

Undervisningsministeriet

GEOGRAFI

TEKNOLOGI

UDSLAG

MÅLING

EN TEMPERATUR

OG NOGET SYMPATIBLÆK

FYSIK/KEMI

TIL ATOMK

VAND I SYRE

KREDSLØB

I STK ATOMKERNE

FÆRDELSLÆRE

MAGNET

BIOLOGI

MATEMATIK

VACUUM

SAMMENSÆT

OG ET EKSPERIMENT

Folkeskolens formål

§ 1. Folkeskolens opgave er i samarbejde med forældrene at fremme elevernes tilegnelse af kundskaber, færdigheder, arbejdsmetoder og udtryksformer, der medvirker til den enkelte elevs alsidige, personlige udvikling.

Stk. 2. Folkeskolen må søge at skabe sådanne rammer for oplevelse, virkelyst og fordybelse, at eleverne udvikler erkendelse, fantasi og lyst til at lære, således at de opnår tillid til egne muligheder og baggrund for at tage stilling og handle.

Stk. 3. Folkeskolen skal gøre eleverne fortrolige med dansk kultur og bidrage til deres forståelse for andre kulturer og for menneskets samspil med naturen. Skolen forbereder eleverne til medbestemmelse, medansvar, rettigheder og pligter i et samfund med frihed og folkestyre. Skolens undervisning og hele dagligliv må derfor bygge på åndsfrihed, ligeværd og demokrati.

Fysik/kemi

Faghæfte 16

Undervisningsministeriet 1995
Folkeskoleafdelingen

Fysik/kemi
Faghæfte 16

© Undervisningsministeriet,
Folkeskoleafdelingen

Forsidebillede: Kunstmaler Jesper Christiansen
Grafisk tilrettelægger: Anne Rohweder IDD
Grafisk produktion: Rota-Rota

Trykt på 115 g CyclusPrint genbrugspapir

Printed in Denmark 1995

1. udgave, 1. oplag

ISBN 87-603-0637-8

Faghæfte 1-30

ISBN: 87-603-0657-2

Bestillingsnummer: UVM 5-207

UVM 5-222 Helt sæt

Undervisningsministeriets forlag,
Frederiksholms Kanal 25 F, 1220 København K.

Tlf.: 3392 5220 - Fax: 3392 5219

eller hos en boghandler

Billedliste

Sekretariatsgruppen

Indhold

Forord 5

Indledning 8

Formål 9

Centrale kundskabs- og færdighedsområder 10

Læseplan 12

Undervisningens indhold 7.-9. klasse 12

Undervisningens indhold 10. klasse 14

Vejledning 15

Skolefaget fysik/kemi 15

Fagets tidsmæssige ramme 15

Kriterier for stofudvælgelse 16

Forskellige vinkler på det valgte stof 18

Indhold i undervisningen 21

Planlægning af undervisningsforløb 21

Fagsamarbejde 21

Elevforudsætninger og læring 22

Om at lære noget i fysik/kemi 22

Progression fra natur/teknik til fysik/kemi 23

Om forhåndsviden og elevforudsætninger 26

Eleverne skal opdage, at de lærer noget 27

Om elevindflydelse 28

Om undervisningens tilrettelæggelse	30
Hvad er forsøg i fysik/kemi?	30
Om åbne og lukkede forsøg	32
Elevens opfattelse af nytten af at lave forsøg	33
Om brug af modeller	34
Om brug af sproget	38
Lokaler og samlinger	39
10. klasse	41

Bilag

Prøvebekendtgørelsen vedr. fysik/kemi	42
---------------------------------------	----

Forord

Folkeskolens fag og obligatoriske emner er i faghæfterne beskrevet fag for fag, men det er vigtigt at holde sig for øje, at de udgør et samlet hele. De udgør en central del af den ballast, som børn og unge skal bringe med sig ind i næste årtusinde.

Elever modtager mange indtryk og gør mange erfaringer i deres hverdag – i skolen og uden for skolen, og skolens undervisning skal bidrage til, at eleverne kan opnå overblik og sammenhæng. Skolen skal medvirke til, at de mange informationer og erfaringer udvikler sig til indsigt og til forståelse. Og samtidig skal skolen sikre, at eleverne opnår en grundlæggende viden på alle centrale områder.

Indholdet i de enkelte fag er ikke valgt ud fra en forestilling om at udvikle »små fagfolk«. Undervisningen i dansk skal ikke gøre eleverne til dansk lærere, i fysik til atomfysikere etc. Læseplanerne udgør rammerne for, hvad enhver ung eller voksen bør vide for at kunne tage stilling til tidens vidtrækkende kulturelle, politiske, økonomiske og miljømæssige spørgsmål. Undervisningen danner også grundlag for fortsat uddannelse, for at kunne skabe rammer om et rigt liv og for at kunne glæ-

des og undres over livets mangfoldighed og dybde.

Derfor må de enkelte fag ikke opleves stykvis og delt. Nogle fag er fælles om en humanistisk forståelse af tilværelsen, nogle fag indeholder en samfundsfaglig dimension, og andre fag giver erfaringer med naturvidenskabelige betragtningssmåder. Nogle fag giver viden om vor fysiske og sundhedsmæssige udvikling, andre giver mulighed for at opleve glæden og nytten ved praktisk bearbejdning af ting i omverdenen ved brug af redskaber. Mange fag udvikler færdigheder i at kommunikere med omverdenen, men ethvert sprog – dansk eller fremmedsprog – er en del af en kultur og må ikke blive til teknik alene. Forholdet mellem sprog og kultur er i særlig grad nærværende for de elever, som ikke er født eller opvokset i Danmark.

Eleverne skal gennem undervisningen erkende både mulighederne og begrænsningerne i fagenes betragtningssmåder. En del af undervisningen skal derfor fremover foregå tværfagligt og projektorienteret. Skolefagene udgør et ordningssystem i vor kulturkreds, men tilværelsen kan ikke forstås inden for de enkelte fags grænser. Behovet for

»sammenhængsforståelse« vil i perioder sprænge fagrammerne. Virkelighedsnær undervisning må tage sit udgangspunkt uden for skolens egen verden, men bearbejdes med de redskaber, der gennem generationer er udviklet inden for fagene.

Lokale læseplaner

I folkeskolelovens § 44, stk. 8 hedder det bl.a.: »Skolebestyrelsen udarbejder forslag til kommunalbestyrelsen om skolens læseplaner«. Og i § 40, stk. 3: »Kommunalbestyrelsen godkender skolernes læseplaner efter forslag fra de enkelte skolebestyrelser«. Loven lægger således op til, at initiativet til læseplansarbejdet tages på skolen. Dog kan der – afhængig af lokale ønsker og behov – være forskellige holdninger til, hvordan arbejdet bør tilrettelægges.

Nogle kommuner vil ønske at understrege den enkelte skoles egenart, andre vil ønske at understrege fællestrek ved det kommunale skolevæsen.

Ved udarbejdelse af egne læseplaner – eller indarbejdelse af ændringer i ministeriets vejledende læseplaner – skal man være opmærksom på, at også de lokale læseplaner bør skrives, så de angiver nogle overordnede og uomgængelige, men samtidig rummelige indholdselementer.

