad der vil ske. Jo flere erfaringer man har, jo større krav bør man stille til sine forudsigelser, og jo mere alvorligt tager man dem.

Ved at foretage en forudsigelse øger man forventningerne til resultatet – får jeg mon ret eller ikke? Og ligegyldigt om forudsigelsen slår mere eller mindre til, får man en viden, der kan bruges til at udbygge og justere ens indsigt og tænkemåde.

Nogle »hvad sker der mon, hvis«-aktiviteter kan have det formål at lade eleverne opleve en eller anden fysisk eller kemisk lovmæssighed. Der kan også være tale om at lade dem opleve en eller anden for dem helt uventet hændelse. Endelig kan der være tale om spørgsmål, som stiller mange dele af deres viden på prøve, f.eks. fordi hovedspørgsmålet i undersøgelsen nok er veldefineret, men den vej man skal gå og de hjælpemidler, man skal bruge for at finde svar, ikke kendes.

Undertiden er udfaldet af »hvad sker der, når«-opgaver velkendte for læreren, men der kan også være tale om det, man kunne kalde ægte undersøgelser, hvor hverken lærer eller elever ved, hvilket resultat man kommer til. Hvad sker der, hvis man gør sådan og sådan med det og det? Hvor stort er indholdet af ... i jorden udenfor? osv.

En vigtig opgave for læreren i »hvad sker der, når«-opgaver er at sikre, at rimelige undersøgelsesprocedurer følges, så resultaterne bliver troværdige og dermed brugbare.

Den mest krævende type praktisk arbejde er utvivlsomt at *fremstille et produkt* eller *løse en praktisk opgave*, f.eks. bygge en vindmølle eller et elektronisk termometer, udvinde sukker af en sukkerroe eller bygge et fungerende rensningsanlæg i miniformat. Her skal eleven eller flere elever i samarbejde selv skabe noget nyt og helst selv afgøre, når opgaven er løst tilfredsstillende. En forudsætning for, at eleverne kan udføre den slags arbejde, er, at de helt forstår, hvad målet for opgaven er, og at de er interesseret i at løse den. Derimod er det ingen betingelse, at læreren umiddelbart ved, hvordan arbejdet skal/kan gribes an. Det kan tværtimod være en fordel, at eleverne føler, at det er et ægte problem, de beskæftiger sig med, og at de måske ikke engang kan være sikre på, at det overhovedet kan løses med de midler, de har til rådighed.

Lærerens rolle er først og fremmest at virke som konsulent og herunder f.eks. hjælpe eleverne med at præcisere opgaven og fremskaffe nødvendige materialer. Elevernes rolle er at formulere opgaven (måske efter en idé fra læreren), og at løse den i praksis og meddele deres resultater til andre. Det sidste er vigtigt også i de tilfælde, hvor den praktiske del af opgaven helt eller delvis mislykkes.

5.5 Brug af sproget. Samtaler og rapportering

Fysik og kemi har ligesom andre fag en lang tradition for brug af fagsprog. For fysikere og kemikere har fagsproget den hovedfunktion at give mulighed for kommunikation på et meget præcist grundlag. Valens, ion, elektrolyse, resistans, interferens er eksempler på ord, som næsten kun optræder i fagsproget, og som er en del af fagenes begrebsmæssige og sproglige værktøjssæt. Andre ord optræder både i fagsproget og i hverdags sproget, men med noget forskellig betydning de to steder. Eksempler er kraft, energi, arbejde, tryk, bundfald og effekt. Den nævnte betydningsforskel fra hverdags sproget til fagsproget kan give anledning til mange problemer i undervisningen.

Som lærer må man nøje overveje, hvor langt det er klogt at gå i indførelsen af et særligt fysik/kemisprog. Anvendelse af et fagsprog kan også i undervisningen være en rigtig ting, hvis det fremmer udtryksmulighederne og giver basis for større forståelse. Der er imidlertid mange eksempler på, at en hurtig indførelse af et stort antal nye ord og et nyt begrebsindhold i velkendte hverdagsord har virket blokerende for elevers forståelse af fysik og kemi. Fagsproget kræver tilvænning og en fortrolighed, som kun opnås ved, at eleverne selv bruger det og oplever de fordele, det kan indebære. Denne proces tager tid, og krav om fagsprog må ikke virke hæmmende på elevernes muligheder for spontant at udtrykke sig med deres eget sprog om de ting, der foregår i timen.

Noget tyder på, at drenge generelt set hurtigere accepterer fagsprog og fagjargon end piger, og at de gerne kom-

munikerer i det. Læreren skal være opmærksom på, at udstrakt brug af fagsprog kan betyde ringere kommunikation med pigerne, som måske stiller krav om en grundigere og mindre overfladisk dialog.

Ved gennemførelse af klasseundervisning med traditionel stofgennemgang og fællesforsøg skal læreren være opmærksom på sit sprog og sin måde at tale med eleverne på. Hvis undervisningens fremadskriden alene er baseret på en indforstået dialog med de mest aktive og »dristige« drenge, vil man kunne opleve, at pigerne står af. Og det hænger måske slet ikke sammen med manglende interesse for det, som undervisningen handler om. Måske snarere med detaljer i den form eller atmosfære, som undervisningen gennemføres i.

I forbindelse med det praktiske arbejde bør eleverne tage notater og beskrive resultater og oplevelser. Hellere ved egentlige beskrivelser i deres eget sprog end blot ved udfyldelse af svarskemaer med plads til krydser og tal. Elevernes notater bør findes samlet i en notesbog eller arbejdsmappe. Et virvar af løse lapper er uanvendeligt. Lejlighedsvis bør eleverne forsøge at rapportere om deres undersøgelser og konklusioner i en mere udbygget form, hvor de oplever nytten af at have gjort omhyggelige iagttagelser og tilsvarende omhyggelige notater.

Det kan også være en god idé, at forskellige elevhold engang imellem får lejlighed til at samarbejde deres resultater i en fælles rapportering. Der kan ske udstilling af plancher eller produkter, eleverne selv har lavet. Der kan skrives en artikel til skolebladet eller lokalavisen om en undersøgelse af et rensningsanlæg. Særlige muligheder har man selvfølgelig, hvis undervisningen foregår i samarbejde med andre fag som f.eks. dansk og samtidsorientering.

5.6 Brug af bøger og apparatur

5.6.1 Brug af skriftlige materialer

En god undervisning i fysik/kemi må – i hvert fald lejlighedsvis – tage udgangspunkt i noget aktuelt eller noget lokalt. Her må læreren som oftest selv kompo-

nerede de nødvendige undervisningsmaterialer, herunder vælge »udklip« af avisartikler, blade, brochurer og andet.

Efter læseplanens oplæg vil man også i den øvrige undervisning få brug for skriftlige materialer af en række forskellige typer. Det kan f.eks. være opslagsværker, lærebøger, kortere hæfter om et enkelt emne eller tema, artikler fra blade og aviser, brugsanvisninger til forskelligt apparatur samt evt. skriftlige materialer, der er udarbejdet lokalt af læreren selv eller en lille gruppe lærere. Det vil være rimeligt i samarbejde med skolebiblioteket at opbygge en bogsamling med bøger og hæfter på forskellige faglige niveauer: Ikke alle elever behøver at læse de samme ting.

»Brugsanvisninger« er udtrykkeligt nævnt ovenfor på grund af læseplanens ord om brugsanvisninger, arbejdstegninger og forsøgsbeskrivelser. Det kan være lærerigt for eleverne at opdage, at læsning af brugsanvisninger stiller nogle krav, men at den enkelte faktisk også er i stand til at forstå og følge dem. Herigennem kan eleverne erhverve sig nogle færdigheder, der er af stor praktisk betydning også uden for skolen.

Uanset mangfoldigheden af muligheder vil mange lærere sikkert vælge et egentligt lærebogssystem som det vigtigste, skriftlige undervisningsmiddel. Bøgernes valg af emner og arbejdsformer må da over det tre-årige forløb være så alsidigt som muligt, og der må tages hensyn til og bygges videre på elevernes forskellige erfaringsbaggrunde.

Der skal særligt peges på, at de bøger, der bruges, må stille drenge og piger lige. Det gælder, hvad angår interesser, erfaringer og arbejdsformer. Men det gælder også bøgernes valg af illustrationer, der i hvert fald tidligere ofte lod underforstå, at fysik og kemi ikke var noget for piger.

Lærebøger i fysik og kemi har en tradition for et særligt indforstået fagsprog, som medfører, at mange børn får urimeligt svært ved at læse i bøgerne på egen hånd. Selv bøger, der ved valg af ord og sætningsopbygning bedømmes som letlæselige, kan være uforståelige for børn. Når en strøm sluttes, betyder det

ikke, at den hører op. Når en kraft virker, betyder det ikke det samme som, at støvsugeren virker. Det er eksempler på indforstået fagsprog, som ikke forklares, og som nemt skaber blokeringer i forståelsen selv hos gode læsere. Både når man vælger bøger, og når man selv skriver noget til sine elever, bør man være opmærksom på problemet. Et fagsprog behøver ikke at være uforståeligt.

Nogle lærere vil sikkert vælge ikke at bruge et lærebogssystem, men i stedet anvende mindre emnehæfter fra »det frie marked«, kombineret med egne materialer. Herved bliver det lettere at få eleverne medinddraget i valget af emner. Men det kan blive vanskeligere at sikre en fornuftig progression i elevernes faglige begreber. Lærebogssystemer kan imidlertid også tænkes opbygget af et antal mindre hæfter, hvoraf man kan vælge nogle og fravælge andre efter et ikke alt for uoverskueligt system.

Under alle omstændigheder må filosofien være, at man i undervisningen snarere behandler færre emner grundigt end mange overfladisk. Fysik, kemi og teknik er for store felter til, at man med det antal lektioner, faget har i skolen, kan komme rundt om det hele på en systematisk måde. Det kan man lige så godt gøre sig klart. Tidligere var stofmængden i lærebogssystemerne normalt alt for stor til, at en solid fordybelse i vigtige sammenhænge var mulig for størsteparten af eleverne. Vejledninger til praktisk arbejde, eleverne selv skal udføre, kan være integreret i det boglige undervisningsmateriale. Brug af selvstændige opgaveformuleringer og øvelsesvejledninger giver dog en større frihed. Så kan man lettere give tilbud om arbejde på forskellige niveauer afpasset til forskellige elevgrupper. Til det formål kunne skolen have en stor og varieret samling af arbejdsark, hvor læreren kan finde netop de aktiviteter, der passer til situationen og de forskellige elever. En sådan samling vil også hele tiden kunne suppleres.

5.6.2 Anvendelse af film og video

Film og video kan være et godt supplement til bøger og laboratorieforsøg, når man vil inddrage forhold i naturen, i industri og landbrug osv. Video og film kan

rejse problemer og illustrere på mere virkelighedsnær måde end bøger. Man kan komme til Månen, til bunden af Kattegat, ud i produktionsvirksomhederne osv. Og hvad der er mindst lige så vigtigt: Man kan få mennesker og meninger ind i fysik-kemi-lokalet. Video og film kan også bruges til at illustrere forhold, som vanskeligt lader sig anskueliggøre på anden måde, f.eks. bevægelser i molekylerne verden eller i verdensrummet. Endelig kan en film eller et videoprogram virke som appetitvækker forud for fordybelse i et emne. Det kan ske ved, at der præsenteres et fænomen eller en problemstilling, som ikke er umiddelbart synlig for eleverne.

Det er imidlertid vigtigt at holde sig for øje, at film og video kun kan være et supplement. De må ikke erstatte oplevelser, som eleverne nogenlunde let kan få gennem egne iagttagelser og undersøgelser.

5.6.3 Brug af apparatur, laboratoriefaciliteter m.v.

Læseplanen lægger vægt på, at undervisningen knyttes til elevernes hverdag. Det er derfor vigtigt, at man *også* anvender enkelt hverdagsapparatur i undervisningen. Ordet »også« er understreget for at fremhæve, at de særlige laboratorier og det professionelle udstyr ikke dermed er overflødiggjort i fysik- og kemiundervisningen. Man har stadig brug for Geigertællere, når man beskæftiger sig med radioaktivitet. – Oscilloscoper når man beskæftiger sig med elektricitet og elektronik. – Gasbrændere, når man arbejder med kemi osv. Undertiden kan det måske endda være en fordel at benytte »rigtigt, professionelt udstyr fra det virkelige liv« – støj målere, elektriske måleinstrumenter etc. – fremfor specialfremstillet skoleudstyr. Herved får eleverne en orientering om, hvilket udstyr der faktisk bruges uden for skolen. De kommer i lidt mindre grad i »som-om«-situationer. En anden fordel er, at markedet for professionelt udstyr ofte er langt større end for skoleudstyr, og det har selvsagt betydning for prisen. Det er en uomgængelig forudsætning for, at intentionerne i fagets formålsparagraf og læseplan kan opfyldes, at eleverne har *gode* muligheder for selv at arbejde i laboratoriet. Bl.a. er der en række teknikker og

metoder, de skal lære at beherske. Der er fænomener, de skal undersøge, og hændelser de skal iagttage. Der kræves derfor både plads, installationer og apparatur til elevernes laboratoriearbejde.

Heraf følger dog ikke, at det er nødvendigt med klassesæt af *alt* elevudstyr. Undertiden er det en fordel at sprede indkøbene, så der f.eks. af noget apparatur kun er nok til 6 elever. Mens dette udstyr anvendes af nogle, bruger andre elever noget andet. Måske kommer de senere til at prøve de pågældende apparater, måske ikke.

5.6.4 Brug af datamaskiner

Datamaskinen kan i fysik/kemiundervisningen anvendes på to væsensforskellige måder. Den ene svarer til brugen i mange andre fag, mens den anden nok er speciel for fysik/kemi og lignende eksperimentelle fag. Den *første* anvendelsesmåde kunne man kalde »bog og lommeregner«. Her kan maskinen bruges som »opslagsværk«, hvor eleverne kan hente faglig information, eller som »notesbog«, hvor eleverne selv indfører oplysninger, de har fundet frem til. Den kan bruges som »billedbog« eller »tegnfilmsfremviser«, der illustrerer forskellige forhold grafisk. Den kan benyttes til at udføre langtrukne eller kedelige beregninger – kostberegninger eller beregninger af virkninger af husisolering f.eks. – og til simulering af hændelser – radioaktive henfald, styring af kernereaktorer etc.

Den *anden* anvendelsesmåde kunne man kalde »måle- og styreapparatur«. Her benytter man datamaskinens porte som ind- eller udgang for elektriske signaler. Der kan være tale om signaler, der kommer fra måleinstrumenter. Maskinen kan således f.eks. foretage målinger én gang i timen af langstrakte forløb eller målinger af temperaturvariationer gennem en uge. Den kan også registrere et stort antal målinger, der foretages meget hurtigt efter hinanden – mange målinger inden for et enkelt sekund f.eks. Gennem porten kan maskinen endvidere give signaler ud, som kan bruges til styring af forskellige former for apparatur.

Vigtige teknologiske principper bag brugen af mikroprocessorer i registrerings-, styrings- og kontrolopga-

ver i samfundet kan således illustreres ret enkelt. Det må imidlertid huskes, at brug af datamaskine til målinger først har rigtig mening, når eleverne selv har prøvet at foretage målinger og har fortrolighed med det. At starte med at måle temperatur ved hjælp af en datamaskine, uden at eleverne har haft et termometer i hånden, er forkasteligt.

Sammenfattende må siges, at datamaskinen kan anvendes som en nyttig udvidelse af de muligheder, man i forvejen har for at hente oplysninger fra arkiv, for at illustrere og simulere situationer, for at foretage målinger og lignende samt for at illustrere teknologiske principper som f.eks. datamatstyring af produktionsprocesser. Det vil derimod være overordentligt uheldigt, hvis den bruges som delvis erstatning for de sansindtryk og direkte oplevelser af fysiske og kemiske fænomener, undervisningen må bygge på.

5.6.5 Brug af faciliteter uden for faglokalet

Undervisningen i fysik/kemi vil i vidt omfang foregå i faglokalet. Det er imidlertid hensigtsmæssigt at markere, at den ikke *udelukkende* foregår der. Visse aktiviteter vil med fordel ske i træ- eller metalsløjdslokalerne, i skolekøkkenet, på skolebiblioteket, i gymnastiksalen eller i skolegården. Andre vil ske helt uden for skolen. I sløjdlokalet kan man bygge små solfanger og vindmøller. Hjemme kan man undersøge elektricitetsforbrug og husisolering. Dette er blot to, tilfældige eksempler.

Naturfaglige og tekniske emner kan på naturlig måde tages op på lejrskoleophold.

Miljøundersøgelser, astronomiske og meteorologiske iagttagelser, besøg på virksomheder, museer, energianlæg, rensningsanlæg, anlægsarbejder osv. er helt oplagte muligheder. Man kan selvfølgelig også bruge en lejrskole alene på et enkelt tema f.eks. »fra myremalm til jern som i jernalderen«, »vindmøller og solfanger« og »forureningen af et vandløb«.

Undervisningen i fysik/kemi bør lejlighedsvis foregå uden for skolen i et samarbejde med virksomheder og institutioner, private som offentlige. Der er i ethvert lokalsamfund en lang række ressourcer, som kan ind-

drages i undervisningen. Kommunens tekniske forvaltning, en lokal produktionsvirksomhed, et museum, en byggeplads, et naturområde, en losseplads osv. Som en større ting kunne man forestille sig et tema, der havde til formål at »uddanne« eleverne til »energikonsulenter«. Det kunne indebære medvirken af en arkitekt, en blikkenslager, et byggemarked, en byggeplads, et besøg i et lavenergihus, opmåling og undersøgelser i private eller offentlige bygninger osv.

Indholdet i aktiviteterne i de yngre klasser

6.1 Indledning

Der er en række steder, hvor man kan finde oplysninger om, hvad der kan være passende fysik/kemi-aktiviteter for de yngre klassetrin. Ud over den pædagogiske litteratur kan nævnes læseplanerne for orientering i norsk og svensk skole, hvor der fra 1. klasse optræder fysiske, kemiske og teknologiske emner. Endvidere må peges på undervisningsministeriets temahæfte nr. 3 »Natur og teknik«. Endelig bringes i afsnit 6.3 og 6.4 nedenfor en oversigt over en række egnede aktiviteter. Den giver eksempler på den rigdom af muligheder, der er, og peger på et niveau, det er passende at arbejde på med elever i den pågældende alder.

Det er altså en eksempelsamling, man kan vælge ud fra eller blive inspireret af. Hvordan man vælger, og hvorledes aktiviteterne indpasses i undervisningen, må afhænge af, hvorledes undervisningsstoffet i øvrigt udvælges og organiseres.

Eksemplerne er for oversigtens skyld fordelt under overskrifter af fysisk og kemisk art som f.eks. »astro-nomi« eller »omdannelser af stoffer«, men det siger ikke noget om, hvordan de skal indgå i undervisningen.

6.2 Indpasning af aktiviteter fra fysik, kemi og teknologi i den øvrige undervisning

Elementer fra fysik og kemi kan indgå i undervisningen i de yngre klasser på mange måder. Som det centrale i visse emner, og som supplerende indslag i andre. Undertiden vil det være tydeligt, at der er tale om

bidrag fra fysik, kemi eller teknik, undertiden tænker man dårligt nok over, at det er tilfældet.