Samtidig bør de lokale læseplaner afspejle, at man har taget hensyn til folkeskolens overordnede formål, til samspillet mellem opfyldelse af fagets formål, inddragelse af centrale kund-

skabs- og færdighedsområder, elevernes forudsætninger samt undervisningens rammer. Det betyder bl.a., at læseplanerne skal være rummelige og give plads til fordybelse, overblik, sammenhæng og til ligeværdig og udviklende dialog. Det betyder endvidere, at udgangspunktet for undervisningen er elevernes behov, og det betyder endelig, at der i beskrivelse af progression skal tages hensyn til elevernes modenhed og udvikling.

Med folkeskolelovens krav om elevernes ansvarlige involvering i undervisningsprocessen vil skolens læseplaner være et naturligt udgangspunkt for en stadig dialog lærere og elever imellem. Dialogen skal sikre, at valg af arbejdsformer, metoder og stofvalg foregår i samarbejde.

Læreren har samtidig i et forpligtende samarbejde med kolleger og skolens ledelse ansvaret for forberedelse af egen undervisning og for inddragelsen af elever og forældre i relevante beslutningsprocesser.

Integration af edb

Lokalt skal man være opmærksom på, at edb skal beskrives som en integreret del af alle fag, hvor det skønnes, det naturligt kan fremme arbejdet med fagets forskellige områder. Dels skal alle elever have mulighed for at opnå nogle grundlæggende færdigheder, og dels skal fagene inddrage de informationsteknologiske hjælpemidler, hvor

de kan fremme arbejdet med fagenes begreber, emner og metoder.

Et grønt islæt

Af formålet for folkeskoleloven fremgår det, at folkeskolen skal bidrage til elevernes forståelse af menneskets samspil med naturen. Det grønne islæt er ikke kun et anliggende for biologi, geografi, natur/teknik og samfundsfag, men skal indgå i alle fag, hvor det skønnes naturligt i undervisningens sammenhæng. Eleverne skal have mulighed for at forbinde de naturfaglige indfaldsvinkler med andre fags betragtningssmåder og med stillingtagen, engagement, holdninger og handlinger.

Det praktisk-musiske

Den praktisk-musiske dimension er en vigtig del af den almene dannelse, og den skal derfor medtænkes i skolens daglige arbejde. Det skal fremgå af læseplanerne, hvilke muligheder der er i valg af indhold, arbejds- og udtryksformer. Det betyder, at eleverne ikke

blot skal have mulighed for at udtrykke sig praktisk-musisk, men at de også skal have mulighed for at møde en mangfoldighed af oplevelser og sanserindtryk.

Nogle fag er traditionelt gjort til de praktisk-musiske. Det betyder ikke, at de alene står for dette område, men at de både i indhold og arbejdsformer arbejder med det praktisk-musiske. Derfor har de en særlig forpligtelse til at give viden om indhold og arbejdsformer videre, så den praktisk-musiske dimension kan tænkes ind i alle fag, i tværgående emner og problemstillinger med hensyn til både indhold og udtryks- og arbejdsformer.

Jeg ved, læseplansarbejdet har været meget omfattende, og jeg vil gerne igen takke alle, der har bidraget til fornyelsen af skolens indhold. Med disse faghæfter er jeg sikker på, skolerne har fået det bedst mulige grundlag for undervisningen.

Ole Vig Jensen

Indledning

Ifølge lovbekendtgørelse nr. 55 af 17. januar 1995 om folkeskolen udsender undervisningsministeren hermed faghæftet for fysik/kemi.

Hæftet indeholder formål, centrale kundskabs- og færdighedsområder, den vejledende læseplan og undervisningsvejledningen for fysik/kemi. Endelig indeholder hæftet §§ 33 og 43 fra »Bekendtgørelse nr. 639 af 21. juli 1995 om folkeskolens afsluttende prøver mv. og om karaktergivning i folkeskolen«.

Formål, centrale kundskabs- og færdighedsområder, vejledende læseplaner og undervisningsvejledninger er blevet til gennem et omfattende arbejde i 7 læseplansudvalg støttet af sekretariatsgrupper for hvert af folkeskolens fag og emner. I dette arbejde har medvirket repræsentanter for lærernes og forældrenes organisationer samt andre fagligt og pædagogisk kyndige personer. Virksomheden i læseplansudvalgene har været holdt sammen af et koordinationsudvalg, hvor bl.a. personer med indsigt i ungdomsuddannelserne og repræsentanter for kommunerne

har deltaget. Endelig har formål, centrale kundskabs- og færdighedsområder og vejledende læseplaner været forelagt Folkeskolerådet til høring. Undervejs i arbejdet er der modtaget mange og værdifulde ideer og reaktioner, som væsentligt har bidraget til at kvalificere resultatet.

Formål og centrale kundskabs- og færdighedsområder er bindende forskrifter for den enkelte lærer. Den vejledende læseplan henvender sig til de kommunale skolemyndigheder med angivelse af, hvorledes en skoles læseplan kan - men ikke nødvendigvis skal - udformes. Undervisningsvejledningen er tænkt som et inspirationsmateriale til brug ved lærerens tilrettelæggelse af undervisningen.

Følgende personer har deltaget i sekretariatsgruppens arbejde:
Lektor Helene Sørensen
Overlærer Finn Horn
Leder af sekretariatsgruppen: Fagkonsulent Erland Andersen

Ivan Sørensen

Formål

Formålet med undervisningen i fysik/kemi er, at eleverne tilegner sig viden og indsigt om fysiske og kemiske forhold. Undervisningen skal medvirke til udvikling af naturvidenskabelige arbejdsmetoder og udtryksformer hos den enkelte elev med henblik på at øge elevernes viden om og forståelse af den verden, de selv er en del af.

Stk. 2. Undervisningen skal give mulighed for at stimulere og videreudvikle alle elevers interesse og nysgerrighed overfor naturfænomener, naturvidenskab og teknik med henblik på at ud-

vikle erkendelse, fantasi og lyst til at lære. Eleverne bør opnå tillid til egne muligheder for at forholde sig til problemstillinger med naturvidenskabeligt og teknologisk indhold af betydning for den enkelte og samfundet.

Stk. 3. Undervisningen skal bidrage til elevernes grundlag for at få indflydelse på og tage medansvar for brugen af naturressourcer og teknik både lokalt og globalt. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at erkende naturvidenskab og teknologi som en del af vor kultur og vort verdensbillede.

Centrale kundskabs- og færdighedsområder

Fysik/kemi som skolefag er både teoretisk og praktisk. I samarbejde med eleverne skal fagets indhold vælges og tilrettelægges med udgangspunkt i de fem kundskabs- og færdighedsområder, der nævnes i det følgende. Den viden og de teorier, der lægges ind i undervisningen, skal have brugsværdi for eleverne. Undervisningen skal tilrettelægges, så den inddrager elevernes forhåndsopfattelse og hverdagsviden, og den skal bygge på de erfaringer og færdigheder, eleverne blandt andet har opnået i natur/teknik. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at føle glæden ved selv at undersøge og eksperimentere samt opleve, at mange problemer af fysisk/kemisk art kan belyses gennem enkle forsøg.

Arbejdet skal give mulighed for varierede arbejdsformer og forsøgsaktiviteter.

Det eksperimentelle arbejde bør varieres således, at der både arbejdes efter meget bundne forsøgsbeskrivelser og med åbne opgaver, hvor eleverne har en høj grad af medindflydelse.