Hvorledes aktiviteterne indgår, må afhænge af, hvilke overordnede principper for udvælgelse og organisering af stoffet, der anvendes.

I en *emnecentreret* undervisning kan der optræde nogle emner, hvor fysik eller kemi bidrager med en meget stor del af indholdet: »Tilsætningsstofferne i vore madvarer«, »hjemmets energiforsyning«, »vor plads i solsystemet – og i universet«, etc. Som et eksempel på et teknologisk emne kan nævnes: »Din cykel. Hvordan kan du passe den godt?«.

Fysik/kemi kan indgå i delemner. Under et emne »vikingerne« kan man f.eks. have et delemne »Vikingerne fandt vej ved at sejle efter stjernerne – hvad betyder det i grunden?«. Under »Grønland« kan man have et delforløb, hvor man laver forsøg med fysiske egenskaber af is og sne, sejler med »isbjerge« osv. I et emne »Hvordan skal lokalet være indrettet, så der er rart for os at være?«, kan man komme ind på indeklimaproblemer i forbindelse med kunststoffer og statisk elektricitet etc.

Undertiden indgår emner, aktiviteter og betragtningsmåder fra fysik og kemi mere ubemærket. Er behandling af varmeisoleringen i en fugls fjerdragt eller i sælens spækklag fysik eller biologi? Er arbejde med plantefarvning og plantefarvestoffer formning, kemi eller biologi? Er behandling af vandkredsløbet i naturen geografi eller fysik? For nogle vil det måske blive fysik i det øjeblik, man begynder at lave forsøg med fordampning og fortætning, for andre vil det stadig være geografi.

I mangfoldige af de emner, der traditionelt arbejdes med i de yngre klasser, indgår elementer fra fysik eller kemi. Det nye er måske, at man bliver bevidst om dette og – navnlig – at man bruger de muligheder, der er for i højere grad at lade eleverne arbejde praktisk-eksperimenterende.

I en *begrebs-* eller *metodecentreret* undervisning lader man nogle faglige begreber eller metoder være styrende for emnevalg og arbejdsform. Man kan så vælge at

lade begreber og metoder fra fysik og kemi indgå på linie med begreber og metoder, der stammer fra f.eks. biologi og geografi. Men udgangspunktet kan også være af mere tværfaglig art. Et begreb som »energi« har sin oprindelse i fysik, men er lige så relevant i biologi- og geografi-sammenhænge. Det kan derfor benyttes som et vigtigt begreb både i en faglig og i en tværfaglig undervisning. Noget tilsvarende gælder en række metoder og færdigheder som f.eks. »at forudsige og efterprøve«, »at indsamle data og afbilde dem grafisk«, etc.

I en *problemcentreret* undervisning opbygger man undervisningen om behandling af nogle problemer, der kommer fra hverdagen og ikke fra skolebogen eller fagene. Også her kan man få brug for oplysninger, erfaringer og færdigheder af fysisk og kemisk art. Måske har man valgt problemet: »Hvorfor bliver det sværere og sværere at komme af med vores affald? Hvorfor er der mangel på lossepladser?«. Så melder en række spørgsmål sig: Hvad er affald? Hvad kan genbruges? Hvad kan brændes? Er asken farlig? Hvad forgifter miljøet og hvorfor? Hvad kan man så gøre med det? Hvad er tungmetaller? Hvorfor er de farlige? osv. Man kan hurtigt komme ind i vanskeligt tilgængelige problemstillinger og tankemåder, som ikke har noget at gøre i de yngre klasser. Men man kan også holde sig til enkle betragtningsmåder og overvejelser, som kan få lodighed og blive begribelige f.eks. med støtte fra et par simple fysik/kemiforsøg.

6.3 Eksempler på egnede aktiviteter i indskolingen

I børnehaveklassen og i 1. og 2. klasse kan man lade eleverne iagttage og beskrive hverdagsgenstande og hverdagsmaterialer og lave helt enkle undersøgelser af dem.

Beskrive, sortere og lægge i rækkefølge

I dansk og matematik foregår mange sorteringsaktiviteter. Også naturfagligt arbejde indeholder ofte sorte-

ring: Hvilke genstande tiltrækkes af en magnet? Hvad kan lukke en elektrisk kreds? Hvad kan blandes med vand og hvad med olie? osv.

I en indledende undervisning kan man beskrive hverdagsgenstande som søm, strandskaller, garnrester osv. fra en »rodekasse«. Også en portion luft i en pose eller vandet i en kop kan opfattes som genstande, man kan finde egenskaber ved.

Man kan sortere efter farve, form, overfladekarakter, glathed, blødhed osv. Man kan også sortere efter lugt eller sortere efter, hvilken lyd, genstanden giver, når man knipser til den, eller lader den falde mod bordet. Endelig kan man lægge i rækkefølge efter egenskaber som de nævnte eller efter vægt, størrelse eller f.eks., hvor meget vand genstanden kan rumme.

Materialeegenskaber

Ligesom eleverne kan undersøge egenskaber ved velkendte genstande fra hverdagen, kan de iagttage hverdagsmaterialer som plast, uld, læder, træ, jord, ler, grus og glas. Kan det brænde? Holde vand? Hvordan føles det? Lugter det? Hvor bruger man det? Det vigtigste er ikke, præcis hvilke materialer eleverne beskæftiger sig med, men at deres begrebs- og erfaringsverden udvides: Der findes mange materialer i vores hverdag, og de har mange og meget forskellige egenskaber. Men det enkelte materiale har nogle bestemte egenskaber, man kan kende det på. Glas er altid hårdt, olie altid fedtet osv.

Luft og vand

Blandt de hverdagsmaterialer, det er let at arbejde med, kan nævnes luft og vand. Eleverne kan lave forsøg med luft i balloner, plastposer, omvendte glas i vand, éngangs-plastsprøjter og slanger osv. De kan lave forsøg med stillestående og løbende vand (forbundne beholdere f.eks.), smelte is og sne, fryse vand og iagttage rumfangsændringer og »frostsprængninger« De kan lave forsøg med tørring og fordampning og se dugdannelse på kolde ting. Endelig kan de forudsige og efterprøve, om forskellige genstande vil flyde eller

synke til bunds i vand, de kan eksperimentere med selvfremstillede både f.eks. af modellervoks eller alufolie og undersøge deres lasteevne osv. osv.

Lys, lyd, lugt og smag

Der findes i litteraturen mange beskrivelser af små forsøg med lys og farver, skygger osv. Det samme gælder forsøg med lyd. Eleverne kan lave lyde og toner på forskellige måder. Prøve at genkende hverdagslyde, bedømme hvilken af to toner der er kraftigst (eller svagest), højest (eller dybest) osv. Endelig kan de prøve at genkende og skelne lugt og smag, men her må man lære dem at smage og snuse forsigtigt, når der er tale om noget, de ikke kender. Og at man aldrig spiser noget ukendt.

Tiden. Vejret

I enhver undervisning i de yngste klasser indgår, at eleverne lærer noget om tiden: Uret, kende klokken, dagens og ugens gang etc. Dette kan udbygges med helt enkle »astronomiske« aktiviteter: Studere Solens gang over himmelen (verdenshjørnerne), lave solure, se på dagmånens udseende og bevægelse. Endvidere kan kompasset studeres og bruges til at udpege verdenshjørner med.

I forbindelse med iagttagelse af vejret kan eleverne lave forskellige småforsøg og -undersøgelser: Kan de løbe fra vinden på en stor græsplæne? Har vinden samme retning alle steder? Hvor kan man finde nogenlunde læ? Hvor er der særlig varmt en solskinsdag? Hvor langt kan man se i tåge? Hvor mange vanddråber rammer et stykke papir, der holdes et øjeblik ud i regnen? osv. osv. Såfremt man på et tidspunkt ønsker at arbejde med et emne »vejret«, kan man inddrage mange aktiviteter, der er nævnt andetsteds i oversigten på disse sider:

Frostsprængninger, fryse vand, smelte sne, lave fordampningsforsøg osv.

Metaller

I vores hverdag er der en mængde metalgenstande, men eleverne i de yngre klasser har som oftest et me-

get usikkert forhold til de forskellige metaller's egenskaber og anvendelser. Ja, de skelner måske dårligt nok metallerne fra hinanden. Man kan uddybe elevernes forståelse, ved at lade dem undersøge genstande af jern, kobber, messing, aluminium og guld. Man holder sig så til helt enkle egenskaber som farve, styrke, »let/tung« etc. Sådanne aktiviteter kan naturligt forbindes til en behandling af magnetisme. Man kan sortere genstande efter, om en magnet hænger fast på dem, og der findes i litteraturen beskrivelser af en mængde småaktiviteter, hvor der anvendes magneter og søm, clips, ståltråd osv.: Lave »fiskedamme«, styre både eller papfigurer ved hjælp af magneter, lave tiltrækning og frastødning mellem genstande etc.

Væsker

Der er mange eksempler på væsker i vores hverdag, også helt ufarlige, hvis egenskaber eleverne kan undersøge: Majsolie, smøreolie, vand, sprit, mælk osv. Kan de blandes? Hvordan føles de? Hvad sker der, hvis man lader lidt af hver af dem stå i en åben skål nogle dage? Hvor træffer man dem i hverdagen? Hvad bruges de til?

Eleverne kan se rustdannelse på søm og ståluld, og de kan undersøge rustbeskyttelse i hverdagen. Endvidere kan de se på vekselvirkninger mellem syrer som eddike og cola på den ene side og materialer som kalk, natron, potaske og køkkenfolie på den anden. Dette kan bruges ved omtale af forskellige hverdagsfænomener.

Væsker og pulvere

Gennem småforsøg med væsker og pulvere kan eleverne få en mængde førstehåndserfaringer med opløsning og inddampning, filtrering og bundfældelse etc., som kan give et helt nødvendigt grundlag for forståelse af mange hverdagsfænomener og diskussioner af miljø og forurening. Som væsker kan anvendes nogle af dem, der blev nævnt ovenfor – idet vand dog er særligt vigtigt – og som pulvere sand, kaffe, kartoffelmel, salt, sukker, revet kridt, gibs osv.

Simple mekaniske systemer

I forbindelse med behandling af mekanisk hverdags-teknologi kan man lave forsøg med enkle mekaniske systemer, remtræk, tandhjul etc., og man kan lave helt simple mekaniske konstruktioner, som f.eks. uroer (mobiler) og »et tårn, der ikke vælter«.

6.4 Tredje, fjerde og femte klasse

Elevernes finmotorik er nu bedre udviklet end i de yngste klasser. De kan følge længere tankerækker, og der bliver mulighed for mere systematisk eksperimenteren. Dette skal man naturligvis udnytte ved tilrettelæggelsen af undervisningen.

Elektriske kredse, elektronik

Eleverne kan lave småforsøg med batterier, pærer, elmotorer, metaltråde, ledninger og afbrydere.

Hverdagsgenstande kan sorteres efter deres evne til at lukke en el-kreds, deres elektriske ledningsevne.

Leg med magneter og kompasser kan suppleres med fremstilling af elektromagneter. Der kan også laves simple forsøg med gnidningselektricitet.

Endelig kan energibegrebet indføres i forbindelse med forsøg med el-opvarmning, glødetråde, motorer, dynamoer, selvfremstillede elementer osv., men energibegrebet spiller også en vigtig rolle ved diskussionen af fremstilling og anvendelse af elektricitet i samfundet.

Hvad betyder et stort el-forbrug for omgivelserne?

Atomkraft, syreregn, sydafrikanske kul, besparelser, vindmøller er blot et par stikord.

Arbejde med elektriske kredse kan også omfatte bygning af elektroniske opstillinger, f.eks. lydgivere og alarmer, hvorved eleverne kan lære at lodde og lære om brug af elektroniske komponenter.

Enkle mekaniske systemer

Eleverne kan arbejde med praktiske eksempler på vægtstænger, ruller, hjul og udveksling med tandhjul. Energibegrebet kan knyttes til mekaniske systemer, så-

ledes at der kan laves undersøgelser af bevægelser i forbindelse med simple skubbe-, køre- og kasteinstrumenter samt af pendulbevægelser. Herved kan der bl.a. opnås erfaringer med gnidnings- og luftmodstand.

Der kan endelig bygges simple vand- og vindmøller, f.eks. til fremstilling af elektricitet.

Blanding og adskillelse af stoffer

Eleverne kan arbejde med blanding af stoffer fra hverdagen, f.eks. opløsning og opslemning af sukker, salt, sand og kaffepulver i sprit, vand og spiseolie med efterfølgende filtrering, inddampning eller destillation (f.eks. ved hjælp af sollys).

Der kan også arbejdes med bundfældning og fremstilling af krystaller.

Arbejdet med dette emneområde hører naturligt sammen med spørgsmål som f.eks., hvordan virker et rensningsanlæg? Hvad bliver der af vejsaltet? Hvordan fungerer vandets kredsløb i naturen?

Astronomi

Eleverne kan iagttage Solens gang på himlen, udpege verdenshjørner ved hjælp af kompasset og fremstille solure.

Der kan også gøres iagttagelser af årets gang med bl.a. solhøjde-variationer og af Månens faser samt identifikation af nogle få stjernebilleder.

Endelig kan planetsystemet, Solen som stjerne og størrelsesforhold i verdensrummet omtales og illustreres.

Energi og varme

Eleverne kan arbejde med målinger af temperaturer ude og inde, i isvand og i kuldeblandinger. De kan undersøge smeltning og størkning, solopvarmning og virkningen af forskellige former for varmeisolering. Der kan også arbejdes med bygning af forskellige former for solfangere.

Arbejdet med dette område kan høre sammen med spørgsmål og emner som følgende: Hvordan opvarmes

og isoleres boligen? Dyrs varmeisolation. Menneskers beklædning. Energiforbrug til opvarmning. Solen som energikilde og drivmiddel for vind og vejr. Forskellige stoffers varmeisolerende virkning.

Omdannelser af stoffer

Eleverne kan selv fremstille forskellige luftarter, f.eks. ved at komme bagepulver eller kalk i eddike, ved at bage brød eller blot ved at ryste en sodavand. Man kan også opsamle luft, der udvikles af vandplanter i lys, og sammenligne den med nogle af de andre luftarter. Forskellen på indåndings- og udåndingsluft kan ligeledes undersøges.

Der kan laves forsøg med forskellige væsker fra husholdningen, f.eks. blanding af rødkålssaft med cola, saftevand, eddike, citronsaft eller vaskepulver, og man kan foretage simple målinger af pH-værdier. Endvidere kan man lave forsøg med korrosion (f.eks. rustdannelse) og dannelse af kalksæbe, kalksten m.m.

Lyd og lys

Eleverne kan undersøge lyd og lys på et praktisk plan. Lydens udbredelse gennem en plastikslange (stetoskop), træ, metal eller vand. Toner, støj, støjforurening og -beskyttelse.

Brug af lup, farvespredning ved hjælp af prizmer, undersøgelse af farvet lys, praktisk brug af plan- og hulspejle.

Endvidere kan eleverne bygge enkle musikinstrumenter (fløjter, xylofoner, strengeinstrumenter), hulkamera og enkle kikkerter.

Materialer og deres egenskaber

Eleverne kan undersøge forskellige tekstiler for deres varmeisoleringssevne, brændbarhed, evne til at holde på vand osv. Der kan laves tilsvarende undersøgelser med andre materialer som f.eks. metaller, glas eller gulvbelægning.

Undervisningens indhold i 7.-9. klasse

7.1 Indledning

I læseplanen er fagstoffet opdelt i fem centrale kundskabs- og færdighedsområder, nemlig

- fagets arbejdsmetoder og betragtningsmåder
- stoffer og fænomener omkring os
- det naturvidenskabelige verdensbillede
- liv og miljø
- teknologi

Dette er sket for at lette oversigten og for at fremhæve nogle generelle træk og sammenhænge, som det anses for vigtigt, at eleverne får indsigt i.

Lad os som eksempel betragte området elektricitet. Inden for dette skal eleverne ligesom tidligere lære om elektricitetslærens grundbegreber, om fremstillingen af elektricitet i samfundet og om vor anvendelse af elektricitet i hjemmet. De skal imidlertid også se hele området elektricitet som en del af den teknologi, mennesket i dag benytter sig af, med muligheder og risici. De skal gøres opmærksomme på sammenhænge med vort totale energiforbrug og ændringerne heri. Og de skal gøres opmærksomme på brugen af naturressourcer til elektricitetsfremstilling og de påvirkninger af miljøet, der følger af vor brug af elektricitet.

Et andet eksempel: Eleverne skal ligesom tidligere lære om grundlæggende kemiske processer og fænomener. De skal imidlertid også lære om kemisk produktion og om anvendelsen af kemiske produkter samt om fordele og ulemper herved. Endvidere skal de se eksempler på, at kemiske forhold i miljøet har betydning for det levende.

Opdelingen af stoffet i fem kundskabs- og færdighedsområder er altså sket for at udpege nogle centrale

felter, som eleverne skal opnå sammenhængende indsigt i. Den har derimod ikke noget at gøre med en opdeling af den daglige undervisning eller med årsplaner. Eksempelvis vil det ikke have nogen mening at frigøre behandlingen af det første centrale område »fagets arbejdsmetoder og betragtningsmåder« fra den øvrige undervisning. Fagets arbejdsmetoder og betragtningsmåder må læres gennem arbejde med stof fra de øvrige fire områder.

Noget tilsvarende kan siges om de grundlæggende fænomener og stofegenskaber, der optræder i området »stoffer og fænomener omkring os«. Eksempelvis må fænomener som fordampning, smeltning og opløsning inddrages i en lang række sammenhænge: Ved behandlingen af karakteristiske egenskaber ved forskellige stoffer, ved omtalen af stoffers opbygning af atomer og molekyler, i en gennemgang af vandkredsløbet i naturen, i en behandling af den betydning, fysiske og kemiske forhold i omgivelserne kan have for det levende osv.

Det er netop ved at møde begreber og fænomener i *mange* forbindelser, at eleverne får mulighed for at få et bredt indhold i begreberne og sammenhæng i deres indsigt.

I kundskabsområderne er stoffet beskrevet på en sådan måde, at man uden særlig vanskelighed kan vælge at fordybe sig i visse dele af det enkelte område. Andre dele af det samme område kan så behandles mere kort i undervisningen. Hvis man derefter i en aktuel situation kommer i tvivl, om området alt i alt er blevet rimeligt dækket, kan man søge hjælp ved at læse de indledende afsnit i læseplanens beskrivelse af det pågældende kundskabsområde. Her beskrives områdets »kerne« – det, som skal danne basis for den detailviden, eleverne opnår i og uden for skolen.

7.2 Det historiske element

For at forstå nutiden, må man kende fortiden. Det gælder også fysik og kemi. Hvis eleverne kun lærer

om begreber og teorier, som i dag er alment accepterede, vil de let komme til at opfatte fysik og kemi som afrundede og uforanderlige fag, der giver urokkelige verdensbeskrivelser. Men fagene er skabt af mennesker, gennem iagttagelser og spekulationer, og man har flere gange været nødt til at udskifte teorier og ændre beskrivelser, også på helt fundamentale punkter. Historien giver talrige eksempler på teorier, som på et tidspunkt var så anerkendte videnskabeligt, at næppe nogen turde betvivle dem, men som man dog sidenhen har forkastet eller revideret kraftigt.

Den fysiske og kemiske indsigt, man i dag er nået frem til, udgør ikke nogen afsluttet tankebygning, kun det for tiden bedste, og dette bør fremgå af undervisningen.

Fysisk og kemisk erkendelse har op gennem tiden haft stor indflydelse på den øvrige kultur. Indflydelse på tanker og handlinger i samfundet. Men påvirkningen er også gået den modsatte vej. Samfundsmæssige forandringer og udviklingen af teknologi har i nyere tid haft stor indflydelse på, hvilke emner fysik og kemi har taget op. Den industrielle revolution og den efterfølgende elektroniske udvikling giver mange eksempler. Hvis skolens undervisning skal give et rimeligt indtryk af fysik og kemi som menneskelige aktiviteter, må den nødvendigvis komme ind på samspillet mellem videnskab, teknologi, kultur og samfundsudvikling.

Mange lærebøger bringer historiske indslag i form af billeder af store videnskabsmænd og små anekdoter om de pågældendes liv og arbejde. Dette er i sig selv udmærket, men selvfølgelig ikke nok.

Man kan overveje at give en »ældre« teori eller modelbeskrivelse en lidt mere udførlig behandling, f.eks. i et tematisk arbejde på 10-20 timer. Eleverne bør så få klar fornemmelse af, at tanker, man i dag har forladt, var velbegrundede og havde stor forudsige- og beskrive-kraft. Altså det modsatte af holdningen »hvor var de dog dumme i gamle dage«. Som mulige emner skal her blot nævnes varmestof-teori, flogiston-teori og forskellige tiders beskrivelser af bevægelser i verdensrummet.

Det historiske kan i øvrigt indgå i undervisningen på mange måder. Detaljerne må afhænge af, hvordan stoffet udvælges og struktureres. Behandling af emner med berøring til kundskabsområderne »det naturvidenskabelige verdensbillede« og »teknologi« vil dog næsten uundgåeligt kalde på den historiske dimension.

Inden for teknologien er det let at finde historisk stof, der knytter sig til helt konkrete fremgangsmåder, apparater og opfindelser: Hvordan bar ægypterne sig ad med at bygge sfinx'en og pyramiderne? Hvad betød opfindelsen af dampmaskinen for minedrift og samfærdsel?

Hvilken forbindelse er der mellem forhistoriens guldmagere og nutidens kemi? Hvilke konsekvenser har opfindelsen af glaslinser haft for, hvad mennesket kunne se og tænke over? Der bruges jo bl.a. linser i mikroskoper og stjernebilleder.

Hvordan var fortidens lyskilder i hjemmet? Hvad betød Edisons arbejde? Hvorfor var aluminium engang et meget kostbart metal? Hvilke konsekvenser har opfindelsen af plast haft? Opfindelsen af transistoren? Hvordan har opfindelsen af raketter og satellitter ændret vor hverdag? Hvad havde man før de industrielt fremstillede lægemidler?

Ved at behandle sådanne spørgsmål kan det godt være, læreren nu og da kommer til at føle sig som lærer i historie eller samtidsorientering, for ting hænger sammen. De naturvidenskabelige fag må ses i et helhedsperspektiv. Menneskelige, følelsesmæssige, samfundsmæssige og historiske synsvinkler hører også hjemme i folkeskolens undervisning i fysik/kemi.

7.3 De enkelte områder

7.3.1 Fagets arbejdsmetoder og betragtningsmåder

Dette nævnes i læseplanen som det første af kundskabs- og færdighedsområderne. Herved markeres, at der er tale om noget grundlæggende i faget. Noget, der skal være et gennemgående element i hele undervisningen.

Læseplanen fremhæver nogle vigtige oplevelsesmæssige forhold: Undervisningen må tilrettelægges, således at eleverne får mulighed for at føle glæden ved selv at undersøge og finde ud af ting. De skal opleve, at mange spørgsmål om natur og teknik – heriblandt spørgsmål, de selv formulerer – kan undersøges og belyses gennem simple forsøg. De skal altså have mulighed for at forfølge selvvalgte spor i deres undersøgelser, og mulighed for at opleve succes derved. Man bemærker endvidere, at de *selv* skal føle det nyttigt at iagttage omhyggeligt. Det er afgørende, at de føler glæde ved arbejdet og ser en mening med det, de gør. Der stilles således nogle klare krav til hele den ånd og stemning, det eksperimentelle arbejde bør foregå i.

Brugen af apparatur

Gennem det praktiske og eksperimentelle arbejde skal eleverne ifølge læseplanen opnå fortrolighed med brug af apparatur og måleinstrumenter. Dette arbejde må derfor udgøre en væsentlig del af undervisningen, også tidsmæssigt. I øvrigt bør nævnes, at mens betydelige dele af arbejdet naturligt vil foregå i fysik/ kemilokalerne, vil andre dele måske med fordel kunne foregå andetsteds på skolen, f.eks. i værkstedslokaler, eller helt uden for skolen. Ligeledes behøver »apparatur« ikke kun at være specialapparatur fra fysik/kemilokalerne. Det kan også være ting, der er kendt fra hverdagen, som f.eks. kaffefiltre, éngangsbægre, grydeskeer, plasticposer og legetøjsbiler.

Mens eleverne til tider arbejder meget frit efter egne indfald og måske på en ret ustruktureret måde, bør de til andre tider arbejde med omhu efter en forskrift, andre har givet. De skal opleve, at det kan være nyttigt, ja undertiden afgørende for et heldigt resultat, at en arbejdstegning eller brugsanvisning studeres og følges. Herved opnås det kendskab til brug af arbejdstegninger og brugsanvisninger, som læseplanen kræver. Og læseplanen taler her kun om »kendskab til«, ikke »færdighed i«.

Behandling af forsøgsresultater

Læseplanen stiller større og mere præcise krav, når det drejer sig om at omgås data. Eleverne har jo allerede en betydelig erfaring heri fra andre fag. Der stilles i planen krav om, at eleverne skal have færdighed i at indsamle forsøgsresultater og præsentere dem for andre.

Forsøgsresultater kan være enkle konstateringer som »tråden blev længere«, eller »væsken blev pludselig blå«. Ofte vil det imidlertid være benævnte tal, der stammer fra målinger. Præsentation af sådanne data kan ske på tabelform, men læseplanens ord lægger tydeligvis op til, at også kurver, søjlediagrammer og måske andre grafiske præsentationsformer benyttes. I arbejdet med måleresultater må indgå, at eleverne får mulighed for at opleve, hvorledes en hensigtsmæssig ordning af disse kan lede frem til en fysisk eller kemisk indsigt, man næppe får ved blot at betragte den uordnede datamængde.

En vigtig forudsætning for, at eleverne kan præsentere forsøgsresultater for andre, er, at de har forstået, hvad de har gjort, og fanget pointen med det hele. I hvilken udstrækning, det er lykkedes, kan bl.a. afsløres, når de skal præsentere data for nogen, der ikke selv har lavet en helt tilsvarende undersøgelse. Det kan f.eks. ske, når forskellige grupper i klassen har arbejdet med forskellige ting. En anden mulighed er, at klassen laver plancher m.v., der præsenteres for andre elever på skolen.

Når man arbejder eksperimentelt, er det en selvfølge, at man prøver at drage slutninger af sine forsøgsresultater. Ifølge læseplanen skal eleverne imidlertid også ind imellem have mulighed for at gå ind i en egentlig undersøgelse af konsekvenser af det, de fandt frem til. De kan f.eks. få inspiration til videre eksperimentelle undersøgelser: »Når vi kan løfte en bog ved at puste i en plastpose, den ligger på, kan vi så løfte en mand på en skabslåge ved at puste i en dragtpose?«. Andre gange kan der blive tale om at slå op i bøger eller udspørge fagfolk: »Når klor har de virkninger, vi så, må det være farligt for mennesker. Hvor farligt er

det egentlig, og hvad kan man gøre for at beskytte sig?«.

Sidstnævnte eksempel leder over til det næste, læseplanen nævner, nemlig at eleverne skal prøve at sætte deres resultater ind i større sammenhænge: »Hvad har det, I har lavet, at gøre med jeres hverdag? – eller med miljødebatten i Danmark?«. »Hvordan passer jeres forsøgsresultater med den almene fysiske lov, som siger, at energi ikke kan blive væk?«. Etc.

Teoriens rolle

Den teori, eleverne præsenteres for i undervisningen, skal ifølge læseplanen have brugsværdi for eleverne. »Brugsværdi« kan være mange ting. Man kan »bruge« en teori til at få oversigt over fænomener og til at få øje på nye forhold og sammenhænge. Begge dele nævnes udtrykkeligt i læseplanen. Teori er et stærkt værktøj ved løsning af mange tankemæssige problemer.

Ifølge læseplanen skal eleverne imidlertid også opleve teori som en hjælp til løsning af praktiske problemer, altså problemer med tilknytning til konkret foreliggende genstande og fænomener. Herved tager man hensyn til, at en meget stor del af eleverne stadig i deres tænkning er bundet til konkrete genstande og hændelser. Der skal således være tale om ret jordnær og enkel – og altså brugbar – teori. Eleverne skal ikke præsenteres for elementer af teori, blot fordi disse optræder senere i uddannelsessystemet eller i videnskabsfagene. Derimod kan man naturligvis godt fortælle om eksempler på, hvad der i videnskabsfagene anses for særlig væsentlig teori, og hvad udnyttelsen af denne teori har medført af erkendelsesmæssig eller praktisk art. Som muligheder skal her nævnes: Newtons forklaring af himmelbevægelserne. Relativitetsteorien, der siger, at intet kan bevæge sig hurtigere end lyset. Teorien for elektroners opførsel i halvledere, der førte frem til udvikling af transistoren. Maxwells teori for elektriske og magnetiske felter, som gav ideen til radiobølger, og som er baggrund for den moderne telekommunikation.

Sidst i omtalen af teoriens rolle i undervisningen påpeger læseplanen endnu en gang, at eleverne skal opleve teori som nyttig og brugbar. De skal se, hvorledes teori ikke blot kan bringe orden på tanker, men også give ideer til nye eksperimentelle undersøgelser. Man lægger her mærke til, at ordet teori bruges i en bred betydning – tanker om sammenhænge og årsager.

»Teori« refererer altså ikke blot til store tænkemæssige bygninger i videnskabsfagene, men også til helt enkle forklaringsmodeller, som elever selv kan opstille og efterprøve.

Man bør erindre, at de fleste elever på forhånd har dannet sig en lang række hverdagsforestillinger, teorier og forklaringsmodeller om fysiske og kemiske fænomener. Sådanne forestillinger må tages alvorligt i undervisningen, og hvor det er hensigtsmæssigt, bør de diskuteres, uddybes, suppleres eller ændres.

7.3.2 Stoffer og fænomener omkring os

Vor forståelse af den fysiske og kemiske beskrivelse af os selv og verden omkring os tager meget ofte udgangspunkt i erfaringer med stoffer og fænomener i vore helt nære omgivelser. »Stoffer og fænomener omkring os« er da også ét af de centrale kundskabsområder i læseplanen, og det nævnes umiddelbart efter »fagets arbejdsmetoder og betragtningsmåder«. Læseplanen nævner en række fysiske og kemiske »grundfænomener«, som vil komme ind i en lang række sammenhænge. Eksempelvis vil varmeudbredelse og varmeisolering naturligt indgå i en beskrivelse af samfundets energiforbrug, i en omtale af menneskers, dyrs og planters samspil med miljøet, i omtale af egenskaber ved forskellige stoffer osv.

Vore sanser

Læseplanen nævner fænomener, der er forbundet med begreber som f.eks. lyd, lys, varme og kulde, lugt eller smag, men specificerer ikke nøjere. Der er således stor frihed for lærer og elever mht, hvilke sansefænomener man vil beskæftige sig med. Fænomener, der er forbundet med lys, kan være lysbrydning og billeddannelse ved hjælp af linser og spejle. Det kan imidlertid

også være farvespredning, genstandes farver og vor farveopfattelse, eller fænomener, der er knyttet til lysets egenskab som energitransportør. Fænomener med tilknytning til lyd kan være musik, støj og støjmåling, høresansen og høregrænser, så vel som lydens udbredelse, fart og lydens bølgenatur.

I forbindelse med ordene varme og kulde er det nærliggende at tænke på temperatur og temperaturopfattelse, men også varmeisolering, varmestråling, varmeledning og varmeledning melder sig. Hvilke egenskaber ved overtøj er vigtige, hvis det skal passe til det og det vejr? Hvorfor bliver det behageligere at sidde i en stue, hvis ydervæggene bliver ordentligt isoleret? osv.

Stofegenskaber

I kundskabsområdet nævnes kendskab til egenskaber ved stoffer og materialer, der omgiver os. Det kan nogle gange være hensigtsmæssigt at starte med en mere sammenhængende behandling af stofegenskaber, der er fælles for en lang række vigtige stoffer, f.eks. ætsende virkning af syrer og baser, styrke og ledningsevne hos metaller, brændbarhed af kulbrinter og varmeisolerende evne ved luftige materialer. Men i mange tilfælde vil stofegenskaber passende indgå i arbejdet med emner, der også har relation til kundskabsområderne »teknologi« og »liv og miljø«.

Hvilke egenskaber er det ved plast, der gør det velegnet som konstruktionsmateriale i elektriske apparater? Hvad er det for egenskaber ved kalk, der gør det velegnet i kampen mod forsuren? Hvad er det for egenskaber ved klor, der gør, at vi bruger det så meget, men som også gør det så farligt? Hvad er det for egenskaber ved glas, der gør, at man bruger det til briller? osv.

Der udvikles i disse år hele tiden nye materialer med bemærkelsesværdige egenskaber. Det kan være naturligt at nævne dette for eleverne og at omtale eksempler herpå.

7.3.3 Det naturvidenskabelige verdensbillede

Fysik og kemi handler ikke blot om systematisering af iagttagelser, men også om menneskets tanker om det iagttagne. Dette giver sig i læseplanen bl.a. udtryk i, at »det naturvidenskabelige verdensbillede« er valgt som et af de centrale kundskabsområder. Verdensbilledet strækker sig her fra det største - universet – til det mindste – atomernes verden – og kundskabsområdet omfatter ikke blot det nutidige verdensbillede, men også træk af de forestillinger, mennesket til forskellige tider har gjort sig om verdens fysiske og kemiske opbygning. Her kan man f.eks. tænke på teorien om alle tings opbygning af fire elementer, jord, ild, vand og luft og tanken om Jorden som verdens centrum.

Verdensrummet

Ifølge læseplanen skal eleverne have en elementær orientering om universet. Først og fremmest om vort eget solsystem med planeter og måner, men også lidt om stjerner og galakser.

Eleverne bør få kendskab til, at stjernerne er fjerne »sole«, og at alle de stjerner, vi kan se, tilhører den galakse, vi kalder mælkevejen, samt at der er mange andre galakser. Herudover er der mange muligheder for at komme ind på emner, som måske optager eleverne meget. Tænk blot på spørgsmål som: Hvordan er der på andre planeter? Kan der være liv andre steder i universet? Kan stjerner eksplodere?

Ifølge læseplanen skal eleverne have et elementært kendskab til principper for bevægelser i verdensrummet. Der uddybes med en bemærkning om, at det kendskab, de opnår, skal være af en sådan art, at eleverne *for eksempel* kan forstå fænomener som dag og nat, daglængde, midnatssol og vintermørke og geostationære satellitter, Månens faser og formørkelser. Eleverne skal altså kunne forstå enkle fænomener, som de direkte kan iagttage i deres hverdag, eller som de kan se følgevirkninger af.

Vigtige »principper for bevægelser i verdensrummet« er derfor: Eksistensen af »vedvarende« bevægelser uden energiforbrug, som f.eks. Månens bevægelse om Jorden. Raketprincippet. Tyngdekrafternes eksistens

og indflydelse. Man kommer herved uundgåeligt ind på det *fysiske* indhold i Newtons love.

Atomere og molekyler

Bevæger man sig i kundskabsområdet »det naturvidenskabelige verdensbillede« fra beskrivelsen af universet til den atomare verden, møder man modelbeskrivelser af stofopbygning, der kan forklare stofegenskaber og stofomdannelser: Molekylmodeller, atommodeller og atomkernemodeller.

I fysikken og kemien tjener indførelsen og anvendelsen af en model til at skabe større overskuelighed og indsigt, og dette må naturligvis også gælde, når der skal undervises i fagene. De modeller, der indføres, må være anvendelige for eleverne. Disse skal kunne forstå, hvad modellen går ud på, og hvad den forudsiger. En håndfast og enkel, men brugbar model må derfor foretrakkes fremfor en model, som videnskabeligt set er bedre, men som er uanvendelig for eleverne, fordi den er for abstrakt.

Selv den mest naive model, hvor atomer repræsenteres ved farvede kugler med et antal huller, kan i høj grad være med til at give indhold i begreber som grundstof, kemisk forbindelse og molekyle. Og brug af modellen kan bidrage stærkt til elevernes forståelse af vigtige forhold vedrørende kemiske reaktioner, og til deres forståelse af, hvad kemiske formler og reaktionskemaer repræsenterer. Hvorfor reagerer givne stoffer altid i bestemte mængdeforhold? Hvad forstås ved valens? Hvad kan man lære af en kemisk formel? osv. Meget enkle atom- og molekylforestillinger kan være en stor hjælp til forståelsen af, at de umådelige mængder af kul, som elværkerne brænder af, ikke bare bliver til en smule aske, men at det allermeste via skorstenen transporteres ud i luften. Tanken om stofkredsløb i naturen kan få et konkret indhold gennem forestillinger om atomer, der flyttes rundt på, og som ikke opstår eller forsvinder.

Eleverne bør opleve rimeligt mange eksempler på, at atom- og molekylmodeller kan forklare stofegenskaber og stofomdannelser. Det kan eksempelvis være

væskers og luftarters almene egenskaber, ledningsevne for metaller og saltopløsninger, samt stofændringer som f.eks. fordampning, smeltning og opløsning.

Atomkerner og stråling

Eleverne skal stifte bekendtskab med, hvordan man kan beskrive atomkerneprocesser. Her vil en brug af meget enkle dråbe- eller kuglemodeller være på sin plads. Såvel fusion, der er energikilde i stjernerne, som fission, der anvendes i kernereaktorer, kan omtales. Det er også nærliggende at tænke på naturligt forekommende og kunstigt skabte radioaktive henfald og henfaldskæder. Man lægger imidlertid mærke til, at læseplanen taler om at beskrive atomkerneprocesser, ikke om at forklare dem. Man kan med fordel anvende en simpel modelbeskrivelse, hvor det væsentlige er, at kernerne består af protoner og neutroner, som eleverne evt. kan forestille sig som små kugler.

Til forklaringen af ioniserende stråling kan man også anvende en partikkelmodel. Strålingen beskrives da så som små kugler, der udsendes med stor fart fra et radioaktivt materiale. I denne model vil virkningen af den ioniserende stråling kunne sammenlignes med billiardkuglers evne til ved sammenstød at sætte andre billiardkugler i bevægelse.