Undervisningen skal give eleverne mulighed for at arbejde aktivt med deres egen læreproces og udvikle ansvar for egen læring. Arbejdet skal give elever-

ne baggrund for kritisk stillingtagen og refleksion.

Undervisningen skal lægges til rette, så eleverne får mulighed for - også i samarbejde - at udvikle tanker, sprog og begreber. Der skal arbejdes på at skabe kobling mellem dagligsprog og fagsprog, således at eleven får mulighed for at tilegne sig fagernes begreber og udtryksformer.

Fagets arbejds- og betragtningsmåder

Undervisningen skal give eleverne mulighed for:

- at udvikle samarbejds- og udtryksformer
- at opnå færdighed i at indsamle og bearbejde forsøgsresultater
- at vurdere konsekvenserne af deres resultater og sætte dem ind i større sammenhænge
- at opnå færdighed i at formidle resultater og viden til andre
- at opnå fortrolighed med brug af måleinstrumenter, laboratorieudstyr og apparatur, herunder edb-udstyr.

Stoffer og fænomener omkring os

Undervisningen skal omfatte fysiske og kemiske egenskaber ved nogle af hverdagens stoffer og materialer.

Undervisningen skal rumme eksempler på fænomener fra dagligdagen samt forbinde hverdagshændelser med fysiske og kemiske grundfænomener. Der lægges vægt på fænomener, der er tæt forbundet med brugen af vore sanser.

Det naturvidenskabelige verdensbillede

Undervisningen skal indeholde:

- nogle grundlæggende træk af det naturvidenskabelige verdensbillede
- eksempler på udviklingen af menneskers forklaringer på verdens kemiske og fysiske opbygning
- eksempler på forestillinger om universet til forskellige tider.

Undervisningen skal omfatte den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser samt grundstoffernes periodiske system.

I undervisningen skal indgå eksempler på, at atom- og molekylemodeller kan give forklaring på en række stofegenskaber og stofomdannelser.

Liv og miljø

Undervisningen skal omfatte:

- et eller flere stofkredsløb i naturen

- eksempler på, hvordan menneskers virksomhed medfører indgreb i naturens stofkredsløb og energistrømme med følger for menneskers, dyrs og planters levevilkår.

I undervisningen skal indgå eksempler på fysiske og kemiske virkninger på levende organismer, herunder virkningen af stråling på levende væv.

Teknologi

Undervisningen skal inddrage:

- samfundets brug af lagerenergi og vedvarende energi
- eksempler på de uundgåelige tab i energikvalitet, der forekommer, når man udnytter de forskellige former for energi
- fremstilling og distribution af elektricitet
- principper bag brug af elektricitet
- eksempler på foranstaltninger, der begrænser skadelige virkninger på miljøet.

Eleverne skal arbejde med enkle elektroniske principper med henblik på anvendelsen af elektronik i samfundet.

I undervisningen skal indgå eksempler på kemiske produktionsprocesser og kemisk produktion samt fordele og ulemper ved fremstilling og anvendelse af produkterne.

Læseplan

Fysik/kemi beskæftiger sig med fysiske og kemiske grundfænomener, deres relationer til hverdagen og samspillet mellem teori og eksperiment.

Undervisningen baseres hovedsageligt på elevernes egne eksperimenter og undersøgelser. Arbejdet omfatter en grundig og varieret efterbehandling af de praktiske og eksperimentelle aktiviteter. Eleverne skal herigennem udvikle sprog og begreber.

Elevernes formidling af viden, sammenligning af resultater samt fortælling om arbejdet indgår i undervisningen. I undervisningen skal det eksperimentelle arbejde omfatte både meget bundne opgaver og opgaver med en høj grad af elevmedindflydelse. Arbejdet skal give mulighed for varierede arbejdsformer og forsøgsaktiviteter.

Undervisningens indhold 7.-9. klasse

Kriterier for indholdsvalg

Indholdet bygger på det, eleverne har arbejdet med i natur/teknik og deres forskellige erfaringer fra dagligdagen og medierne. Der skal gennemfor-

løbet ske en øgning af kompleksiteten i det valgte indhold både med hensyn til faglige og samfundsrelevante sammenhænge.

Gennem alle tre år skal der i valg af indhold lægges vægt på, at både det praktiske og teoretiske arbejde kan tilgodeses. Der skal gennem hele forløbet medtages teori og eksperimenter fra både fysik og kemi.

Den teori, der lægges ind i undervisningen, må have brugsværdi for eleverne. Den skal give dem overblik over fænomener, de kender eller gøre det mere spændende at iagttage verden.

I løbet af det tre-årige forløb skal de centrale kundskabs- og færdighedsområder som helhed dækkes.

Fagets arbejds- og betragtningsmåder

Arbejdet skal omfatte aktiviteter, hvor eleverne selv formulerer spørgsmål og selv foreslår og gennemfører undersøgelser og eksperimenter.

I undervisningen indgår brugen af apparatur, måleinstrumenter og laboratorieudstyr, herunder edb-udstyr.

Eleverne skal foretage kvalificerede valg af metoder og udstyr ved indsamling og behandling af data. Der lægges vægt på nødvendigheden af at gøre omhyggelige iagttagelser og notater.

Eleverne skal arbejde med at formulere og videregive den fysiske og kemiske viden, de har opnået gennem arbejdet med teori og eksperimenter.

Stoffer og fænomener omkring os

Eleverne skal arbejde med fysiske og kemiske fænomener som lufttryk, fordampning, opløsning, kogning, smeltning, korrosion, forbrænding, varmeisolering, statisk elektricitet, magnetisme, lysets brydning og lydens fart.

Undervisningen skal indeholde eksempler på fænomener, der er tæt forbundet med vore sanser som lyd, lys, varme og kulde, smag eller lugt.

Undervisningen skal omfatte egenskaber ved nogle stoffer og materialer, der omgiver os i vort dagligliv, fx luft, vand, metaller, plast, husholdningskemikalier, opløsningsmidler, kunstgødning, byggematerialer og tekstiler. I behandlingen lægges hovedvægten på mere generelle egenskaber som surhedsgrad, brændbarhed, elektrisk og termisk ledningsevne, styrke og nedbrydelighed.

Det naturvidenskabelige verdensbillede

Undervisningen skal omfatte nogle grundlæggende træk i det nutidige

naturvidenskabelige verdensbillede og menneskets placering heri. I undervisningen indgår også eksempler på de forestillinger, mennesker til andre tider har gjort sig om verdens fysiske og kemiske opbygning.

Undervisningen skal give eksempler på, at verden er opbygget af et begrænset antal grundstoffer, der kan indgå i en mangfoldighed af kemiske forbindelser. Atom- og molekylmodeller skal indgå i undervisningen som forklaring på en række stofegenskaber og -omdannelser. I undervisningen skal indgå eksempler på, hvordan man kan beskrive atomkerneprocesser.

Liv og miljø

Eleverne skal arbejde med et eller flere fysiske eller kemiske kredsløb i naturen. Undervisningen skal omfatte enkle eksempler på, hvorledes menneskelig aktivitet kan påvirke miljøet gennem udvinding af naturressourcer, ved opførelse af produktionsanlæg, ved udledning af stoffer eller varmeenergi etc.

I undervisningen skal indgå eksempler på, hvordan fysiske og kemiske forhold i miljøet kan have betydning for mennesker, dyr og planter.