De »kugler«, der sættes i bevægelse, når strålingen passerer levende væv, vil især være elektroner. Dem er der flest af, og de er lette at flytte på. Flytning af elektroner kan give basis for kemiske reaktioner, som måske ellers ikke ville finde sted, og det kan være skæbnesvangert netop i levende væv.

Ved anvendelse af en sådan, enkel model kan eleverne opnå en indsigt, som kan være nyttig for dem, når de som samfundsborgere skal vurdere og tage stilling i den offentlige debat om eksempelvis bestråling af madvarer, farligheden af radioaktive udslip fra kerneenergiværker og strålingsbeskyttelse i arbejdsmiljøet.

7.3.4 Liv og miljø

I læseplanen fremhæves stærkere, end det tidligere har været tilfældet, at en vigtig side af fysik/kemi-under-

visningen vil være en behandling af vort ansvar for naturen og det levende.

Som eksempler på fysiske og kemiske forhold, der kan have betydning for mennesker, dyr og planter, kan nævnes kuldioxidmængden og iltmængden i luften, fugtighedsgraden, støjniveauet, temperatur- og lysforholdene, surhedsgraden i jord og søer, forekomsten af tungmetaller og miljøgifte, farlige stoffer på arbejdspladsen og i hjemmet osv. osv.

Sådanne forhold er måske i mindre grad emner i sig selv, end de er noget, der medtages, så snart der er anledning dertil. Hele tiden tænker man også på det levendes vilkår, når man beskæftiger sig med fysiske og kemiske forhold. I mange sammenhænge vil det være vigtigt at fremhæve, at det ikke er selve forekomsten af dette eller hint stof, men koncentrationen deraf, der er det vigtige.

Eleverne skal have indblik i begrebet kredsløb i naturen ved, at et eller flere fysiske eller kemiske kredsløb omtales. Det kan f.eks. være vandkredsløbet, kulstofkredsløbet eller kvælstofkredsløbet. Man kan i forbindelse hermed evt. komme ind på noget, der ikke gennemgår kredsløb: Fra Solen modtager Jorden en stadig strøm af energi. Denne energi forlader imidlertid Jorden igen efter kortere eller længere tids forløb. Der er således ikke tale om noget kredsløb. De mineraler, der udnyttes af mennesket, flyttes og omdannes, men de indgår heller ikke inden for overskuelig tid i noget kredsløb.

Ifølge beskrivelsen af kundskabsområdet skal eleverne have kendskab til enkle eksempler på, hvorledes menneskelig aktivitet kan påvirke miljøet. Det kan være ved forbrug af råstoffer og andre naturressourcer, ved opførelse af produktionsanlæg som fabrikker, dæmninger, vindmøller osv., ved udledning af stoffer eller kølevand, der afgiver varme.

Dette behandles naturligt i sammenhæng med emner fra området »teknologi«.

Fysik, kemi og teknologi er tæt forbundne, og skolefaget fysik/kemi har en uomgængelig forpligtelse til at

bidrage til elevernes forståelse af deres teknificerede omverden. Det gælder forståelsen af de nære omgivelser såvel som forståelsen af hele teknologiens rolle i samfundet. I forbindelse hermed kommer begrebet teknologivurdering naturligt ind. Hvilket behov har vi for at udnytte en bestemt teknologi, og hvilke følger vil brugen af den have? Der kan være tale om belastning af nærmiljøet. Fordele eller risici for ansatte og omkringboende i forbindelse med udnyttelsen af en metode eller fremstillingen af et produkt. Problemer i forbindelse med råstoffremskaffelse eller den sluttelige affaldshåndtering. Selve brugen af produktet kan medføre lettelser og fordele for direkte brugere og for andre mennesker, men også ulemper og farer. Alle sådanne forhold vil det være rimeligt at tænke på, når det skal afgøres, om man ønsker et produkt fremstillet. Eleverne bør gøres opmærksomme på, at enhver handlen indebærer en form for risiko, og at der normalt er tale om at vælge mellem forskellige risici, men at nogle kan være lettere at overskue end andre. Evt. kan man berøre begrebet risikovurdering.

Læseplanen lægger i højere grad, end det hidtil har været tilfældet, vægt på, at den moderne teknologi behandles i undervisningen. Det gælder den kemiske produktion og anvendelsen af kemiske produkter, og det gælder den nyere elektricitetslære: Elektronikken.

Energiproduktion og energiforbrug

Ifølge beskrivelsen af kundskabsområdet skal eleverne have indblik i samfundets brug af lagerenergi og vedvarende energi. Som eksempler på lagerenergi kan nævnes kul, olie, naturgas og uran, og som eksempler på vedvarende energi: sol-, vand- og vindenergi, og brugen af biobrændslerne halm og biogas. Ved behandlingen vil det være nærliggende at komme ind på de helt forskellige virkninger for Jordens energibalance, udnyttelsen af hhv. lagerenergi og vedvarende energi har. Følgevirkningerne ved samfundets brug af energi kan være dannelse af sur regn, omdannelse af landskabet gennem opstemning af vand, produktion af flyveaske etc.

Ifølge læseplanen skal eleverne høre lidt om de uundgåelige tab, der forekommer, når man søger at udnytte de forskellige former for energi. De skal altså vide lidt om energitransport til og fra el- og varmekværker, og de skal oplyses om, at der skabes »spildvarme« ved mange processer, men at det ikke skyldes sløseri med energien. Når man f.eks. laver elektricitet ved at brænde kul af, vil uvægerligt over halvdelen af energien i kullene gå til opvarmning af kølevand. Det følger af en naturlov og er ikke udtryk for manglende teknisk kunnen.

Kemisk produktion

Som eksempler på kemisk produktion kan vælges såvel mere enkel, »lavteknologisk« som mere raffineret »højteknologisk« produktion. Man kan behandle produktion, der udnytter »danske råstoffer« som olie, kalk eller sand. Man kan udvælge sig produktion af øl, tekstiler eller plast eller forsøge med måske mere uprøvede områder inden for bio-kemi eller bioteknik. Den kemiske industri er i en rivende udvikling. Den spiller på godt og ondt en voksende rolle i det danske samfund såvel som i verden i det hele taget. I Danmark vil tyngdepunktet nok efterhånden flytte fra produktion af store mængder »enkle« produkter hen mod fremstilling af mindre mængder »specialiserede« forbindelser, og dette kan man evt. tænke på ved udvælgelsen af eksemplerne.

Man bemærker, at eleverne skal have indblik i fordele og ulemper ved benyttelse af de kemiske produkter. En behandling af kun selve de kemiske processer i produktionen er altså ikke nok. På den anden side er fordele og ulemper ved benyttelse af produkterne i landbruget, industrien eller den daglige husholdning et så omfattende område, at der ikke kan blive tale om andet end et indblik, og det er da også dette ord, planen anvender. For den lærer, der ønsker det, vil det formentlig være let at vælge eksempler, der er aktuelle i den offentlige debat, f.eks. med tilknytning til miljø- og forureningsspørgsmål.

Undervisningen i fysik og kemi har en mulighed for at

komme lidt dybere end den mere kortfattede journalistiske orientering af almenheden, som er en del af den offentlige debat, og som eleverne møder i aviser, radio og tv. Hvorfor holder man ikke blot op med at bruge kunstgødning? Hvorfor er der fosfat i vaskepulveret? osv. osv.

Elektricitet

Inden for området elektrisk teknologi skal eleverne bl.a. opnå kendskab til fremstilling og distribution af elektricitet i samfundet, dvs. kendskab til brugen af generatorer i kulfyrede kraftværker og vindmøller og herunder begreberne induktion og transformation. Det er nærliggende også at omtale vandkraftværker og atomkraftværker.

Eleverne skal endvidere opnå kendskab til principper bag brugen af elektricitet i forskellige apparater i hjemmet. Det er således principperne og ikke den detaljerede udformning af apparaterne, det drejer sig om. Som »principper« kan man tænke på den elektriske strøms varmekvælbning (lys og opvarmning) og elektromagnetisme, men vendingen dækker også elektrisk energioverførsel i almindelighed, herunder begreberne strøm, spænding og effekt, og principielle træk ved det elektriske ledningsnet i huset og de tilhørende installationer.

Elektronik

Brug af elektricitet i hjemmet omfatter naturligvis også elektroniske apparater, men gennem læseplanens ord »anvendelse af elektronik i samfundet« vises, at man ikke skal begrænse sig til brugen i hjemmet. Man kan tænke på anvendelse af elektronik til kommunikation, styring og automation samt til behandling og lagring af information. Eksemplerne i elevernes hverdag er mangfoldige: Satellit-tv, hybridnet, elektroniske musikanlæg, brug af mikroprocessorer i ure, biler, lommeregner osv.

»Enkle elektroniske principper« kan f.eks. være brug af »følere« (transducere), styring af store strømme ved hjælp af ganske små, brug af enheder med »ja/nej-

funktion« (åben/ lukket, 0/1) og udmåling af tid ved afladning af en kondensator gennem en modstand eller ved elektronisk tælling af et antal standard-impulser.

I fortsættelse af, hvad der er sagt ovenfor, skal imidlertid fremhæves, at selv om et område som elektronik er nævnt ét bestemt sted i læseplanen, betyder det ikke, at elektronik skal ligge som et enkelt, sammenhængende forløb i undervisningen. Det kan endda være, at der slet ikke skal være nogle særskilte elektronikforløb, men at behandlingen af elektroniske principper og brug af elektronik sker i den «øvrige» undervisning.

Undervisningen i 10. klasse

8.1 Kommentarer til læseplanen

I 10. klasse lægges ifølge læseplanen øget vægt på faglig fordybelse og forståelse af større sammenhænge.

Det præciseres oven i købet, at kravet om fordybelse gælder såvel den teoretiske som den praktiske side af faget.

Fordybelse inden for det praktiske arbejde kan medføre, at der naturligt bliver tale om lidt længerevarende eksperimentelle forløb, og at der lægges øget vægt på færdigheder, der er nævnt under hovedområdet »fagets arbejdsmetoder og betragtningsmåder«: Fortrolighed med brug af apparatur, omhu i iagttagelser og indsamling af resultater, evne til at præsentere resultater og konklusioner for andre osv.

Fordybelse inden for de mere teoretiske sider af arbejdet har klar sammenhæng med den forståelse af større sammenhænge, som læseplanen også fremhæver. Derudover må en fordybelse imidlertid gå på anvendelse af teori og sammenhæng mellem teori og eksperiment. Eleverne skal altså både opleve det behov for teori, der møder en, når man foretager en seriøs, eksperimentel undersøgelse, og den nytte, man kan have af teori: En teori kan give inspiration til nye iagttagelser og forsøg, og den kan være til stor hjælp ved løsning af praktiske problemer.

Arbejdet med fysik og kemi kan foregå i såvel faglige som tværfaglige sammenhænge. Blot må huskes, at i tværfagligt arbejde gælder de fysik/kemi-faglige krav stadig.

Som nævnt i planen skal det samlede årsforløb omfatte både fysik og kemi. Det bør tilstræbes, at der er tale om væsentlige bidrag fra begge fagområder.

Læseplanen nævner fem »hovedfelter«, hvoraf flere skal omfattes af undervisningen. Det fremgår imidlertid tillige af planen, at disse fem felter ikke må forveksles med de emner, undervisningen organiseres i. I princippet kan man godt arbejde med et eneste emne hele året, forudsat at det har den tilstrækkelige bredde og dybde og omfatter flere af hovedfelterne. Ofte vil man dog foretrække at arbejde med en række forskellige emner.

Som et eksempel på et emne, der kan dække flere hovedfelter og optage en stor del af årsforløbet, kan nævnes »Den lokale fabrik«, hvor man arbejder med fabrikkens brug af moderne teknologi, arbejdsmiljøet på fabrikken, dens råvarer, produktion og affald, energiforbruget etc.

Et andet eksempel er »Moderne kommunikation«, hvor man behandler svingninger og bølger, mikroelektronik, kommunikation i verdensrummet (geostationære satellitter), fremstilling og anvendelse af stoffer med specielle egenskaber i kommunikationsudstyr etc.

Et tredje eksempel er »Oprydning efter en akkumulatorfabrik«, hvor man ikke blot beskæftiger sig med selve oprydningen og de tilhørende miljøproblemer, men også med den forudgående produktion, den anvendte teknologi, fremskaffelsen af råmaterialer, akkumulatorernes anvendelse og reoveringen af gamle akkumulatorer osv.

Som eksempler på emner, der hovedsageligt hører under et enkelt hovedfelt og som hver for sig kan optage en lidt større del af året, kan nævnes:

»Den galvaniske celledes historie fra Volta til vore dages elementer«, »Mikroelektronikken i vor hverdag«, »Atom- og kernefysik«, »Fra Big Bang til liv på Jorden«, »Bølger og svingninger«, »Vandmiljøplan og havforurening – hvad sker der, og hvad gør man?«, »Fra olie til plast«, »Hvordan påvirker vi miljøet på Jorden?«, »Stop forureningen i Norden«, »Sol og vind i fremtiden i Danmark«, »Gødningsproduktion i Fredericia«, »Opdagelsen og anvendelsen af elektrisk strøm«, »Moderne flynavigation«, »Plast med nye

egenskaber« eller »Anvendelse af superledning, en mulighed i fremtidens elværker?«.

Der er oplagte muligheder for elevindflydelse og udstrakt fagsamarbejde, ligesom aktiviteterne kan være af meget forskellig karakter.

I et tværfagligt arbejde med energi, miljø og ressourcer som emne kan eleverne trænes som »energikonsulenter« gennem praktiske forsøg og laboratoriarbejde, ved brug af datamaskine-simuleringer, besøg på byggepladser og i private hjem. I et arbejde med affald og genbrug kan eleverne få indsigt i emballage-, teknologi-, energi- og miljøspørgsmål. De kan i en vekslen mellem laboratoriarbejde, læsning, virksomhedsbesøg og diskussioner få viden om mulighederne for affaldssortering, kompostering og ren forbrænding osv. Arbejde med »Elektronisk databehandling-registerstaten Danmark« kan omfatte praktiske elektroniske konstruktioner osv.

8.2 Om de særlige muligheder på 10. klasetrin

Revisionen af Folkeskoleloven i 1985 gav langt friere muligheder for tilrettelæggelse og organisering af det samlede undervisningstilbud i 10. klasse. Fysik/kemi kan fortsat optræde selvstændigt på skemaet, men der er også mulighed for at lade det indgå i skemablokke sammen med andre fag. Strukturen for 10. klasse vælges meget forskelligt fra kommune til kommune og fra skole til skole. Nogle steder er indført en ugentlig »projektdag«. Andre steder veksles mellem tværfaglige »temaforløb« og »kursusforløb« hen gennem året. Nogle steder deles året i semestre med meget forskelligt indhold og struktur.

Hvad angår samarbejdsmuligheder, er det vigtigt, at fysik/ kemi-læreren tænker utraditionelt og selv er udfarende. Belært af tidligere tiders erfaringer om fysik-kemi-lokalet som et ret fagisolert værksted vil andre fags lærere måske ikke tænke på fysik/kemi som den første samarbejds mulighed, når 10. klasse skal drøftes igennem.

Forholdene er dog under forandring. Der foregår på mange skoler temaarbejder om energiproblemer, affald, sundhedsforhold, mad, genbrug, moderne kommunikation osv., hvor fysik/kemi yder vægtige bidrag. Der er også eksempler på produktionsuger, hvor der laves kosmetik, marmelade, solvarmeanlæg etc. og hvor der bliver lejlighed til fordybelse i varedeklarerer, tilsætningsstoffers funktion, anvendelse af forskellige gængse apparaturer, værktøjer og procedurer fra hverdagen osv. Det er vigtigt, at lærere, elever og forældre gøres opmærksomme på den ændring i læseplanens indhold og sigte, som nu er sket, og som giver særlige muligheder for arbejdet i 10. klasse.

8.3 Prøve eller ikke-prøve

Eleverne kan gå til folkeskolens afgangsprøve i fysik/kemi efter 10. klasse, uanset om de har modtaget undervisning i faget eller ej. De elever, der ønsker at indstille sig til folkeskolens udvidede afgangsprøve i fysik/kemi, skal forinden have modtaget en undervisning, hvor den lokale læseplans krav til fysik/kemi på udvidet kursus er opfyldt. Med den prøvebekendtgørelse, der blev udsendt i 1987, er der vide muligheder for, at prøverne i form og indhold kan afspejle den daglige undervisning, også når der er tale om fysik/kemi i et udvidet fagsamarbejde.

Men ikke alle elever ønsker at gå til prøve. Desuden er der en del elever, som nok er interesserede i fysiske og kemiske spørgsmål, men som ikke er indstillet på at bruge så meget tid på det faglige, som en prøveforberedende undervisning kræver. Man bør derfor ikke overse den mulighed, at fysik/kemi kan indgå i fagsamarbejde og yde nyttige bidrag til temaer, projekter osv. uden at sigte mod prøve i faget. Mange tværfaglige forløb vil blive beriget ved således at få tilføjet en naturfaglig facet, måske blot af beskeden størrelse.

8.4 Om temaer og kursusforløb

Vælger man et større temaforløb, hvor flere lærere og fag skal medvirke, bør det organiseres med klare mål

og tidsrammer og med en plan for, hvem der skal bidrage med hvad. Der må ske en planlægning, hvor eleverne er medinddraget, og der kan blive behov for forundersøgelser i form af virksomhedsbesøg, samtaler med ressourcepersoner uden for skolen osv. Det er vigtigt, at elevernes arbejde med temaet ikke blot bliver »for sjov« eller præget af »som-om« -undersøgelser. Bedst er det, hvis man ender med et produkt, en plancheudstilling, rapport eller anden form for synliggørelse, som er til gavn for eleverne selv og andre, og som kan have betydning ved en eventuel aflæggelse af prøve. Glæden ved at formidle noget til andre er måske netop det, der bærer videre til et nyt temaarbejde. Med sine krav om bredde, fordybelse, organisation, samarbejde, inddragelse af ressourcer uden for skolen, synliggørelse osv. kan temaarbejde være et meget væsentligt element i den udskolingsproces, som 10. klasse først og fremmest er karakteriseret ved.

Undertiden vælges et temaarbejde, der tager udgangspunkt i et problem, men hvor det er mere usikkert, hvilken vej man skal gå, og hvor langt man kan komme. Ved sådanne «åbne» opgaver kan man i mindre grad end ellers foretage en forudgående planlægning, men det er stadigvæk vigtigt at have nogle klare mål: Det går ud på at undersøge Det går ud på at finde ud af, om vi kan fremstille Og i nogle tilfælde vil man nå nærmere det ønskede mål end i andre. Eleverne bliver i højere grad end ellers medansvarlige for selve tilrettelæggelsen, det daglige arbejde og i den sidste ende projektets succes eller fiasko. Man kan også i højere grad end ellers få brug for sammenhængende arbejdstid. Forløb af den skitserede art kan derfor med fordel lægges i projektuger, hvor skolearbejdet helt eller delvis er helliget den pågældende opgave. Det kan undertiden være meget hensigtsmæssigt at indlægge et eller flere kursusforløb – f.eks. noget stofkemi eller noget om apparaturbetjening – i et temaarbejde. Man må blot passe på, at der bliver tale om så korte forløb, at man ikke risikerer at miste forbindelsen til det, som sagen egentlig drejer sig om.

Appendix I

Anbefalinger fra Tbilisi-konferencen

Et uddrag af anbefalingerne fra Tbilisi-konferencen 1977 om miljøundervisning er herunder gengivet efter en sammenfatning i Undervisningsministeriets rapport, der blev skrevet som en opfølgning af konferencen:

- Miljøundervisningen skal omfatte både det naturgivne og det menneskeskabte miljø – herunder arbejdsmiljøet. Den skal påpege den indbyrdes afhængighed på det økonomiske, politiske og økologiske område i verden i dag, som gør, at handlinger i det enkelte land kan få internationale konsekvenser.
- Undervisningen skal ikke bare give nødvendige kundskaber, men også en ansvarsbevidst holdning og praktiske færdigheder.
- Den skal være en kontinuert livslang proces, begyndende i skolen og videreført gennem efteruddannelse og det ikke-formaliserede undervisningssystem, og den skal henvende sig til alle aldersgrupper og sociale og erhvervsmæssige grupper.
- Miljøundervisning skal være tværfaglig med udgangspunkt i de enkelte discipliner og gives integreret i undervisningen i en række relevante natur- og samfundsorienterede fag såsom biologi/økologi, fysik, kemi, geografi, historie og samfundsfag. Miljølærens placering bør sikres formelt i læseplaner, undervisningsvejledninger og lignende.
- Undervisningen skal foregå i kontakt med naturen og det praktiske liv, det vil sige føres ud af skolen eller uddannelsesstedet til det omgivende miljø.

- Undervisningen skal rette sig mod de nære omgivelser, og derfra give udblik til miljøproblemer nationalt og globalt.
- Miljøundervisningen skal aktivere den enkeltes medvirken for løsning af miljøproblemer.

Appendix II

Nogle tænkte tre-års forløb til 7.-9. klasse

Indledning

Tanken med de følgende 4 eksempler er at give inspiration til den selvstændige skabelse af forløb, som skal ske i den enkelte klasse med mulighed for elevindflydelse og medbestemmelse undervejs. Således skitseres helt kort nogle muligheder for fagsamarbejde, og der antydes forskellige måder at organisere undervisningen på. Eksemplerne skal bidrage til at illustrere de mange muligheder, læseplanen giver, men også de begrænsninger, kravene i planen sætter.

Et faktisk forekommende forløb henter forhåbentlig inspiration fra alle 4 eksempler, såvel som fra en række andre kilder – f.eks. gode erfaringer fra arbejdet under den tidligere læseplan. Det vil altså være helt forkert at se forløbene som 4 muligheder, man bør vælge mellem.

De anførte tidsangivelser er naturligvis kun anslåede, men de kan måske give et billede af den detaljeringsgrad, der tænkes på i behandlingen af de enkelte emner.

4 eksempler

Forløb A

I dette forløb må man forestille sig en lærer og nogle elever, der vælger at trække det eksperimentelle og praktisk-håndværksmæssige ret stærkt frem. I 8. klasse indgår et større, forgrenet parallel-forløb om energi.

7. klasse:

Grundstoffer og kemiske forbindelser – med et historisk tilbageblik (ca. 4 måneder)

Til indledning laver eleverne forsøg med ilt, brint og vand, vandsønderdeling og vandsyntese. Samtidig arbejdes med atom- og molekylmodeller, så eleverne får nogle helt grundlæggende forestillinger om atomer og molekyler, grundstoffer og kemiske forbindelser. De kommer også ind på formeltyper og begrebet valens og ser eksempler på simple reaktionsskemaer.

Dernæst studeres fænomener som opløsning, krystallisation og forbrænding, og eleverne får træning i nogle almindelige laboratorietechnikker.

Vand og luft undersøges derpå lidt nøjere, så eleverne får kendskab til yderligere nogle vigtige fysiske og kemiske egenskaber ved disse stoffer.

Forløbet afsluttes med et historisk tilbageblik på tidligere tiders forestillinger om stofopbygning og stofomdannelser.

El-installationer i hjemmet (ca. 4 måneder)

Man starter med klassesamtale om, hvad vi bruger elektricitet til i hjemmet, hvor den kommer fra osv., og går så meget hurtigt i gang med at arbejde med praktisk montering af elinstallationer i et sømbræthus (E17). Herunder lærer eleverne at lodde, og de bruger forskelligt håndværktøj. Der bliver hele tiden trukket forbindelser til forholdene i virkelige huse, specielt elevernes egne hjem. Bagefter arbejder man med sikkerhedsforhold og sikkerhedsregler for anvendelse af elektricitet. Man laver forsøg med HFI-afbrydere, strøm gennem mennesker etc.

Vi skal have hjertet med (ca. 1 måned)

Læreren har tidligere læst en artikel med denne overskrift, som nogle fysiklærere har skrevet. Ved hjælp af en datamat og et oscilloscop optages og fremvises elektriske signaler fra elevernes hjerteslag. Man behandler i samarbejde med biologilæreren hjertets funktionscyklus. Eleverne bruger deres nyerhvervede færdigheder i lodning til at fremstille en lille elektronisk enhed (en »bipper«), der giver lyd i takt med de-

res hjerteslag, når den forbindes med elektroder på deres krop.

Kikkerter, lys og spejle (ca. 1 måned)

Som sidste ting inden sommerferien arbejder eleverne praktisk med lys. De bygger kikkerter af paprør, laver forsøg med spejling og med lysbrydning i vand, bygger periskoper og kaleidoskoper etc.

8. klasse:

Iagttagelse af Solen, Månen og stjernehimmelen (ca. 1 måned)

Eleverne bruger her deres egne kikkerter til hjemme at se på himmelen (bl.a. Månen med dens bjerge) om aftenen. De bygger solure, og de observerer Solens, Månens og stjernehimmelens bevægelse. Endvidere bygger de en skalamodel til demonstration af sol- og måneformørkelser. Læreren sammenknytter og runder af og fortæller og demonstrerer til sidst om årsagen til forskellene i dagens længde (sommer, vinter).

Vejr og klima (ca. 1 måned)

Erfaringer fra arbejdet med luft og vand i 7. klasse udnyttes og udbygges nu i et lille forløb. Ved hjælp af vejr iagttagelser og små forsøg arbejdes med naturfænomener som vind, luftfugtighed, temperatur, regn, sne, isslag og tåge. I forbindelse hermed behandler man vandkredsløbet som et eksempel på kredsløb i naturen.

Man kommer også ind på Solens rolle som energikilde for vejr-fænomenerne, og dette danner optakt til det næste emne.

Vort energiforbrug (ca. 5 måneder)

Læreren har opfordret eleverne til at prøve at finde avisartikler om emnet »energi«. Dette resulterer i, at der kommer en række artikler med overskrifter som »Vindmøller næsten på højde med Rundetårn«, »150 meter høj skorsten på Asnæsværket giver ren luft« og »Orø biogas kan starte med 70 procents tilslutning«. Endvidere kommer der en brochure »Lad dyrene opvarme stuehuset med et staldvarmeanlæg« og et ek-

semplar af »Nesa-nyt« med en lang liste over elforbrug for hjemmets forskellige elartikler.

Med dette som udgangspunkt arbejder klassen det næste halve år med en række »projekter« og delemner, der alle hører under temaet »vort energiforbrug«. I dele af forløbet arbejder eleverne i grupper med forskellige emner. De enkelte parallelforløb afsluttes så ved, at hver gruppe fremlægger for de andre ved at fortælle og demonstrere. I andre dele af forløbet arbejder klassen som en helhed. Det er bl.a. tilfældet i et »kursusforløb« om »elektricitetsproduktion og fordeling af el-energi«.

Eleverne arbejder i øvrigt med delemner som »Forsøg med simpel, selvkonstrueret solfanger«, »Forsøg med solceller«, »Forsøg med selvkonstrueret vindmølle«, »Lagring af elektrisk energi«, »Anvendelse af alternativ energi i fremtidens Danmark«, »Dit personlige energiforbrug på skolen og hjemme«, »Du selv som maskine« og »Sund mad og slankekur«. Eleverne er endvidere på besøg på en varmecentral (fjernvarmeværk).

Under arbejdet får eleverne erfaringer med forskellige materialeegenskaber, herunder magnetisme, og man er inde på miljøpåvirkninger fra energiproduktionen.

Stoffer og materialer i husholdningen (ca. 3 måneder)

Eleverne har taget en lang række kemikalier med fra køkken, badeværelse og bryggers. Med pH-papir undersøges stoffernes syre-baseegenskaber. Ud fra denne undersøgelse diskuteres brugen af baser som rengøringsmidler. Der lægges vægt på at læse og diskutere deklARATIONERNE på emballagerne og på at forstå sikkerheds- og risikoforskrifterne.

Der fremstilles sæbe og laves forsøg med at bestemme vands hårdhedsgrad. Man undersøger pH i madvarer og frugt, og ved titrering bestemmes eddikesyreindholdet i afkalkningsmidler og madeddike. Eleverne får udleveret en tabel over tilsætningsstoffer, og klassen læser indholdsdeklARATIONER på sodavand som baggrund for fremstillingen af klassens eget sodavandskoncentrat. Til sidst sættes fokus på brugen af carbo-

nater i hævemidler, og klassen finder ved forsøg frem til en opskrift for brusepulver.

De simple modeller for stofopbygning, som eleverne mødte i 7. klasse, anvendes og videreudvikles undervejs. Blandt andet knyttes der formelnavne til nogle af de trivialnavne og kemiske betegnelser, som findes på emballagerne.

9. klasse:

Fra råstof til færdigvare (ca. 3 måneder)

Eleverne arbejder her med fremstilling af metaller som jern og kobber med vægt på, hvordan man gjorde i oldtiden, og hvordan man gør i dag. Der bliver lagt særlig vægt på mere almene træk, og man beskæftiger sig med den anvendte teknologi, med energiforbruget og med anvendelsen af råstoffer.

Bagefter går man i gang med »kul, olie og naturgas som kemiske råstoffer«. Udgangspunktet er sidste års beskæftigelse med energi. Kan stofferne ikke bruges til andet end blot at brænde af? Hovedvægten i det følgende ligger på plastproduktion og plastteknologi. Man undersøger egenskaber ved plast, og disse egenskaber bliver belyst gennem modeller for den kemiske opbygning af plast. Endvidere besøger man en sprøjtestøbningsvirksomhed.

Vort smukke univers (ca. 2 måneder)

De astronomiske iagttagelser i 8. klasse følges nu op. Klassen ser en lysbilledserie med meget smukke »nærbilleder« af planeter og måner optaget af rumsonder. Eleverne bliver optaget af de mange forskellige farver og overfladestrukturer, som planeterne og deres måner udviser. De prøver at finde ud af, om mennesker kunne leve eller bare opholde sig på andre himmellegemer i vort solsystem. Man kommer også ind på, hvordan solsystemet er opstået og har udviklet sig.

En diskussion af muligheden for rumrejser leder over i en behandling af principper for raketters, planeters og satellitters bevægelser. Læreren laver her en række demonstrationsforsøg. Eleverne ser en science-fiction-film, og bagefter diskuterer klassen, hvordan filmen passer med de virkelige forhold i universet.

Sidst i forløbet fortæller læreren om forholdene uden for solsystemet – om stjerner, galakser og afstande i verdensrummet. I forbindelse hermed vises lysbilleder af fjerne objekter.

Elektronisk lyd (ca. 2 måneder)

Efter det »fortællende« astronomiforløb følger et praktisk elektronikforløb, hvor eleverne bygger en astabil multivibrator på sømbræt. Den indeholder pærer, der blinker, og den bliver forbundet med en højttaler, der reagerer i takt med blinkene. Der bliver ændret komponenter, så frekvensen forandres. Dette leder over i en beskrivelse af lydudsendelse, lydopfangning og høregrenser.

Eleverne bygger deres multivibratorer sammen til et simpelt elorgel og stemmer det ved hjælp af en elektronisk stemmegaffel fra musiklokalet. De ser på lyde og toner på oscilloscop. Bl.a. ser de forskel i toner fra forskellige musikinstrumenter.

De skaber toner og klangfarver ved hjælp af en datamaskine, der er koblet til en højttaler, og de kommer ind på emnet »syntetisk tale«.

Endelig måler eleverne lydstyrker og hører lidt om de forskellige dB-skalaer og deres sammenhæng med ørets følsomhed.

Stråling omkring os (ca. 3 måneder)

I dette forløb tager man udgangspunkt i røntgenapparatet på skolens tandlægeklinik, hvor man får lov at optage et par små røntgenbilleder. Man studerer også de sikkerhedskrav, der er på klinikken mht strålebeskyttelse.

Derefter beskæftiger man sig med den teoretiske beskrivelse af radioaktivitet og atomers og atomkerners opbygning. Dette bliver efterfulgt af arbejde med radioaktive kilder i form af Risø-kilderne, glødenet fra gaslamper, et gammelt selvlysende ur og støv fra en uventileret kælder. Læreren fortæller om virkninger af ioniserende stråling på mennesker og om grænseværdier. Man snakker også om konservering af madvarer ved bestråling. Hvilke risici er der? Hvorfor kræver vi

her i landet, at varerne mærkes? Til slut kommer man ind på energiproduktionen i stjerner og forklaringen heraf.

Forløb B

Her må man forestille sig et forløb, hvor lærer og elever forsøger at forbinde fysik- og kemi-undervisningen med naturfænomener og biologi. Menneskets samspil med naturen kommer ind i overvejelserne mange gange.

7. klasse:

Luft og vand, betingelser for liv (ca. 3 måneder)

Der arbejdes indledningsvis med luftens fysiske og kemiske egenskaber. Eleverne bestemmer luftens iltindhold og fremstiller ilt ud fra vand ved elektrolyse og ved spaltning af hydrogenperoxid. Herefter undersøges iltens betydning i forbindelse med forbrændingsprocesser samt ånding hos planter og dyr. Der arbejdes i den forbindelse også med opløst ilt. Kuldioxid påvises som forbrændingsprodukt og i udåndingsluften, og eleverne lærer mere om denne luftart ved undersøgelser af sodavand, gær, bagepulver osv.

Planternes rolle som iltproducenter på Jorden belyses gennem forsøg med stueplanter og vandplanter. Der fortælleres om fotosyntese og ånding som processer, der skal være i balance. Med udgangspunkt i en sø med iltvind fortælleres der om, hvordan menneskelig aktivitet i husholdning og landbrug kan forrykke balancer. Der arbejdes videre med ilt/kuldioxid-balancen i et globalt perspektiv. Eleverne ser endvidere en film om kulstoffets kredsløb på Jorden.

I forbindelse med arbejdet med ilt, kuldioxid og vand får eleverne et kursus i brugen af atom- og molekylmodeller. Herved opnår de en første fortrolighed med begreber som atom, molekyle, grundstof, kemisk forbindelse og valens samt kendskab til stregformler, bruttoformler og meget simple reaktionsskemaer.

Hørelse og syn (ca. 2 måneder)

Dette forløb starter i sløjd- og metalsløjdlokalet, hvor eleverne bygger forskellige instrumenter. Xylofoner,

fløjter af elektriskerrør, og simple strengeinstrumenter med en dunk eller papkasse som klangbund. Eleverne demonstrerer deres instrumenter for hinanden og dette fører over til en kort beskrivelse af lydudsendelse, lydopfangning, frekvens og høregrenser.

Dernæst omtales støj, støjbeskyttelse og lydisolering. Herunder kommer man ind på lydisoleringen i de huse, eleverne bor i. Hvilke lyde er det let/vanskeligt at skærme mod? Hvordan forplantes lyden? etc.

Endelig laver man forsøg med farver og farvesyn: Dannelse af spektre, farveaddition med udgangspunkt i farve-tv-billedet, farvedannelse ved subtraktion, komplementær-farver, nattesyn, farveblindhed osv.

Elektricitet og magnetisme som naturfænomener (ca. 1½ måned)

Med udgangspunkt i samtale om lyn og torden arbejder eleverne med statisk elektricitet. De laver forsøg med kunststoffer, elektriskerrør, balloner, selvbyggede elektroskoper osv., hvorefter læreren runder af. Dernæst undersøger de kompasser og magneter og prøver at bruge kompas i naturen. Læreren fortæller om brug af kompas ved længere rejser, og om Jordens magnetpoler, misvisning mv.

Solens og stjernernes gang over himmelen (ca. 1½ måned)

Man er nu i den mørke tid, hvor stjernernes bevægelse på den høje, frostklare himmel, og den lave Sols himmelvandring bliver iagttaget. Som hjælp til at identificere stjernebilleder og planeter bruges naturkalenderen. Iagttagelserne følges op ved anvendelse af et edb-program, der viser himmelens udseende til et tidspunkt og i en retning, der frit kan vælges. Man vælger også selv, hvilket observationssted på Jorden, der benyttes. På tv-skærmen vises stjernebilleder, Sol, Måne og planeter. Apparatet bliver brugt til at illustrere himmellegemernes daglige bevægelse samt brugt til at vise (forudsige), hvordan syd-himmelen vil se ud »samme aften«, om et år osv.

Forløbet veksler mellem observationer, datamat-simu-

leringer og classesamtaler, og eleverne opstiller og efterprøver teorier om, hvad man kan forvente at iagttage. Hvor på himmelen kan fuldmånen stå lige efter solnedgang? Hvordan flytter Karlsvognen sig på et par timer? Ser man de samme stjernebilleder i Rønne og på Mallorca? osv.

Mennesket og elektriciteten (ca. 2 måneder)

Her laver eleverne nogle simple forsøg, der illustrerer brugen af elektricitet til opvarmning og belysning, og i motorer. De studerer hverdagsapparatur som brødrister, el-pærer, fatninger, stikkontakter, forlængerledninger og sikringer og får erfaringer med elektriske kredse, ledere og isolatorer. Af måleapparater bruger de kun watt-meter og el-måler.

Eleverne studerer sikkerhedsregler for anvendelse af elektricitet, og læreren fortæller lidt om »mennesker og dyr som elektriske systemer«. Hvorfor er vekselstrøm farligere end jævnstrøm? Hvorfor er frekvensen 50 Hz et særligt uheldigt valg for os? En elev forsynes med elektroder på underarmen. Man registrerer de elektriske signaler, der kommer, når hun knytter hånden. Dernæst oplever eleverne hudens betydning som elektrisk isolator ved at prøve, hvor let de kan føle el i hånden, ved smårifter og på tungen/læberne. De læser om køer, der malker dårligt, fordi der har været en *ganske* lille spændingsforskel mellem drikkevandstrøget og det våde gulv, køerne stod på, og de læser om de særlige sikkerhedsforanstaltninger, der anvendes på hospitaler ved brug af elektriske apparater med sonder osv.