Teknologi

Eleverne skal arbejde med eksempler på samfundets brug af lagerenergi og vedvarende energi samt følgevirkninger heraf.

I undervisningen skal indgå kendskab til fordele og ulemper ved at udnytte forskellige energikilder og til de uundgåelige tab, der forekommer, når man udnytter forskellige former for energi.

Undervisningen skal omfatte eksempler på kemiske produktionsprocesser og kemisk produktion, samt 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.

Eleverne skal have kendskab til de grundlæggende principper for måling og styring med datamaskiner. Samtidig skal de få indblik i, hvor og hvordan datamaskinen bruges i processerne, og få forståelse af, hvilken betydning den har for disse processer.

Undervisningens indhold

10. klasse

I 10. klasse lægges der større vægt på faglig fordybelse, overblik og på forståelse af de større sammenhænge. Fordybelsen gælder både det praktiske og teoretiske arbejde.

I undervisningen skal eleverne arbejde med et eller flere af følgende områder:

- 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 synsvinkel
- et aktuelt emne, der kan belyses med fysiske og kemiske grundfænomener
- en dybere behandling af et af kundskabsområderne: »Stoffer og fænomener omkring os«, »Det naturvidenskabelige verdensbillede«, »Liv og miljø«, »Teknologi«.

I undervisningen skal elevernes eget selvstændige arbejde indgå med betydelig vægt, både hvad angår det teoretiske og det praktiske indhold.

I løbet af 10. klasse skal de centrale kundskabs- og færdighedsområder som helhed dækkes, og arbejdet skal omfatte både fysik og kemi.

Vejledning

Skolefaget fysik/kemi

Vi er i vores hverdag omgivet af forskellige former for teknologi, som er med til at gøre tilværelsen lettere. Men udviklingen frem til industrisamfundet har medført en lang række miljømæssige problemer, som også spiller en væsentlig rolle for os i vores dagligdag. Disse forhold, samt den megen omtale af naturfaglige emner i medierne, må dagens og fremtidens borger forholde sig til. Derfor er det en væsentlig opgave for skolen at give eleverne mulighed for at få en vis grundlæggende viden om naturfaglige og teknologiske emner og problemer. Naturvidenskabelig dannelse er vigtig, både i forhold til hverdagslivet og med henblik på de beslutninger man som borger skal være med til at tage i et demokratisk samfund. Fysik/kemiundervisningen må derfor have til opgave at bidrage til, at der i befolkningen generelt er et rimeligt højt oplysningsniveau om naturvidenskabelige og teknologiske emner.

I fysik/kemi skal eleverne tilegne sig nogle grundlæggende begreber og metoder, samtidig med at de opnår en håndterlig viden. Det er vigtigt, at eleverne føler, at de har succes med fysik/kemi, og at de gennem arbejdet ople-

ver, at faget kan bruges til noget. Det er en væsentlig forudsætning for, at eleverne senere har lyst til at gå videre med indholdet.

Arbejdet med fysik/kemi bør give eleverne udfordringer, som stimulerer deres kreativitet og fantasi, samtidig med at det rummer elementer af betydelig oplevelsesmæssig værdi. Eleverne kan gøre spontane iagttagelser og glæde sig over noget smukt og overraskende. De kan opleve tilfredsstillelsen ved at lære noget, som gør dem i stand til at betragte omverdenen med ny indsigt. Indholdet i de centrale kundskabs- og færdighedsområder er valgt ud fra et ønske om, at det, eleverne arbejder med i fysik/kemi, ikke kun skal have brugsværdi, men også give dem oplevelser og visioner om den verden, de selv er en del af.

Fagets tidsmæssige ramme

Den vejledende timefordelingsplan angiver to lektioner om ugen til fysik/kemi, men da alt praktisk arbejde kræver sammenhængende tid, kunne undervisningen måske organiseres på en anden måde. Mange finder, at det er en god ide med dobbeltlektioner, så der er tid til efterbehandlingen og alt det praktiske. Dobbeltlektioner gør det lettere at arrangere mindre eks-

kursioner og undersøgelser på skolen eller i skolens nærmeste omegn. Andre vælger at læse fysik/kemi som semesterlæsning. Mange skoler har i de senere år udnyttet denne mulighed, faktisk er fysik/kemi det største mundtlige fag ved »juleprøven«. Semesterlæsningen giver en række fordele, faget bliver synligt på skemaet, eleverne får et kortere, men mere koncentreret forløb, og selv når der sker aflysninger af undervisningen, går der normalt ikke uger mellem lektionerne.

Periodelæsning er også en mulighed. Klassen har i en kortere periode mange lektioner i fysik/kemi, og i andre perioder ingen. Over et skoleår skal eleverne opnå det samme antal lektioner som en »normal« klasse med 2 lektioner om ugen.

Ved planlægning af skoleåret, skal man som lærer tage mange hensyn. Folkeskolens formål, fagets formål, de centrale kundskabs- og færdighedsområder, stofindholdet og kriterierne fra læseplanen for at nævne noget af det mest oplagte. Derudover skal der også tages hensyn til de lokale muligheder, ligesom man som lærer må tænke over, hvor mange lektioner, der reelt er til rådighed, når hytteture, lejrskoler, praktik mv. går fra. Planlægningen må ikke være så stram, at der ikke bliver plads til det helt aktuelle, enten det er taget fra nyhedsmedierne eller fra noget, eleverne selv har oplevet.

Kriterier for stofudvælgelse

De centrale kundskabs- og færdighedsområder skal være styrende for indholds-

valget. Indholdet er beskrevet i meget overordnede vendinger, så den enkelte lærer må selv sammen med eleverne vælge det konkrete indhold.

Eleverne skal have indflydelse på stofvalget

Det er nødvendigt at inddrage eleverne i planlægningen, fordi elevernes forhåndsviden og deres færdigheder skal ligge til grund for undervisningen. Eleverne har gennem de foregående års natur/teknikundervisning opnået en viden og nogle færdigheder, som det er nødvendigt for fysik/kemilæreren at skaffe sig et kendskab til. Når fysik/kemilæreren har haft eleverne i natur/teknik vil denne viden selvfølgelig være til stede. I den situation vil det være let dels at vælge det faglige udgangspunkt dels at fremkalde elevernes erindringer på det faglige område. I andre tilfælde kan det være sværere at finde frem til elevernes viden og forståelse opnået gennem den foregående undervisning. På den enkelte skole må der opbygges en praksis, der sikrer et samarbejde mellem naturfagslærerne, således at biologi-, geografi- og fysik/kemiundervisningen kan foregå med udgangspunkt i elevernes forudsætninger.

Det vil være væsentligt, at læreren meget bevidst arbejder på at finde frem til, hvad eleverne før har arbejdet med. I praksis er dette ikke helt enkelt. Det, man lærer, er tæt knyttet sammen med hele den situation, læringen er sket i. Hvis fysik/kemilæreren spørger om, hvilken luftart, der dannes ved fotosyntese i grønne planter, kan eleverne i

første omgang måske ikke huske, at de har lært noget om det i natur/teknik-undervisningen. Men erindringerne kommer frem, når samtalen handler om dengang bønespirene blev grønne, da de kom ud i sollyset. Det er ofte få elever, som umiddelbart kan huske episoder fra undervisningen, men deres fortælling kan være med til at kalde hukommelsen til live hos de øvrige elever, bl.a. fordi de kan nævne bestemte elever eller beskrive særlige situationer. Som lærer er det vigtigt at prøve at fremkalde disse erindringsspor gennem samtale med eleverne, ved planlægning sammen med eleverne, ved at lade eleverne i grupper arbejde med en »kortlægning« af deres begreber om det tema, der skal arbejdes med eller ved at bruge andre teknikker til at finde frem til elevernes forudsætninger.