8. klasse:

På rejse i universet (ca. 2 måneder)

Dette forløb består for en stor del af, at læreren fortæller og viser billeder. Er der tyngdekraft, regnbue, nordlys på Månen? Hvad fandt man på Månen? Et himmellegeme uden vand og atmosfære. En iskold/glohed ørken. Hvordan er de andre planeter i vort solsystem? Smukke, men særdeles ugæstfrie. Solen er en stjerne. Er den uudslukelig? Hvor kommer energien fra? Gennemgangen sker med udgangspunkt i sådanne spørgsmål. Derefter fortæller læreren lidt om galakser

og nævner nogle tanker om stjernernes udvikling og om universets udviklingshistorie.

Man kommer imidlertid også ind på de fysiske bevægelseslove. Læreren laver demonstrationsforsøg med inertiens lov, og eleverne laver kvalitative forsøg over raketfremdrift og jævn cirkelbevægelse. Til slut er der klassesamtale om brug og virkemåde af geostationære satellitter.

Mad (ca. 2½ måned)

Her bygger man videre på forløbet »luft og vand, betingelser for liv« fra 7. klasse. Eleverne undersøger forskellige madvarer for indhold af protein, kulhydrater, fedt og vand. De lærer om de forskellige næringsstoffers betydning i ernæringen, herunder bl.a. om proteineres funktion og om forskellen på forskellige kulhydrater (sukker og stivelse, som er fordøjelige, og cellulose, som er ufordøjeligt). De smører en madpakke, vejer komponenterne, bruger energitabeller, beregner energiindhold og energifordeling og udfærdiger en deklaration. De får lejlighed til at lave ernæringsdeklARATIONER til forskellige opskrifter, som de har med hjemmefra. I dette arbejde bruger de et kostberegnings- og databaseprogram. I tilknytning til arbejdet tales der om energibalance og slankekur, om betydningen af sport, fibre, mindre fedt osv.

Endelig arbejdes med små produktioner, der sætter fokus på madsminke og tilsætningsstoffer. F. eks. laves læskedrikke med og uden naturligt sukker, med fortykningsmidler, farve, essenser osv. Eleverne lærer herved positivt at kende. I arbejdet indgår et besøg på den fælleskommunale levnedsmiddelkontrol.

Vejr og klima (ca. 1½ måned)

Som en fortsættelse af 7. klasses arbejde med vand og luft ser man nu på tingene i lidt større skala. Naturfænomenerne vind, luftfugtighed, temperatur, regn, sne og isslag bliver belyst gennem elevforsøg i laboratoriet og undersøgelser udendørs. Man kommer ind på begreber som højtryk og lavtryk samt på atmosfærens rolle som filter for stråling.

Endelig diskuteres forskel mellem kystklima og fastlandsklima, luftfugtighedens og skydækkets betydning for nattemperaturer, og de konsekvenser, vands »sære« egenskaber har for klima- og temperaturforhold (isens store smeltevarme, vandets store varmekapacitet, massefyldens maksimum ved 4° C, vands lave varmeledningsevne osv.).

***Hvilke konsekvenser har vort store energiforbrug ?
(ca. 2 måneder)***

Læreren fortæller om Brundtland rapporten, og om baggrunden for dens anbefaling af, at energiforbruget i de højtudviklede lande halveres. Eleverne ser en film, der sætter de globale problemer i relief. Herefter går eleverne i grupper i gang med nøjere detailundersøgelser af en række facetter af problemet. En gruppe arbejder med de klimaproblemer, der kan forventes i forbindelse med ophobningen af kuldioxid i atmosfæren. En anden gruppe studerer årsager til den sure nedbør og den sure nedbørs skadevirkninger. En tredje gruppe arbejder med den luftforurening, der kommer fra biler. Gruppearbejdet afsluttes med plancher, der i ord og billeder fortæller om problemerne. Derefter behandles el- og varmeværkernes udledning af spildvarme. Læreren fortæller, at denne udledning ikke skyldes dårlig teknik, men en naturlov. Man gennemgår nogle eksempler, der viser, at energien på sin vej gennem samfundet får lavere og lavere »kvalitet« for at ende som unyttig spildvarme.

Hvordan kan vi spare på energien? (ca 2 måneder)

Efter det foregående arbejde er scenen sat for diskussion af elevernes eget bidrag til udviklingen. Skal vi fryse indendøre, holde op med at tage på charterferie og ikke køre i bil, for at nedsætte energiforbruget? Kan man spare uden fald i komfort?

Efter den indledende diskussion laver eleverne forsøg med varmeledning og varmeisolering, undersøger isolering i huse og snakker om tætning, udluftning og fugtproblemer. De beregner ved hjælp af et datamatprogram, hvor meget energiforbruget i et hus falder

ved forøget isolering, ved indsættelse af dobbelt- og tredobbelt glas i vinduerne etc.

Dernæst studerer de el-forbruget. Hvor stor er forskellen i el-forbrug for et gammelt og et nyt køleskab? For forskellige lyskilder, der bruger el? Behøver bageovne at være sådan, at der bliver ret varmt i køkkenet, når man bager? Arbejdet afsluttes med en plancheudstilling.

9. klasse:

Salt og sæbe (ca. 3 måneder)

Ved behandling af temaet salt tager man udgangspunkt i produktionen af klor, brint, natriumhydroxid, saltsyre og hypoklorit på Soyakagefabrikken i København. Man ser på, hvad disse produkter bliver anvendt til, og kommer ind på debatten om virksomhedens placering i et tætbeholdt byområde. Undervisningsformen er en blanding af elevforsøg og diskussion. Det samme er tilfældet i temaet »sæbe«, hvor der bliver arbejdet med fedtstoffernes vej fra den gule rapsmark til produktionen af fedtsyrer og sæbe. Eleverne fremstiller således selv sæbe, vaskepulver og kosmetiske produkter, og de diskuterer brugen af fosfat-blødgørere i vaskepulver.

Fra energien i elven til den elektriske bil (ca. 2 måneder)

Formålet med dette forløb er dobbelt. Dels vil eleverne og læreren gerne følge sidste års arbejde med energiforbrug og miljøpåvirkningerne derfra op, og dels vil læreren give eleverne rimeligt indhold i en række elektricitets-begreber og noget teori, som kun er sparsomt belyst i det tidligere forløb. Nogle af disse begreber og dele af teorien bliver udbygget og fæstnet yderligere hos eleverne gennem arbejdet med det efterfølgende elektronik-emne.

Forløbet følger elektricitetens vej, fra den bliver skabt på vandkraftværket i Norge, transporteret under Kattegat (som jævnstrøm), sendt videre gennem Jylland til forbrugerens stikkontakt, videre ud i el-bilens akkumulator og derfra endelig til elektromotoren i bilen. Der bliver herunder lavet mange elevforsøg. Man diskuterer kort de ændringer i miljøet, som bygning af

vandkraftværker medfører og kommer ind på de lokale protester i forbindelse med dæmningsbyggerier i Nordskandinavien.

***Elektroniske alarmer som hjælp for mennesker
(ca. 2 måneder)***

Dette er et udpræget praktisk forløb, hvor eleverne skal få kendskab til en række elektroniske principper samt til anvendelse af elektronik i samfundet. Eleverne starter med, to og to, at bygge en simpel fugtighedskontrol-enhed på sømbræt. Efter afsluttet undersøgelse og forklaringer fra læreren bliver den ændret til først en lysfølsom og dernæst en temperaturfølsom enhed. Dette fører over i samtale om anvendelse af forskellige former for sensorer til styring, automatisering og alarmering i hjemmet og ved produktionsprocesser. I arbejdet indgår praktisk arbejde og undersøgelser af en række komponenter og apparatur. Læreren lægger herunder vægt på, at det kommer til at stå klart for eleverne, hvordan de elementære elektricitetsbegreber kan anvendes på det, de arbejder med i elektronik.

Atom- og kernefysikkens historie (ca. 3 måneder)

Her anvender klassen en bog, som gennemgår atom- og kernefysikkens historiske udvikling fra Curies arbejde, katodestralerne og elektronens opdagelse over Thomsons, Rutherfords og Bohrs atommodeller til opdagelsen af neutronen og fissionsprocessen. Herunder skitseres, hvordan teorier opstår, ændres og måske erstattes af andre.

Bogen behandler endvidere radioaktivitet og kerneenergi, og læreren supplerer her med fortælling om de aktuelle planer angående kernekraft i Europa samt fortælling om ioniserende strålings biologiske virkninger. Man er også inde på Tremile-ø-ulykken og Tjernobyl-katastrofen.

Forløb C

Ved dette forløb må man forestille sig en lærer, der er meget interesseret i samfundsaspekterne af fysik og kemi. I 8. og 9. klasse har læreren også klassen i samtidsorientering og kan således samlæse dette fag og fysik/kemi. De emner, der er nævnt nedenfor i 8. og 9. klasse, har også en samtidsorienteringsside, men det er næsten kun fysik/kemi-delen, der beskrives. Tidsangivelserne for de enkelte emner refererer til brøkdele af årstimetallet for et normalt fysik/kemi-fag med 2 timer pr. uge på de pågældende klassetrin. I praksis varierer timetallet for fysik/kemi-aktiviteterne i 8. og 9. klasse fra 0 til 5 timer pr. uge.

7. klasse:

Vi har brug for el (ca. 2 måneder)

Oplægget er: »Hvad sker der, hvis elforsyningen svigter?«. Det fører videre til elevundersøgelser af, hvordan el virker, hvor eleverne eksperimenterer med helt enkle elektriske kredse med bl.a. cykeldynamoer som el-energikilde. Begrebsmæssigt er hovedvægten lagt på strømvej og gode og dårlige ledere. Efter en kort orientering fra læreren om el-forsyningen i Danmark med kul som den vigtigste energikilde, afsluttes emnet med lidt om sikkerhed og risici i forbindelse med elektricitet. Her laver eleverne forsøg med HFI-afbrydere og ufarlige – men undertiden ærkbare – strømme gennem sig selv.

I forløbet kommer man ind på forskellen mellem anvendelsen af el i hjemmet for 30-40 år siden og i dag, og der laves elevinterviews med repræsentanter fra bedsteforældregenerationen.

Vi har brug for varme og et godt indeklima (2½ måned)

I dette forløb arbejder eleverne først med husets opvarmning og dernæst med isolering og tætning af huse, samt indeklima og indeklimaproblemer.

Man går ud fra olie, gas og brænde som opvarmningsmidler og laver forsøg med forbrænding samt med varmeudbredelse ved strømning, ledning og stråling, som vi møder det ved kaminer, centralvarme, luftvar-

me og ved solindfald i drivhuse. Dernæst arbejder en gruppe med isolering af et »dukkehus«, der stilles udendørs og opvarmes v.hj.a. en 25 W pære. En anden gruppe arbejder med »isoleringens betydning for vort velbefindende«. De måler temperaturer og prøver at opholde sig ved isolerede og uisolerede vægge og vinduer med enkelt og dobbelt glas.

En tredje gruppe arbejder med emnet »fugtighed i vore boliger og betydningen af ventilation«. De laver bl.a. nogle forsøg med plastpose og/eller uldvante på hånden og demonstrerer siden for de andre elever, at udåndingsluft indeholder ret meget fugtighed. Det sker ved et arrangement, hvor deres udåndingsluft bliver ledet gennem et reagensglas, der er nedsænket i en kuldeblanding.

En fjerde gruppe arbejder med »statisk elektricitet i hjemmet«. Forskellige tæppeprøver, tekstiler og plastgenstande undersøges for opladningsevne og ladningsfortegn. Som instrumenter bruges lysstofrør, elskrue-trækkere med glimlamper og selvbyggede elektroskoper.

Efter gruppearbejdernes afslutning bruges der temmelig meget tid på at eleverne beretter (med demonstrationer) for hinanden om deres forsøg og resultater.

Disse rapporter giver anledning til en række diskussioner og nogle nye forsøg til undersøgelse af teorier, eleverne opstiller undervejs. Der kommer også en diskussion i klassen af, hvad man forstår ved hhv god og dårlig luft. Denne diskussion påvirker og ændrer det efterfølgende emne om luft, som læreren har planlagt.

Vi har brug for ren luft (ca. 2 måneder)

Klassen starter med at støvsuge luft forskellige steder og gennem forskellige filtre. Endvidere prøver de at ånde ind gennem støvmasker. Det konstateres, hvad der bliver tilbageholdt (fibre og støv f.eks.), og hvad der passerer (lugt f.eks.). Herved kommer man ind på anvendelsen af masker med forskellige former for filtre (støvmasker, gasmasker osv) i arbejdslivet.

Efter dette lille arbejdsmiljø-emne går man over til at undersøge ren luft. Gennem praktiske undersøgelser,

læsning og samtaler får eleverne viden om den rene lufts indhold af nitrogen, oxygen, kuldioxid, argon og vand. Iltens betydning for forbrændingsprocesserne undersøges, og man finder ud af, at kuldioxid og vand er normale forbrændingsprodukter ved afbrænding af kul, olie, gas, stearin mv. Undervejs arbejder eleverne med molekylmodeller, formeltyper og simple reaktionsskemaer.

Man tager herefter fat på, hvordan vi i Danmark skaffer os energi, og hvilke omkostninger, det har for miljøet. Forbrænding giver kuldioxid og kan medføre støv, sur nedbør, spredning af tungmetaller, udvikling af nitrøse gasser osv.. Hvordan skaffer naturen sig af med kuldioxid, så det ikke ophobes i atmosfæren? Planternes rolle som luftrensere diskuteres og undersøges (fotosyntese), og læreren giver et tilbageblik til Priestleys forsøg med mus, stearinlys og planter i 1770'erne, da grundstofferne endnu ikke »eksisterede«.

Vi har brug for rent vand (ca. 2 måneder)

Alt levende indeholder vand og har brug for vand. Dette er udgangspunkt for et forløb, der starter med drikkevandsforsyning, vandforbrug, vandrensning osv. Man kommer i den forbindelse ind på praktiske undersøgelser af hårdt vand, blødgjort vand, saltvand, demineraliseret vand, osv. i relation til brug af vand i hjemmet. Eleverne undersøger sæbens virkninger på vandet, arbejder med fremstilling af vaskepulver og ser på miljøproblemer, der er knyttet til brug af fosfatblødgørere.

Vandets kemiske opbygning undersøges. Der laves elektrolyse, og man beskæftiger sig med brændselsceller, der bruger hydrogen som brændstof. Perspektiverne for brug af hydrogen som brændsel i fremtiden belyses.

Endelig kommer man ind på fysiske egenskaber ved is, vand og damp (herunder fordampning, kogning, smeltning og størkning), samt disse egenskabers forklaring på molekylært plan.

Spændende stofegenskaber (ca. 1½ måned)

I dette forløb ser man på piezo-elektriske gaslightere og antistat-pistoler til grammofonplader samt på brug af magneter og magnetisme i hjemmet. Man undersøger endvidere skovturskølebokse, der kan drives af akkumulatoren i en bil.

Herudover arbejder man praktisk – og også lidt teoretisk – med væskers blandbarhed og opløsningsevne, idet man sætter focus på egenskaber, der har nær relation til anvendelser: Hvilken forskel er der på vandbaseret maling og oliemaling ? Hvad bruger man til at tage pletter af tøj med ? Hvordan virker rensecreme ? Hvordan laver man blandinger af fedt og vand (mayonnaise f.eks.) ? Hvordan virker lim ?

8. klasse:

Alkohol (ca. 1 måned)

Samarbejdet med samtidsorientering markeres straks fra starten af 8. klasse, hvor man tager emnet alkohol op. I »kemidelen« af dette fremstiller eleverne alkohol ved gæring, hvorefter de destillerer det. Den biokemiske årsag til alkohols giftvirkninger samt nedbrydningen i kroppen beskrives af læreren. Alkohols fysiske og kemiske egenskaber forbindes til molekylets opbygning, og slægtskabet til andre alkoholer – specielt træsprit – gennemgås.

Styring og automation (ca. 2 måneder)

Klassen besøger en maskinfabrik, der viser eksempler på såvel ældre mekanisk, automatisk styring af produktion som moderne elektronisk, og giver indtryk af, hvor hurtigt udviklingen forløber. Derefter eksperimenterer klassen under fysik/ tekniksiden af emnet med forskellige transducere, der kan omsætte lys og temperatur til elektriske signaler, og de bygger små maskiner i legoteknik, som de styrer v.hj.a. datamat. Efter dette emne tager klassen hul på en større »energipakke«, der består af de følgende tre forløb:

Samfundets elforsyning (ca. 2 måneder)

Det bliver hurtigt klart for eleverne, at vi i Danmark helt overvejende udnytter kemisk energi til elforsynin-

gen. Hovedparten af fysiksiden af emnet kommer til at dreje sig om elproduktion på kulfyrede elværker samt forbindelserne til Norge og Sverige via undersøiske kabler. Eleverne eksperimenterer i laboratoriet med produktion og transformation af vekselstrøm, ensretning og vekselretning samt transport af elektrisk effekt gennem lange kabler v.h.j.a. jævn- og vekselstrøm. Der afsluttes med et foredrag af læreren, hvor hovedtemaet er, at vi kan udnytte dele af energien undervejs i en energikæde, men at al energien før eller senere giver sit bidrag til opvarmning af omgivelserne. Diskussionen giver anledning til næste emne:

Drivhuseffekt, globalt klima (ca. 1 måned)

Forløbet starter med, at klassen ser en tv-udsendelse med titlen «År 2050 er Danmark mindre». Her omtales mulige følger af et øget indhold af kuldioxid i atmosfæren. Så læser eleverne om drivhuseffekt og varmeforurening bl.a. i Illustreret Videnskab, og de diskuterer med læreren, der uddyber noget af det læste.

Atomkraft – hvorfor ikke? (ca. 2 måneder)

Hvilke fordele og ulemper har anvendelse af kerneenergi rent miljømæssigt? Hvad er det særlige ved kerneenergi i det hele taget? Læreren opstiller til indledning en model for atomkerner og fortæller, at ændringer i kernerne er ledsaget af relativt store energiom sætninger og undertiden skabelse af nye partikler. En del af energien overføres til partikler, der får fart på – stråling. Eleverne læser om indretning af kernekraftværker og får et overblik over de stofmængder, der indgår, og hvor stor en del af energien, der umiddelbart går til spildvarme, i sammenligning med, hvad der er tilfældet ved et kulfyret elværk. De laver forsøg med ioniserende stråling (Risø-kilderne) og læser om »vort strålingsmiljø«, herunder om den virkning, forskellige typer stråling har på levende væv. De opsøger i smågrupper forskellige steder i industri og sundhedsvæsen, hvor man benytter ioniserende stråling, for at finde ud af, hvordan og hvorfor, samt hvad man har af beskyttelsesforanstaltninger.

Til sidst laver klassen i fællesskab en oversigt over de radioaktive stoffer, de har kendskab til, og hvad der bliver af dem på kort og langt sigt.

En plastpose fortæller sin historie (ca. 2 måneder)

Nu har klassen fået nok af energi, så årets sidste fysik/ kemiemne bliver noget helt andet. Klassen vælger at gennemarbejde et temahæfte »En plastpose fortæller sin historie«. Hæftets ideer og anvisninger bliver fulgt ret nøje. Bl.a. viser det sig let at finde en plasticposefabrik i rimelig nærhed af skolen og at få lov til at besøge den og følge produktionen.