Udnyttelse af muligheder i lokalområdet

Den nærmere planlægning i samarbejde med eleverne skal udnytte muligheder i lokalområdet. Det vil være nærliggende at vælge at behandle nitratkredsløbet i de områder, hvor de lokale vandboringer bliver lukket på grund af for høj nitratkoncentration. Det vil være naturligt at arbejde med kulstoffets kredsløb og organisk kemi i områder med sukkerroer og sukkerfabrikker, ligesom et tema som fra kartoffel til alkohol kunne være relevant for elever i nærheden af spritfabrikkerne. Et tema om vandkvalitet og vandforsyning kan omfatte besøg på det lokale vandværk og rensningsanlæg. Et

tværfagligt forløb om genbrug kan knyttes til kommunens genbrugsplads, til affaldsforbrændingsanlægget og til den nærliggende plastforarbejdningsfabrik. Et tema om navigation og kommunikation vil være selvfølgelig i byer med store industrihavne. I områder med naturgenopretning af vandløb og søer vil det være relevant at behandle et NPO-tema.

Indholdet i et tema hentes fra flere af de centrale kundskabs- og færdighedsområder

De centrale kundskabs- og færdighedsområder udpeger nogle centrale felter, som eleverne skal opnå sammenhængende indsigt i. De skal ikke ses som baggrund for en opdeling af den daglige undervisning. I ethvert tema vil det normalt være sådan, at »fagets arbejds- og betragtningsmåder« indgår. De grundlæggende fænomener, der optræder i »stoffer og fænomener omkring os«, vil på tilsvarende måde ofte indgå 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 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. De enkelte temaer vil således ofte hente stoffet fra flere af de centrale kund-

skabs- og færdighedshedsområder og kan også godt inddrage stof fra både fysik og kemi. Et tema om støjforurening vil tage sit udgangspunkt i »stoffer og fænomener omkring os«, men der vil også indgå stof fra »liv og miljø« og »teknologi«. Et tema om lys og farver vil som udgangspunkt behandle stof fra »stoffer og fænomener omkring os«. I emnet vil også indgå »liv og miljø« i forbindelse med behandling af belysningens betydning for mennesker, dyr og planter og »teknologi« i tilknytning til fremstilling af farvestoffer og i opbygningen af belysningsarmaturer. Også »det naturvidenskabelige verdensbillede« kan blive inddraget i omtalen af farvestoffers opbygning og fremstilling gennem tiderne. Et sådant tema vil således hente stof fra mange af de centrale kundskabs- og færdighedshedsområder, og der vil i temaet indgå stof fra både kemi og fysik. Et tema om energiforsyning og miljøbelastning inddrager på samme måde både kemiske og fysiske begreber og betragtningsmåder. Det henter sit stof fra en stor del af de centrale kundskabs- og færdighedshedsområder.

Forskellige vinkler på det valgte stof

En klasse kan i forlængelse af tidligere arbejdsformer eller emnevalg i andre fag ønske at arbejde med fysik/kemi ud fra en særlig indfaldsvinkel.

Praktisk og håndværksmæssigt

Der kan være tale om, at klassen ønsker at lægge særlig vægt på at arbejde

håndværksmæssigt eller undersøge de praktiske aspekter ved de fysik/kemi-emner, man skal arbejde med. Eleverne kan undersøge anvendelse af elektrisk energi i boligen ved at de opbygger en model af et hus. I dette hus skal de installere de nødvendige ledninger, sikringer, afbrydere og lampesteder. I arbejdet med dette emne lægges der stor vægt på vigtigheden af håndværksmæssigt godt arbejde som grundlag for den gode funktion og den nødvendige sikkerhed. Sikkerhedsaspektet får i dette emne en stor plads, og der relateres hele tiden til de forhold, eleverne kender fra deres eget hjem og deres egen omgang med elektricitet.

Boligen kan også være udgangspunkt for undersøgelse af isoleringens betydning for indeklima og varmeregnings størrelse.

Eleverne kan bygge små modelhuse, som opvarmes med deres selvfremstillede elektriske varmeapparater. Husene kan isoleres med materiale af forskellig art og tykkelse. Eleverne kan også undersøge, hvilken betydning det har, om et hus er »tunt« eller »let«. I arbejdet kan også indgå, hvordan rumopvarmning og opvarmning af brugsvand kan ske på forskellig måde. Eleverne får gennem dette arbejde mulighed for at foretage konkrete vurderinger af privatøkonomisk art. Mange af de nævnte modelforsøg kan udvides til at strække sig over længere tid. Temperaturmålinger over længere tid kan udføres ved hjælp af dataopsamlingsudstyr og datamaskine. Når

forsøgene udstrækkes til, at der foretages målinger på rum i fuld skala, fx når det skal undersøges, hvordan temperaturen i et uopvarmet rum ændrer sig gennem et døgn, er det nødvendigt at anvende edb-udstyr.

I et forløb der drejer sig om omsætning af energi og bestræbelser på at holde på varmen, er det naturligt at beskæftige sig med fremstilling af energi til boligens funktioner. Eleverne kan arbejde med konstruktion af solfanger, forsøg med solceller, selvkonstruerede vindmøller og lagring af elektrisk energi.

Et forløb om stoffer og materialer i husholdningen kan omfatte forskellige metoder til konservering af madvarer. Eleverne kan arbejde med saltning, rygning, henkogning, syltning, gæring og andre måder at konservere fødevarer på. Gennem eksperimenter kan eleverne undersøge, hvad der sker med madvarerne, når konserveringen ikke er tilstrækkelig, og de kan undersøge, hvilken indvirkning forskellige konserveringsmetoder har på madvarernes smag, lugt og udseende.

I en klasse kan et forløb om lyd bl.a. komme til at dreje sig om fremstilling af forskellige typer af »musikinstrumenter«, trommer, xylofoner, fløjter og strengeinstrumenter. Elektronisk musik kan blive til et forløb om stabile multivibratorer og højttalerens funktion.

Miljømæssig indfaldsvinkel

Når en klasse har valgt at arbejde med fysik/kemi ud fra en miljømæssig synsvinkel, bruger eleverne megen tid på

arbejdet med ressourcer og sammenhænge. De undersøgelser som eleverne foretager vil ofte foregå i deres nære omgivelser.

De vil undersøge, om regnen er sur og årsagerne til det. I arbejdet med den sure nedbør bliver der lagt stor vægt på, hvilke virkninger den kan få for miljøet. Eleverne arbejder med udvinding af råolie, fremstilling af forskellige kulbrinter og deres anvendelse i produktion og energiforsyning. Eleverne arbejder også med trafikfysik. Transport er forbundet med omsætning af store energimængder og afstedkommer ulykker, støj og anden forurening af miljøet. Det skyldes nogle fysiske, kemiske og tekniske forhold, som eleverne undersøger i laboratoriet og deres lokalområde. I undervisningen lægges stor vægt på forståelsen af sammenhængen mellem at flytte biler og gods og omsætningen af energi.

Det moderne samfunds energibehov er stort. Klassen kan arbejde med, hvordan samfundet kan skaffe sig den nødvendige energi ved omsætning af fossile brændsler, kerneenergi, vindkraft og forskellige former for bioenergi, og hvordan energien distribueres til og omsættes hos forbrugerne. I arbejdet indgår overvejelser om energiforbrugets størrelse og energiproduktionens belastning af miljøet. Der arbejdes også med forslag til at nedbringe energiforbruget og med en eventuel mere hensigtsmæssig sammensætning af energiproduktionen.

Klassen kan i et arbejde med Danmarks intensive landbrug vurdere, hvilke krav

dette stiller til tilførslen af næringssalte til afgrøderne og virkningen for miljøet. Klassen kan undersøge forskellige saltes betydning for udvalgte afgrøder, og hvordan disse salte kan fremstilles i form af kunstgødning. Klassen kan undersøge, hvad der sker med udvalgte afgrøder, når der tilføres forskellige mængder gødning, og konsekvenserne af overgødsning i form af nedsivning af nitrat til grundvandet og for store mængder næringssalte i vandløb og søer.

Teknologisk synsvinkel

Undervisningen i fysik/kemi kan tage udgangspunkt i en teknologisk synsvinkel på de emner, som eleverne arbejder med.

I et emne om elektricitet kan der fokuseres på generatorens opbygning og funktion, transformatoren og transformation samt betydningen af den højspændte distribution af elektrisk energi.

Under arbejdet med elektronisk kommunikation kan eleverne gå i dybden med undersøgelse af opbygning og funktion af mikrofoner, højttalere, tonehovedet i en båndoptager og billedrøret i fjernsynet.

Problemerne med produktion af energi kan føre til, at eleverne ud fra bøger, plancher og AV-materialer arbejder med kernereaktors funktion og opbygning, samt hvordan man konkret sikrer sig, at den ioniserende stråling ikke når skadelige niveauer uden for reaktoren.

Undersøgelse af energiproduktion på grundlag af råolie kan blive udgangspunkt for et detaljeret arbejde med olieraffinaderier, destillation og nedbrydning af lange kulbrintekæder til mere anvendelige molekyler.

Der kan i en klasse være elever som ønsker at arbejde med den teknologiske eller miljømæssige side af et emne eller tema, mens andre ønsker at arbejde med en praktisk indfaldsvinkel. For de elever, som arbejder ud fra eget valg, vil der normalt være tale om et større udbytte, men også for resten af klassen giver det en mulighed for at se et emne belyst fra flere sider. I fremlæggelsesfasen giver det en mulighed for at se bredden i et fysisk/kemisk problem, som ingen elev selv ville kunne nå at belyse.

Det vil næppe være hensigtsmæssigt, at en klasse udelukkende arbejder ud fra én af ovenstående indfaldsvinkler. Emnets karakter, elevernes udvikling eller deres interesser gør det nødvendigt at vurdere, om et emne eller tema skal ansues fra en anden synsvinkel end den klassen eller den enkelte elev normalt har brugt. Det er også vigtigt, at læreren opmuntrer den enkelte elev til at vælge varierede arbejdsformer og indfaldsvinkler.

Undervisningen skal vælges og tilrettelægges i samarbejde med eleverne. Men det er lærerens ansvar, at de centrale kundskabs- og færdighedsområder dækkes alsidigt.

Indhold i undervisningen

Planlægning af undervisningsforløb

Det er en væsentlig forudsætning for elevernes engagement, at de kender til begrundelserne for, at netop det tema eller faglige emne er på dagsordenen. Når det drejer sig om den daglige planlægning bør eleverne være med i udvælgelsen af stoffet og i den nærmere tilrettelæggelse af undervisningsforløb.

Klimaet i klassen og graden af tillid mellem elever og lærer har stor betydning for, hvilke muligheder der er for dette, og det er en god idé at lærer og elever kender hinanden fra andre sammenhænge.

De lokale forhold har stor indflydelse på, hvordan undervisning i praksis kommer til at foregå.

Men selv om der er forskellige forhold fra skole til skole og variationer fra klasse til klasse, er der bestemte forhold omkring undervisning, som kan være med til at styrke elevens engagement og læring i naturfag. Der er mange muligheder for at variere de pædagogiske hjælpemidler i undervisningen.

Der kan være et ønske med et samarbejde på tværs af klassetrinnet, eller, der kan være planlagt et tværfagligt emne i klassen med inddragelse af flere af klassens fag. Der kan også være planlagt en feature på skolen, hvor fysik/kemi indgår. I de tilfælde må det gøres klart for eleverne, hvad arbejdet skal dreje sig om. Men man skal som

lærer være opmærksom på, at elevernes direkte indflydelse på undervisningen meget let forsvinder, når flere klasser og lærere indgår i samarbejde.

I den følgende beskrivelse af undervisningsforløb og i eksemplerne på valg af faglige emner og temaer er der lagt vægt på mulighederne for tværfagligt arbejde og relationerne til det omgivne samfund. Denne vægtning er valgt for at rette opmærksomheden mod, at undervisningen skal være problematiserende og perspektiverende ved siden af elevernes arbejde med grundlæggende fysiske og kemiske problemstillinger.

Fagsamarbejde

Læseplanerne for mange af skolens fag lægger op til en undervisning som inddrager fænomener og sammenhænge i den verden, som omgiver eleverne.

Fagsamarbejde kan gennemføres på flere niveauer. I den tværfaglige undervisning indgår fagene med alle deres ressourcer, tid, lærere og faciliteter. Samarbejdet kan også bestå i et emnefællesskab, hvor eleverne arbejder med det samme emne i forskellige fag, uden at det får indvirkning på organiseringen af undervisningen.

I et samarbejde om en gruppe elevs arbejde i et fag, emne eller tema, kan det lykkes at skabe en bedre forståelse, når nogle problemstillinger belyses fra endnu en synsvinkel. Fysik/kemi kan i mange tilfælde bidrage med de detaljerede undersøgelser, som øger muligheden for, at eleverne kan forstå de problemstillinger, der er rejst i »basis-

faget«. Fx kan et emne om »atomkraft« i samfundsfag udvides med forsøg i fysik/kemi om ioniserende stråling og et emne om »vore sanser« kan udbygges med forsøg i fysik/kemi om lys og lyd.

Tilrettelæggelse og gennemførelse af praktisk undersøgende arbejde er traditionelt knyttet til de fag, som involverer laboratoriarbejde i undervisningen. Fysik/kemi kan i et fagsamarbejde give eleverne mulighed for at arbejde med dele af en overordnet problemstilling på en anden måde, end de ellers havde mulighed for.

Hvis en klasse i et tværfagligt emne arbejder med den kommunale renovation, kan fysik/kemi bl.a. bidrage med et forløb om energi. Eleverne får mulighed for at lave eksperimenter med varmeenergi og undersøgelse af forbrændingsprodukter og energiproduktion fra udvalgte typer affald.

I mange historiske perioder er der sket vigtige og interessante opdagelser og opfindelser på det naturvidenskabelige område. Opdagelser, som var betinget af samfundets udvikling, og som fik betydning for den fortsatte udvikling.