Man kommer bl.a. ind på plastens egenskaber og dens indre opbygning (modeller af spaghetti-typen, termo- og hærdeplast etc.). Der laves demonstrationsforsøg med krakning og polymerisation, arbejdet med atom- og molekylmodeller, talt om forskellige plastmaterialer og lavet »jagt« i laboratoriet: »Hvad er hvad?«. Endelig snakker man om plast og miljøet: Ressourceforbrug, sammenligning med andre materialer, det erstatter, giftighed, tilsætningsstoffer, forbrænding etc.

9. klasse

Parallelt med, og delvis integreret med, de følgende to forløb, arbejder klassen med et samtidsorienteringsemne »Danmarks energipolitik«, hvor man diskuterer de officielle energiplaner, de alternative planer (Niels Meyer m.fl.), centrale kulkraftværker kontra decentrale kraft-varme-værker, forbud mod elvarme i huse osv.

Kan vi få »renere« energiproduktion? (ca. 1 måned)

De forskellige problemer i forbindelse med samfundets udnyttelse og brug af energikilder førte i 8. klasse uundgåeligt eleverne ind på spørgsmål om vedvarende energi. Disse spørgsmål tages nu op til lidt dybere behandling. Eleverne har samlet en del avisartikler om emnet, og disse bliver diskuteret. For at sætte sig ind i nogle af de tekniske vilkår og praktiske problemer bygger eleverne små vindmøller (cykeldynamostørrelse) og solfangere (i 10-100 W-klassen). Et enkelt hold forsøger sig med at lave en vandturbine, og det lykkes

nogenlunde, men de har ret store problemer med det rent mekaniske.

Klassen besøger på et senere tidspunkt nabokommunens svømmehal, der delvis opvarmes af solfangere. Desuden besøgte man en vindmøllepark, da man var på lejrskole i 8. klasse, og det refereres der nu til i den mere teoretiske del, der afrunder forløbet.

Mit eget energiforbrug – og samfundets (ca. 1½ måned)

Dette forløb starter en skemafri dag, hvor eleverne først smører en »standard-madpakke«, hvor alt vejes, så energiindholdet og energifordelingen kan beregnes. Dernæst prøver nogle af eleverne at køre på en kondicykel, skolen har. Under kørslen kan eleverne både aflæse, hvor meget energi de har brugt siden starten, og hvor stor effekt de yder lige nu. Endelig beregner eleverne deres daglige energiforbrug ved hjælp af en database, idet de kan låne datalokalet denne dag.

Efter således at have fået hold på deres personlige madenergiforbrug, undersøger eleverne i fællesskab skolens energiforbrug af el og varme, og de prøver at få overblik over deres families daglige og årlige energiforbrug af el, varme og transport. Det sidste foregår i smågrupper, fordi ikke alle elever kan skaffe de nødvendige oplysninger – ingen elmåler eller varmemåler – og for at de kan støtte hinanden. Eleverne benytter sig bl.a. af årsregninger for elektricitet og varme, og tolkningen af disse regninger og beregningen af det samlede energiforbrug og den enkeltes andel heraf foregår i samarbejde med matematik.

Det energiforbrug, eleverne når frem til, kan læreren så supplere med deres andel af energiforbruget til produktion og andre fællesaktiviteter, hvorved man når frem til den rigtige størrelsesorden for en gennemsnitsdanskers energiforbrug.

I forløbet gennemgår eleverne varmesynsrapporten fra lærerens énfamiliehus. Hvad kan man læse ud af en sådan rapport? Hvad kan den bruges til?

Himmelfænomener og astrologi (ca. 2½ måned)

Dette emne har eleverne allerede ytret ønske om i 8.

klasse. I forløbet bruger man bl.a. dele af en bog om astronomiens historie. Man taler om oldtidsfolkenes opfattelse af himmelfænomenerne og om astrologiens oprindelse. Derefter tales om verdensbilleder, man har haft op gennem historien. Læreren fortæller om Tycho Brahes rolle som astronom og som hofastrolog samt om grundprincipperne i selve fremstillingen af et horoskop. Hvordan finder man f.eks. ud af, at man har Mars i ascendanten?

Et besøg i et lille planetarium i et »bobletelt« gør stort indtryk på eleverne. De »ser« stjernehimmelen, som den så ud i Ægypten i oldtiden, hvor man bl.a. var interesseret i, hvilke stjernebilleder der stod op lige før Solen på de forskellige årstider. Forskelle og ligheder mellem datidens og nutidens stjernehimmel demonstreres. Endelig vises vor egen nutidige stjernehimmel, specielt den aktuelle vinteraftenhimmel, med Jupiter, der kan ses nu og i de kommende måneder.

Til belysning af nutidens verdensbillede laver eleverne en model af solsystemet i størrelsesforholdet 1:20 milliarder. At se planeterne som millimeterstore korn spredt ud over en flere ha stor mark med en appelsin som Solen i centrum og med nærmeste stjerne i Nordafrika er meget tankevækkende for dem. Det giver desuden diskussionen af astrologiens rolle i nutiden en helt ny dimension.

På lejrskolen i 8. klasse blev en del af aftenerne brugt til iagttagelse af stjernehimmelen. Bl.a. lykkedes det at se nogle af Jupiters måner v.h.j.a. en lille kikkert, og eleverne så Mælkevejen – mange af dem for første gang i deres liv.

NPO-tema (ca. 3 måneder)

Temaet tager udgangspunkt i aktuelle artikler fra dagspressen: Der meldes igen om døde hummere i Gil-leleje. En landmand har fået bøde for at hælde gylle ud på den frosne jord. Vejle har startet forsøg med fosfatfrit vaskepulver. Landbruget siger, at folk må gå mindre på toilettet, hvis fosfatproblemet skal formindskes. En landmand har fået undersøgt sin vandboring. Der er 150 mg nitrat pr. liter i vandet, det er alt for

meget, og de har to småbørn. Så nu henter de hos naboen, der har en dybere boring...

Efter den indledende diskussion arbejder eleverne med spildevand. Hvad hælder vi i vasken? Hvad er organisk stof? Hvad skade gør det? Hvorfra kommer fosfaterne? Kvælstoffet (nitrat og ammoniak)?

Nogle elever besøger et rensningsanlæg og tager vandprøver, der hjemme på skolen bliver undersøgt for fosfat og kvælstof. Hvor godt blev det fjernet på rensningsanlægget?

Derefter kommer man ind på begrebet »begrænsende faktor«, og man undersøger nitrat- og fosfatkoncentrationens indflydelse på planters vækst.

I forbindelse med arbejde med landbrugets anvendelse af naturgødning og kunstgødning besøger nogle elever en landmand og får bl.a. orientering om efterafgrøder, krav til gylletanke, om marginaljorder etc.

Klassens arbejde afsluttes med en plancheudstilling for resten af skolen samt læserbreve i lokalavisen.

Hybridnet, lysledere osv. (ca. 2 måneder)

Hybridnet, CD-plader og stregkoder på købmandsvarer er nogle af de stikord, der lægger op til dette forløb om moderne teknik og elektronik. Eleverne eksperimenterer med lysdioder og fototransistorer af forskellig type (infrarødt, hhv. synligt lys). De prøver lysledere af glas og plast og undersøger, om fiskeliner, slanger med vand osv. kan bruges som lysledere. Dernæst forsøger de i små grupper at sende meddelelser gennem lysledere til hinanden i digitalkode. Først ved »håndkraft« og så fra en datamat til en anden. De læser artikler om fordelene ved digital overførsel af information, og de prøver at få hold på den teori, der er baggrunden for, at man kan overføre analoge signaler som musik eller tale digitalt. Endelig laver de nogle forsøg med omsætning fra analoge signaler til digitale og tilbage igen v.hj.a. integrerede kredse.

Under forløbet diskuteres samfundsmæssige og menneskelige konsekvenser af anvendelsen af den nye teknik. Hvorfor laves hybridnettet overhovedet? Hvilke fordele og ulemper vil der være ved at have arbejds-

plads ved en dataskærm i hjemmet i stedet for på en virksomhed? osv.

Forløb D

I dette forløb må man forestille sig, at udgangspunktet ofte tages i det, eleverne kender: Dem selv og deres hverdag. Herudfra opbygges fysisk-kemiske begreber og forestillinger, og man søger rent fagligt at få en sammenhængende linie i undervisningen, samtidig med at eleverne hele tiden skal kunne se forbindelsen til dagliglivet og kunne bruge den erhvervede viden. Arbejdsformen varieres efter, hvad de enkelte emner egner sig til. Der lægges stor vægt på elevernes egne forsøg, og inden for visse grænser vil de selv have medindflydelse på forløbet.

7. klasse.

Vore sanser og deres begrænsning (ca. 1 måned).

Simple forsøg til illustration af sansernes funktion og, hvordan de kan tage fejl. Hovedvægten lægges på syn og hørelse. Samtidig gives en elementær behandling af lyd og lys (lyd som svingninger, lydets og lysets fart, farver, lidt om afbildning ved hjælp af linser). Syns- og hørehandicap omtales, samt tekniske hjælpemidler til forstærkning af sanseindtrykkene (briller, kikkert, høreapparat m.v.).

Undervisningsformen er hovedsagelig klasseundervisning, men enkelte elevaktiviteter kan være: Fremstilling af et simpelt hulkamera, afbildningsforsøg med stearinlys og samlelinser.

Vor plads i universet (ca. 2 måneder).

En beskrivelse af solsystemet med omtale af den almindelige massetiltrækning, herunder omtale af tyngdekraften på Jorden, Månen og andre himmellegemer. Der udføres modelforsøg til illustration af dag og nat, sommer og vinter, eleverne udfører forsøg, der illustrerer, hvorledes man kan finde afstandene i rummet og måle størrelsen af månens og solens diameter. Der lægges vægt på at give eleverne forståelse af, at solens

tiltrækning kan holde planeterne i forskellige baner omkring solen, og at få dem til at erkende, hvor uendelig små de selv og Jorden er i forhold til de himmellegemer, det uhyre univers er befolket med.

Resultaterne af de senere års udforskning af Solsystemet ved hjælp af rumsonder omtales, og i denne forbindelse behandles raketter og raketfremdrift. Her kan der udføres nogle simple forsøg til illustration af raketprincippet. Dette føres over i en beskrivelse af opsendelsen af kunstige satellitter, herunder geostationære satellitter og deres anvendelse.

En del af emnet kan være af historisk/fortællende art, hvor billeder, film og videobånd med fordel kan anvendes i undervisningen.

El i hjemmet (ca. 3 måneder).

Et meget praktisk afsnit, hvor man i forlængelse af forrige emne nu undersøger hjemmets elektriske installationer.

Eleverne lærer at montere forlængerledninger, fatninger og afbrydere korrekt. Samtidig opnår de ved mange laboratorieforsøg fortrolighed med elektriske kredsløb og kendskab til de elektriske grundbegreber:

Strøm, spænding, resistans og effekt. Endvidere får de øvelse i at måle disse størrelser og erkender deres indbyrdes sammenhæng (Ohms lov). Især studeres anvendelse af el i boligen til belysning og opvarmning.

Elmåler og betaling for el-forbrug omtales, ligesom sikkerhedsforanstaltninger vedrørende brug af elektricitet diskuteres.

Vand og luft (ca. 3 måneder).

Til indledning omtales disse to stoffers vitale betydning for alt levende. Der arrangeres aktiviteter omkring opvarmning, størkning, smeltning, fordampning, kogning og destillation af vand, og vandets kredsløb i naturen omtales. Den atmosfæriske lufts fysiske egenskaber illustreres gennem elevforsøg med luft og vand. Specielt omtales lufttrykkets betydning for vejrforholdene.

Via forsøg med forbrænding indføres eleverne i simple

kemiske processer, ligesom vands kemiske sammensætning påvises ved elektrolyseforsøg. Den atmosfæriske lufts sammensætning undersøges. Simple elevforsøg med oxygen, hydrogen, nitrogen og kuldioxid medtages. Her kan eventuelt lægges op til et vist samarbejde med geografi og biologi.

8.klasse.

Stoffer i husholdning og produktion (ca. 3 måneder).

Dette emne ligger i forlængelse af de kemiske aktiviteter i slutningen af 7. klasse, hvorfor overgangen ikke nødvendigvis behøver at følge skiftet.

Med indikatorpapir undersøger eleverne en lang række stoffer fra husholdningen, suppleret med stoffer fra skolens kemikaliesamling. Inddeling i sure, basiske og neutrale stoffer. Ud fra spørgsmålet om, hvad der sker, hvis vi blander nogle af stofferne sammen, opvarmer dem, osv., gives der eksempler på kemiske processer. Nogle af stoffernes forskellige egenskaber, som ætsende virkning, ledningsevne, brændbarhed og opløselighed undersøges nærmere.

Boligens opvarmning og isolering (ca. 2 måneder).

Dette forløb er et eksempel på, hvordan et emne kan behandles tematisk. Til indledning gør elever og lærer sig klart, hvad emnet går ud på, og hvad man ønsker at undersøge.

I dette emne indføres forestillinger om energi og energiforbrug. Forskellige brændstoffer omtales og sammenlignes. Der udføres forsøg over oplagring af energi ved opvarmning af vand, over varmeudbredelse ved ledning, strømning og stråling, samt en undersøgelse af forskellige isolationsmaterialer og -metoder.

Emnet lægger op til en blanding af lærer- og elevforsøg, samt til gruppearbejde og/eller hjemmeopgaver ud fra brochurer, varmesynsrapporter og anden litteratur. Emnet kan afsluttes med nogle samfundsrelevante energiovervejelser.

Magnetisme, elektromagnetisme, elektronik (ca. 3 måneder).

Magnetisme gøres til genstand for en nærmere under-

søgelse, hvorunder småmagnetmodeller opstilles. Endvidere udføres elevforsøg over sammenhængen mellem elektricitet og magnetisme. Dette munder ud i et mere eller mindre frit projekt: Hvordan kan man lave en god magnetkran?

Iøvrigt er der inden for emnet rige muligheder for elevernes frie eksperimenteren, som så kan afsluttes med en fælles sammenfatning af generelle begreber og principper. Efter eget valg kan eleverne endvidere enkeltvis eller i grupper beskæftige sig med tekniske anvendelser som elektromotor, telefon, relæ, osv.

Behandlingen af det elektromagnetiske relæ kan danne overgang til det elektroniske relæ, hvorefter forskellige elektroniske konstruktioner opbygges og undersøges. Digitalteknikken og de elementære principper for computere og datamater omtales.

9. klasse

El-produktion og el-distribution (ca. 3 måneder).

Til indledning fortælles om Faradays historiske opdagelse, og de elementære principper for induktion og vekselstrøm gennemgås (stangmagnet og spole). Derefter arbejdes enten i fællesskab eller i elevgrupper med projektet: Hvordan kan vi fremstille en god vekselstrømsgenerator (forsøgsopstilling med roterende magnet og spoler).

En cykeldynamo undersøges. Energiforbruget på et rigtigt elværk behandles, ligesom det gennemgås, hvordan hjemmets forbrug af el-energi kan måles. Der udføres forsøg med oplagring af energi i en akkumulator. Eleverne udfører selv forsøg for at finde ud af principperne for transformation og få en forklaring på, hvordan elektrisk energioverføring over lange afstande kan lade sig gøre ved anvendelse af højspænding.

Emnet lægger i høj grad op til, at samfundsøkonomiske aspekter vedrørende brug af kul, olie, naturgas, vindenergi m.v. inddrages i debatten. Et besøg på et elværk vil også være naturligt. En omtale af kernekraftværker og Jordens uranforekomster kan danne overgang til de næste emner.

***Kemiske processer og kemisk produktion
(ca. 2 måneder).***

Kemisk processer tages op til systematisk behandling. Samtidig arbejdes med atom- og molekylemodeller, så eleverne får nogle grundlæggende forestillinger om atomer og molekyler, grundstoffer og kemiske forbindelser. Der gives en række eksempler på simple reaktionsskemaer. Karakteristiske egenskaber ved syrer, baser og salte studeres. Eventuelt kan der arbejdes med analyse- og titreringsforsøg.

Som eksempel på kemisk produktion omtales fremstillingen af brændt kalk, melkalk og mørtel og anvendelse af mørtel til opmuring af huse.

Herudover omtales produktionen af klor, brint og saltsyre på Soyakagefabrikken i København, og faren for uheld ved produktionen diskuteres.



**Billedet fjernet på grund
af ophavsret**

Atomfysik (ca. 2 måneder).

Den hidtil opnåede viden om alt stofs opbygning af atomer udbygges, idet der lægges vægt på en grundlæggende forståelse af atomkernernes opbygning. De historiske milepæle i udforskningen af atomet gennemgås som eksempler på, hvordan naturvidenskaben ofte arbejder.

Ud fra praktiske forsøg med geigertæller og risøkilder arbejdes med radioaktivitet og faren ved ioniserende stråling. Fissionsprocessen gennemgås, ligesom eleverne gøres bekendt med tungtvandsreaktorens virkemåde. Nogle af de ulykker, der er forekommet på kernekraftværker, omtales. Risikoen ved det radioaktive affald behandles, og fordele og ulemper ved anvendelse af kernekraft i det hele taget diskuteres.

Undervisningen i dette emne vil ifølge sagens natur være ret teoretisk. Men der kan i vid udstrækning gøres brug af film, video, billeder og andre hjælpemidler, ligesom en del modelforsøg er velegnede til at illustrere forholdene.

Bilag

Vejledende forslag til læseplan for faget fysik/kemi i folkeskolen

Formål

(Undervisningsministeriets bekendtgørelse nr. 415 af 13. juni 1989).

Formålet med undervisningen er, at eleverne opnår fysisk og kemisk viden og indsigt, samt forståelse af naturvidenskab og teknologi som en del af vor kultur og vort verdensbillede.

Stk. 2. Undervisningen skal stimulere elevernes interesse og nysgerrighed over for naturfænomener, naturvidenskab og teknik og give dem forståelse af den verden, de selv er en del af.

Stk. 3. Undervisningen skal give eleverne kendskab til grundlæggende fysiske og kemiske begreber og lovmæssigheder, indsigt i fagets arbejdsmetoder, dets anvendelse i dagligdagen og forståelse af fysisk og kemisk tankegang.

Stk. 4. Undervisningen skal bidrage til, at eleverne opnår baggrund for at vurdere og tage stilling til naturvidenskabelige og teknologiske problemer af betydning for den enkelte og samfundet, samt medvirke til, at eleverne kan tage medansvar for brugen af naturressourcer og teknik både lokalt og globalt.

Indledning

Det er karakteristisk, at fysik og kemi på den ene side er brugsfag med stor vægt på anvendelser af praktisk

og teknisk art, og på den anden side er visionære fag, der kan give både erkendelsesmæssige og følelsesmæssige oplevelser. Eleverne skal i undervisningen møde begge disse sider af fagene.

Fysik/kemi står mellem de fag, der undertiden betegnes som bogligt-fortællende, og de mere praktisk-kreative fag.

Det fortællende element er uundværligt, når eleverne skal orienteres om store sammenhænge i naturen og om nogle af de tanker, mennesket gennem tiden har gjort sig derom. Det er også nødvendigt ved behandlingen af den mangfoldighed af teknik, vort samfund benytter sig af, og ved omtalen af følgevirkninger ved brugen af denne teknik og ved udnyttelsen af naturens ressourcer.