I et tværfagligt emne om Chr. IV kan fysik/kemi belyse de vigtige opdagelser, som skete i Danmark og Europa indenfor astronomi ved at arbejde med astronomi. Det konkrete arbejde med observationer og beregninger giver et nyt forhold til de historiske personers muligheder og arbejdsforhold.

Lys og lyd som fysiske fænomener, der er knyttet til nogle af vore sanser, kan behandles i fagsamarbejde eller emne-

fællesskab med biologi, når eleverne arbejder med mennesket og dets sanser.

Et historisk forløb om Anden Verdenskrig eller et samfundsfagligt forløb om atomkraft i energiproduktion kan give anledning til, at der i fysik/kemi arbejdes med nogle mere grundlæggende emner som kernespaltning, ioniserende stråling og radioaktive stoffers halveringstid.

Det er vigtigt at initiativet til samarbejde med andre fag også kommer fra fysik/kemi. Når fysik/kemi-undervisningen foregår som afsluttede forløb, kan der bidrages til den nødvendige problematisering og perspektivering ved at dele af de behandlede emner tages op i andre fag. Det kan ske i forlængelse af undervisningen i fysik/kemi eller som et parallelt forløb, hvor der anvendes en anden angrebsvinkel, fx en samfundsfaglig, biologisk eller musisk. Det er af stor betydning, at eleverne kan opleve anvendelsesaspektet i skolens andre fag og se det i skolens udadrettede aktiviteter i form af ekskursioner, lejrskoler, praktik m.m.

Elevforudsætninger og læring

Om at lære noget i fysik og kemi

Siden naturlære blev indført som skolefag i folkeskolen omkring århundredskiftet, har der i de officielle bestemmelser for faget været lagt stor vægt på

elevernes selvstændige arbejde. I bestemmelserne har der altid været lagt vægt på eksperimentet i undervisningen og på, at eleverne selv skulle arbejde i laboratoriet med forskellige former for forsøg. En af begrundelserne har været, at ny viden og erkendelse i videnskabsfagene skabes i vekselvirkning mellem teori og eksperiment. I de sidste år er der kommet endnu større fokus på elevernes eget arbejde med undersøgelser og eksperimenter. Det er ikke blot, fordi traditionen i fagene kræver det, at der lægges vægt på elevernes arbejde med forskellige former for forsøg. Det opfattes som en væsentlig kilde til elevernes læring i fagene, at eleverne arbejder selvstændigt med praktisk arbejde i og udenfor laboratoriet.

Viden kan ikke overføres som en færdigret fra lærer til elev. Den enkelte elev må selv gøre arbejdet med at føje ny viden og erfaring ind i sammenhæng med det, der allerede er lært. D.v.s. hvad enten eleven følger en lærerdemonstration, læser en tekst eller udfører eksperimentelt arbejde, skal eleven sammensætte og bearbejde det nye og det allerede lærte til en meningsfuld helhed. Når elever arbejder i deres egen takt, har de bedre betingelser for at udføre dette læringsarbejde, end når de følger med i en sammenhængende gennemgang fra læreren.

Men det er værd at lægge mærke til, at den faglige læring sker i en social sammenhæng, så det ikke kun er de faglige facts, der får indflydelse på, hvilken

mening og forståelse eleverne får ud af arbejdet med forsøgsaktiviteter. I diskussion og tolkning af forsøgsresultater, kan argumenter fra elever med større autoritet blandt kammeraterne få større vægt end faglige argumenter. I en gruppe, som lægger vægt på enighed om beslutninger i gruppen, kan behovet om enighed overskygge muligheden for at undersøge forskellige faglige forslag.

Opfattelsen af, hvordan elever lærer, bør have indflydelse på planlægning og tilrettelæggelse af undervisningen. Når eleverne skal lære at tage medansvar for at lære noget, er det en forudsætning, at de bliver bevidste om, hvad undervisningen går ud på, og hvad det er de skal lære.

Progression fra natur/teknik til fysik/kemi

Natur/teknik danner grundlaget for arbejdet i fysik/kemi

Natur/teknikundervisningen giver mulighed for en større kvalitet i fysik/kemiundervisningen. Eleverne har opnået erfaringer og færdigheder, som er grundlæggende for undervisningen i fysik/kemi. Fra den eksperimenterende arbejdsform i natur/teknik vil eleverne have færdigheder i at gennemføre og tilrettelægge praktisk arbejde og til at samarbejde i grupper.

Fra natur/teknik vil eleverne være vant til at arbejde tværfagligt med naturfagene og vil derfor kunne sætte den faglige forståelse i relation til verden uden for fysik/kemilokalet. I fysik/

kemi kan der på det grundlag arbejdes med at erkende fagenes identitet samtidig med at perspektivering oprettholdes. Eleverne har mulighed for at opnå en sammenhængende faglig forståelse baseret på erfaringer hentet over en lang årrække.

Eleverne vil således inden for de fleste områder have nogle mere eller mindre fælles forudsætninger fra de foregående års undervisning. Det giver nogle muligheder og nogle udfordringer til fysik/kemilæreren. Som lærer skal man være parat til at tage disse udfordringer op.

Eleverne vil være mere blaserte overfor »juleforsøg« og i 7. klasse vil fysik/kemi ikke mere have nyhedens interesse - og eleverne vil nok allerede selv have lavet flødebolleforsøget! Det er en forudsætning for tilrettelæggelsen af undervisningsforløb, at en fysik/kemilærer, som ikke har haft eleverne i natur/teknik, enten gennem samtaler med natur/tekniklæreren og med eleverne eller fra klassens logbog finder ud af, hvad eleverne har arbejdet med indenfor området.

Fx indenfor området elektricitet og magnetisme vil elevernes leg og eksperimentering på de forudgående klassetrin gøre det nødvendigt at nytænke indholdet. Fysik/kemi har haft en tradition for, at der netop indenfor disse områder var mulighed for eleverne til at eksperimentere meget frit. Men nu vil de allerede have leget med magneter og have oplevet glæden ved at få en pære til at lyse i et simpelt kredsløb. En del af eleverne vil have arbejdet

med mere komplicerede kredsløb i forbindelse med projekter om at installere lys i en modelby eller et modelhus og kan bruge begrebet strømkreds i praksis. Eleverne vil derfor have et andet udgangspunkt, og undervisningen vil kunne stille andre krav end tidligere både til faglig dybde og til perspektivering. I stedet for at arbejde med simple kredsløb med parallellforbindelser og serieforbindelser kan de fx arbejde med elektroniske konstruktioner og gennem arbejdet med dem få rutine i at udføre målinger både med voltmeter/amperemeter og oscilloskoper. I forbindelse med et tema om lokalområdets energiforsyning kan undervisningen indeholde både de fysiske og kemiske forhold vedrørende energiproduktion og undersøgelse og vurdering af politiske beslutninger på området.

Et eksempel på progressionen i et fagligt område gennem hele skoleforløbet

Med naturfagenes placering i skolen er det muligt for eleverne at opnå viden og erfaringer gennem en tilbagevenden til det samme faglige område over 9 års skolegang, som det næste eksempel vil belyse.