Det praktiske arbejde i og uden for laboratoriet er en forudsætning for, at eleverne kan opnå de mange førstehåndserfaringer af fysisk og kemisk art, som er nødvendige for, at en fortællende undervisning kan give dem indsigt. Det er endvidere nødvendigt, når eleverne skal udvikle færdigheder i at arbejde eksperimentelt: iagttage, undersøge, indsamle data og uddrage konklusioner. Endelig kan det praktiske arbejde give eleverne udfordringer, som stimulerer deres kreativitet og fantasi, samtidig med, at det rummer elementer af betydelig oplevelsesmæssig værdi, hvad enten det drejer sig om en målrettet indsats eller om frie undersøgelser, hvor eleverne kan gøre spontane iagttagelser og glæde sig over noget smukt eller overraskende. Indholdet i de centrale færdigheds- og kundskabsområder er valgt ud fra et ønske om, at det, eleverne lærer, skal have brugs- og oplevelsesværdi for dem her og nu, og tillige give dem et fundament at bygge videre på i deres senere tilværelse.

7.-9. klasse

Centrale kundskabs- og færdighedsområder

Fagets arbejdsmetoder og betragtningsmåder

For at opnå en brugbar viden inden for fysik og kemi er det helt nødvendigt, at man bliver fortrolig med ar-

bejdsmetoder og tankegange i de to fag. Man skal kende til apparatur og laboratorieudstyr og til brugen af eksperimenter. Man skal have oplevet, hvordan man kan opnå indsigt ved at foreslå forklaringer og prøve dem efter, og hvordan et overraskende forsøgsresultat kan give anledning til nye tanker og ideer. Hvis man kun har lært fysik og kemi fra bøger, har det lært næsten ingen brugsværdi for én.

Fagets arbejdsmetoder er derfor på en vis måde et endnu vigtigere kundskabsområde end det konkrete, faglige indhold.

Undervisningen må tilrettelægges, så eleverne får mulighed for at føle glæden ved selv at undersøge og finde ud af ting. Og de skal opleve, at mange spørgsmål om natur og teknik – heriblandt spørgsmål, de selv formulerer – kan undersøges og belyses gennem simple forsøg. Det er endvidere vigtigt, at eleverne oplever nytten af at gøre omhyggelige iagttagelser, og at de får fortrolighed med brugen af apparatur, måleinstrumenter og laboratorieudstyr, samt kendskab til brugen af arbejdstegninger og brugsanvisninger.

Information om naturfaglige og tekniske emner gives tit i form af tal, kurver el.lign. Det kan være søjlediagrammer i TV-avisen, tabeller i brochurer og pjecer, kurver i fagbøger osv. Bl.a. derfor er det vigtigt, at eleverne får færdighed i at indsamle forsøgsresultater og præsentere dem for andre. I arbejdet må også indgå, at eleverne undersøger konsekvenser af deres resultater og prøver at sætte dem ind i større sammenhænge.

Den teori, der lægges ind i undervisningen, må have brugsværdi for eleverne. Den kan give dem overblik over kendte fænomener eller gøre det mere spændende for dem at iagttage verden. Det er vigtigt, at de oplever teori som en hjælp til løsning af praktiske problemer. Eleverne må også erfare, at ligesom iagttagelse af fænomener kan igangsætte tanker om sammenhænge og årsager, altså tanker af teoretisk natur, kan teori give inspiration til det eksperimentelle arbejde.

Stoffer og fænomener omkring os

I dagligdagen får eleverne en lang række erfaringer af fysisk og kemisk art. De oplever fænomener og opda-

ger egenskaber ved forskellige stoffer og materialer gennem deres færden i naturen, ved omgang med tekniske apparater osv. Disse førstehåndserfaringer suppleres med oplysninger, de modtager fra blade og aviser, radio og TV.

Det er vigtigt, at elevernes erfaringer udnyttes og udbygges, så der bliver mulighed for en sammenhængende forståelse. Og det er lige så vigtigt, at eleverne gennem den forståelse, de opnår, får stimuleret deres interesse og nysgerrighed over for nye fænomener, de måtte støde på.

I vores hverdag oplever vi, at skyer opstår og forsvinder, at vi fryser på grund af vådt tøj, at vi får »stød« ved at røre ved en vandhane, at vores cykel ruster, at der kommer kalkpletter på fliserne osv. Sådanne hændelser kan bruges i fysik- og kemiundervisningen til at give eleverne dybere indsigt i fysiske og kemiske grundfænomener som f.eks. lufttryk, fordampning, opløsning, kogning, smeltning, korrosion, forbrænding, varmeisolering, statisk elektricitet og magnetisme. En speciel interesse kan knyttes til hverdagsfænomener, der er tæt forbundet med vore sanser: Fænomener som f.eks. lyd, lys, varme og kulde, smag eller lugt. Undervisningen må indeholde eksempler på fænomener af denne type.

Endelig indgår i kundskabsområdet et kendskab til egenskaber ved nogle stoffer og materialer, der omgiver os i vort dagligliv. Blandt mange mulige eksempler skal blot nævnes luft, vand, forskellige metaller, plast, husholdningskemikalier, opløsningsmidler, kunstgødning, byggematerialer og tekstiler. I behandlingen lægges hovedvægten på mere generelle egenskaber som f.eks. surhedsgrad, brændbarhed, elektrisk ledningsevne, styrke og nedbrydelighed.

Det naturvidenskabelige verdensbillede

Fysiske og kemiske fænomener omkring os har altid givet anledning til iagttagelser og undren og været udgangspunkt for dannelse af mere sammenhængende billeder og forklaringsmodeller af vor verden – fra det største til det mindste i udstrækning og tid.

Op gennem tiderne har en vigtig del af kulturen været

tanker om universets opbygning og udvikling og om menneskets plads deri, om alt stofs opbygning af grundlæggende elementer og om dybereliggende årsager til de direkte iagttagelige fænomener. Undervisningen må derfor give eleverne indblik i nogle grundlæggende træk i det nutidige, naturvidenskabelige verdensbillede og ligeledes indeholde eksempler på forestillinger, mennesker til andre tider har gjort sig om verdens fysiske og kemiske opbygning.

I kundskabsområdet indgår et elementært kendskab til vort solsystem og til principper for bevægelser i verdensrummet, således at eleverne f.eks. kan forstå fænomener som dag og nat, dagslængde, geo-stationære satellitter, Månens faser og formørkelser. Endvidere bør eleverne få lidt at vide om stjerner og galakser og om universets udvikling.

Undervisningen må give eleverne kendskab til, at verden er opbygget af et begrænset antal grundstoffer, der kan indgå i en mangfoldighed af kemiske forbindelser. Eleverne skal have mulighed for at opleve atombegrebet som et nyttigt redskab, ligesom de må se eksempler på, hvordan atom- og molekylmodeller kan give forklaring på en række stofegenskaber og stofomdannelser.

Endelig skal de stifte bekendtskab med, hvordan man kan beskrive atomkerneprocesser, radioaktivitet og strålingsfare, samt forklare virkninger af ioniserende stråling.

Liv og miljø

Vor leveform har medført voksende forbrug af energi og naturressourcer til produktion, transport og opvarmning. Dette medfører ændringer af miljøet, såvel det nære som det globale. Forbruget tærer på naturens begrænsede lagre af råstoffer, og der skabes stoffer, som kan belaste omgivelserne.

Menneskets virksomhed medfører således uundgåeligt indgreb i naturens stofkredsløb og energistrømme med følger for menneskers, dyrs og planterers leveforhold. Kendskab til denne problematik er central i betragtning af det ansvar, vi har for livsvilkårene for os selv, vore efterkommere og for mennesker i andre samfund.

I kundskabsområdet indgår kendskab til eksempler på, hvordan fysiske og kemiske forhold i miljøet kan have betydning for mennesker, dyr og planter. Der indgår endvidere et helt elementært kendskab til et eller flere fysiske eller kemiske kredsløb i naturen. Endelig indgår kendskab til enkle eksempler på, hvorledes menneskelig aktivitet kan påvirke miljøet. Det kan være gennem indvinding af naturressourcer, ved opførelse af produktionsanlæg, ved udledning af stoffer eller varmeenergi etc.

Teknologi

Anvendelse af teknik er en forudsætning for hele vor livsform, og vi møder tekniske frembringelser overalt. En elementær viden om teknikkens baggrund, muligheder og udvikling – teknologi – kan give eleverne bedre muligheder for at forstå deres omverden, og – lige så betydningsfuldt – bedre muligheder for at påvirke den fremtidige udvikling og tage ansvar for den. Undervisningen må give eleverne indblik i nogle af de muligheder, de tekniske frembringelser har givet eller kan give for at forbedre menneskers livsvilkår. Eleverne må endvidere gøres opmærksomme på, at forskellige anvendelser af teknik kan have alvorlige følgevirkninger for nutidens og fremtidens mennesker og samfund.

I kundskabsområdet indgår et elementært kendskab til samfundets brug af lagerenergi og vedvarende energi og følgevirkninger heraf. Eleverne skal have kendskab til fordele og ulemper ved at udnytte forskellige energikilder, og de skal lære om de uundgåelige tab, der forekommer, når man søger at udnytte forskellige former for energi.

Endvidere indgår eksempler på kemiske produktionsprocesser og kemisk produktion. I forbindelse med eksemplerne skal eleverne have indblik i fordele og ulemper ved anvendelsen af produkterne i landbruget, industrien eller den daglige husholdning.

I kundskabsområdet indgår desuden kendskab til fremstilling og distribution af elektricitet i samfundet og kendskab til principper bag brug af elektricitet i forskellige apparater i hjemmet.

Endelig indgår kendskab til enkle elektroniske principper samt indblik i anvendelsen af elektronik i samfundet.

Krav til stofudvælgelsen og til undervisningens tilrettelæggelse

Undervisningen i 7.-9. klasse skal tilrettelægges, således at kravene under de fem centrale kundskabs- og færdighedsområder opfyldes i løbet af de tre år.

Ved udgangen af 9. klasse skal eleverne således *blandt andet*

- have opnået fortrolighed med brugen af apparatur og laboratorieudstyr
- have oplevet nytten af teori
- have fået færdighed i at indsamle forsøgsresultater og præsentere dem for andre samt sætte dem ind i større sammenhænge
- have fået lært at argumentere fornuftigt ud fra såvel teori som forsøg
- have fået forbundet hverdagshændelser med fysiske og kemiske grundfænomener
- have fået en forståelse af sansefænomener som f.eks. lys og lyd
- have opnået kendskab til fysiske og kemiske egenskaber ved hverdagens stoffer og materialer, som syre-base reaktioner, korrosion og forbrændinger, varmeisolation, elektrisk ledningsevne og magnetiske egenskaber
- have opnået elementært kendskab til solsystemet og til principper for bevægelser i verdensrummet
- have fået kendskab til den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser samt grundstoffernes periodiske system
- have set, hvordan stofegenskaber og stofomdannelser kan beskrives ud fra atom- og molekylmodeller
- have stiftet bekendtskab med beskrivelsen af kerneprocesser og radioaktivitet og forklaring af ioniserende strålings virkninger

- have set eksempler på, hvordan miljøforhold kan have betydning for mennesker, dyr og planter og set, hvorledes menneskelig aktivitet kan påvirke miljøet fysisk og kemisk
- have fået kendskab til et eller flere fysiske eller kemiske kredsløb i naturen
- have fået kendskab til energiforbrug og energitab samt fordele og ulemper ved brug af forskellige energikilder
- have fået indblik i den kemiske beskrivelse af kemiske produktionsprocesser og kemisk produktion samt fordele og ulemper ved brug af produkterne
- have fået kendskab til principper bag brug af el i hjemmet, herunder elektromagnetisme og sammenhænge mellem strøm og spænding
- have fået kendskab til fremstilling og distribution af elektricitet, herunder bl.a. transformation og el-generatorens virkemåde
- have fået kendskab til enkle elektroniske principper og indblik i anvendelsen af elektronik i samfundet.

Det må fremhæves, at ovenstående kun er et stikordsagtigt sammendrag af krav, der er nøjere beskrevet under de centrale kundskabs- og færdighedsområder ovenfor, samt at kravene, gennem formuleringerne i de centrale områder suppleres af endnu en række krav – om eksempler på forestillinger, mennesker til andre tider har gjort sig om verdens fysiske opbygning, om indblik i muligheder, de tekniske frembringelser giver o.s.v. Sammendraget må derfor ikke læses løsrevet fra den mere præcise og detaljerede beskrivelse, der går forud.

De fem centrale områder skal som nævnt dækkes gennem det treårige, obligatoriske forløb. Der er ikke krav om, at det enkelte område behandles samlet, eller at stoffet skal behandles i en bestemt rækkefølge. Derimod skal udtrykkeligt fremhæves, at den eksperimentelle side af fagene skal indgå med betydelig vægt på *alle tre* klassetrin.

Stofudvælgelse og tilrettelæggelse må endvidere ske således, at eleverne oplever, at en lang række fænome-

ner i naturen og i vor hverdag kan beskrives ved hjælp af forholdsvis få, centrale fysiske og kemiske begreber og lovmæssigheder, og således at eleverne får førstehåndserfaringer med et stort antal fysiske og kemiske fænomener.

Det skal af undervisningen fremgå, at det at lære fysik og kemi ikke blot drejer sig om at lære, hvad andre har fundet frem til, men også at lære metoder til selv at undersøge og skabe sig viden. Det skal endvidere fremgå, at fagene er uafsluttede i den forstand, at mange spørgsmål af fysisk eller kemisk karakter ikke har fundet noget svar, og at nye spørgsmål hele tiden kommer til. Det skal ligeledes fremgå, at videnskabelige opfattelser ikke er noget endeligt og evigt gyldigt, men at de er i udvikling, og at de med mellemrum helt må omvurderes.

Stofudvælgelsen og tilrettelæggelsen skal ske med stor hensyntagen til de to køns forskellige erfaringsbaggrund og interessefelter, og det er vigtigt, at undervisningen tilrettelægges, så eleverne kan opleve glæde ved at arbejde såvel praktisk som teoretisk med fagene. Følelser og livsanskuelser har ligesom historiske og samfundsmæssige aspekter deres plads i undervisningen.

Ved udvælgelsen og dispositionen af stoffet er der mange muligheder. Man kan sammensætte undervisningen af en række længerevarende, sammenhængende forløb, og man kan vælge at benytte kortere, afgrænsede dele. Man kan tilrettelægge forløb, så de meget langt er af rent faglig fysisk eller kemisk karakter, og sådan at anvendelsesaspekter først inddrages sent i det enkelte forløb. Man kan også opbygge undervisningen omkring behandlingen af en række temaer, der hver for sig omhandler eller tager udgangspunkt i emner, som er væsentlige også uden for fagene fysik og kemi.

Det skal imidlertid præciseres, at ligegyldig hvorledes man vælger, skal undervisningen behandle *såvel* de fysiske og kemiske begreber og lovmæssigheder *som* fagenes anvendelsesaspekter. Den frihed, der er, levner altså ingen mulighed for hverken en « ufaglig» under-

visning eller en undervisning, der kun beskæftiger sig med »indre« forhold i fagene fysik og kemi.

Ovenstående vejledende forslag til læseplan er udarbejdet med henblik på såvel grundkursus som udvidet kursus.

10. klasse

I 10. klasse udvælges stof fra de samme kundskabs- og færdighedsområder som for 7.-9. klassetrin. Der lægges imidlertid øget vægt på faglig fordybelse og på forståelse af større sammenhænge, herunder også af forhold i samfundet, (kultur, teknologi, miljø og sundhed), hvor fysik og kemi kan give væsentlige bidrag til indsigt og overblik. Kravet til faglig fordybelse omfatter såvel det teoretiske som det praktiske arbejde. Dette gælder også, når arbejdet med fysik/kemi indgår i samarbejde med andre fag. Det samlede årsforløb skal omfatte både fysik og kemi.

Arbejdet med fysik og kemi kan organiseres i et større eller mindre antal emner, men det skal have en sådan bredde, at det omfatter en fordybelse i flere af følgende hovedfelter:

- En fysisk og/eller kemisk behandling af et afgrænset område inden for moderne teknologi eller et eksempel på en teknologisk udvikling, der er foregået over en længere årrække.
- En udvalgt produktion i samfundet og dens relation til fysiske og kemiske grundfænomener.
- En behandling af et miljø-, energi-, eller sundhedsproblem med sigte på en fysisk og kemisk forståelse.
- Dyberegående behandling af en afgrænset del af området »det naturvidenskabelige verdensbillede«.
- En dyberegående og sammenfattende behandling af den fysiske og kemiske baggrund for nogle hverdagsfænomener.

Ovenstående vejledende forslag til læseplan er udarbejdet med henblik på såvel grundkursus som udvidet kursus.

Undervisningsvejledning for Folkeskolen

1976

1. Dansk*)
2. Fremmedsprog
3. Undervisningsmidler*)
4. 1.-2. klassetrin
5. Idræt
6. Formning
7. Sløjd
8. Håndarbejde
9. Hjemkundskab
10. Musik*)
11. Geografi
12. Biologi
13. Kristendomskundskab*)
14. Fysik/kemi*)
15. Regning/matematik
16. Børnehaveklasser
17. Færdselslære
18. Fremmede religioner og andre livs-anskuelser
19. Uddannelses- og erhvervsorientering
20. Sundhedslære
21. Maskinskrivning
22. Fotolære
23. Drama
24. Filmkundskab
25. Motorlære
26. Arbejdskendskab
27. Elektronik
28. Barnepleje

1977

1. Klasselærerfunktionen
2. Skole, elev og forældre*)
3. Samtidsorientering*)
4. Historie*)
5. Sygeundervisning

1979

1. Fremmedsprogede elever*)
2. Specialundervisning

*) = senere vejledninger foreligger

Med hensyn til *seksualoplysning* henvises til Folkeskolens Læseplansudvalg 1971.

Vedrørende vejledninger om indretning af »Revideret projekteringsgrundlag for folke Rådgivningstjeneste for Skolebyggeri.

1980

1. Specialpædagogisk bistand til småbørn
2. Ikke-fagdelt undervisning i historie, geografi og biologi
3. Specialpædagogisk bistand til elever med sprog- eller talevanskeligheder

1981

1. Historie*)

1982

1. Specialpædagogisk bistand til elever med synsvanskeligheder
2. Specialpædagogisk bistand til elever med hørevanskeligheder
3. Specialpædagogisk bistand til elever med bevægelsvanskeligheder

1984

1. Historie
 2. Dansk
- Håndbog: Undervisning af fremmedsprogede elever i Folkeskolen

1985

1. Datalære

1987

1. Hvordan samarbejder man på skolen?
2. Samtidsorientering

1988

1. Musik
 2. Undervisningsmidler
- Håndbog: Skolebiblioteket 1988

1989

1. Kristendomskundskab
2. Fysik/kemi

Med hensyn til *seksualoplysning* henvises til Folkeskolens Læseplansudvalg 1971. Folkeskolen«,

Vedrørende vejledninger om indretning af »Revideret projekteringsgrundlag for folke til serien centrale

Rådgivningstjeneste for Skolebyggeri.

BN 0903-2363