Udgangspunktet for eksemplet er »det naturvidenskabelige verdensbillede« i de centrale kundskabs- og færdighedsområder. Her er givet retningslinier for det faglige indhold som skal opnås gennem fysik/kemiundervisningen. Når eleverne er nået gennem 9. klasse, kan man forvente, at eleverne har stiftet bekendtskab med, at stof er opbyg-

get af partikler, og at der findes nogle modeller med forklaringsværdi, så eleverne kan få en forståelse af det videnskabelige sprog, som bruges i beskrivelsen af atomer og molekyler. Denne vidensopbygning vil ske gennem hele skoleforløbet, og følgende eksempel skal illustrere en classes arbejde indenfor dette vidensområde.

Klassen arbejdede i indskolingen med lufts egenskaber i forbindelse med et tema om »Efterår«. Eleverne fik opbygget et kendskab til, at luft har »substans«, og er overalt. I 3. klasse arbejdede klassen med dyrs levevilkår om vinteren og lavede forsøg med vands tilstandsformer. Året efter arbejdede eleverne med et tema om vand som levested for planter og dyr og udførte en række forsøg med vand som opløsningsmiddel. De lærte om blandinger og rene stoffer og fik erfaringer med stoffers opløselighed. Næste år i 5. klasse havde klassen et tema om livsbetingelser for planter og arbejdede med luftarterne kuldioxid og ilt som et led i forsøg med fotosyntese. Derved fik de en begyndende forståelse af kemiske reaktioner og stoffers omdannelse uden dog at kunne disse ting med et formelt formelsprog. Et tema om stoffer fra køkken, badeværelse og bryggers i 6. klasse gav eleverne viden om, at der i dagligdagen i husholdningen bruges en lang række kemikalier med karakteristiske egenskaber, som opløselighed, surhedsgrad og brændbarhed. Eleverne lærte at se på varedeklARATIONER, hvor stoffernes kemiske navne er en af oplysningerne,

som er tilgængelige som oplysning for den »almindelige forbruger«.

I 7. klasse kunne der derfor arbejdes mere formelt med at beskrive stoffers opbygning i atomer og molekyler, med stoffers tilstandsformer og med simple navngivningsregler for kemiske forbindelser. Det skete gennem arbejdet med et tema om affald og genbrug. I enkle forsøg med forbrænding kunne simple kemiske omdannelser, hvor ilt indgår, blive beskrevet både med ord og med de første opskrivninger af kemiske reaktioner.

I 8. klasse kunne der arbejdes mere systematisk med det periodiske system som grundlag for et arbejde med galvaniske celler og elektrolyse. Derved lærte eleverne om simple ioner og om sammensatte ioner. I et tema om drikkevand og spildevand havde eleverne brug for denne viden i forståelsen af de mere simple påvisningsreaktioner for ioner. Samtidig kunne de arbejde med blackbox-reaktioner i form af testsæt eller sticks til fx påvisning af nitrat. Nogle af eleverne kunne lave simple støkiometriske beregninger i beregningen af fx det procentiske indhold af fosfor og af fosfat.

I 9. klasse arbejdede eleverne igen med forbrændingsprocesser og reaktionsligninger i et tema om energiforsyning og røggasrensingsprocesser. I samme tema kunne eleverne i arbejdet med kerneenergi komme til at arbejde med isotoper og kernereaktioner.

Som vist i ovenstående eksempel kan eleverne gennem 9 års undervisning vende tilbage til samme faglige område

flere gange. Der vil komme en progression i undervisningen både på det faglige område og på det færdigheds-mæssige. Arbejdsformerne vil udvikle sig fra iagttagelse og beskrivelsesforklaringer til arbejdet med måling af kvantitative størrelser og vekselvirkningen mellem teori og eksperiment. Perspektivering af undervisningen kan bevæge sig fra det nære og de umiddelbare erfaringer til forhold længere væk fra elevernes dagligdag og til mere abstrakte sammenhænge.

Om forhåndsviden og elevforudsætninger

Som nævnt har eleverne tanker og teorier om den fysiske omverden. De har forklaringsmodeller for, hvad der får en bold til at bevæge sig. De gør sig overvejelser over, hvad der sker, når man trykker på en kontakt, og lyset tændes. Eleverne har fra natur/teknikundervisningen begreber og viden, som skal være grundlag for undervisningen i fysik/kemi.

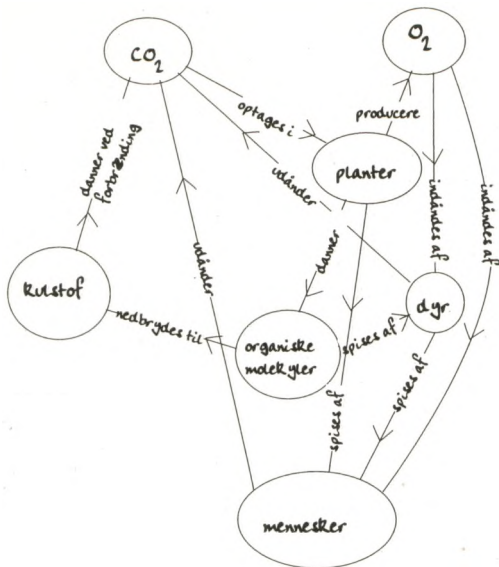
Det eleverne allerede ved, har afgørende indflydelse på opbygningen af ny viden. Derfor er det af betydning for læringen, at elevernes forhåndsviden kommer frem i lyset. Når der i undervisningen arbejdes med temaforløb er det ekstra vigtigt for læreren at få kendskab til elevernes forventninger og forhåndsviden, fordi det bør sikres, at eleverne opbygger et fagligt skelet, som kan hjælpe dem med at sammenknytte erfaringer og vidensopbygning fra et temaforløb til de næste.

Hvordan finder man frem til elevernes forhåndsviden?

Der findes forskellige metoder, som kan bruges til at indkredse elevernes forhåndsviden.

En er at lade eleverne finde frem til, hvilke spørgsmål, de vil stille om det foreslåede tema, eller hvad de gerne vil lære mere om. Det kan ske individuelt eller i grupper. I nogle tilfælde kan det være en hjælp særlig for de erfaringsfattige elever, når de har lejlighed til at se bøger, video eller andet materiale om temaet, inden de skal komme frem med ideer. Hvis en 8. klasse vil arbejde med astronomi, kan læreren som start på temaet på pædagogisk central låne en lang række bøger om temaet, både bøger beregnet på voksne og bøger med mange billeder beregnet til børn på mindre klassetrin. Ved at orientere sig i bøgerne får eleverne flere ideer til, hvad de kan vælge og bedre baggrund for at beslutte, hvad de enkelte grupper vil koncentrere sig om.

En anden metode er at lade eleverne skrive en sammenhængende tekst om det forestående tema fx om lyd, for derefter at planlægge temaet med udgangspunkt i elevernes tekster. Andre fremgangsmåder kan være sammen med eleverne at lave idéassociation på tavler eller lave planlægningsdiagrammer i fællesskab i klassen eller i grupper. Læreren kan også vælge at lade eleverne arbejde med begrebskortlægning (concept mapping) alene eller i grupper med nogle af de begreber, som det er hensigten, at eleverne skal lære ud fra undervisningsforløbet.



grund til at bruge metoder i undervisningen, som kan vise eleverne, at de har lært noget i fysik og i kemi, og at de kan forstå det, der foregår.

Derfor bør der ved en afsluttende evaluering ske en tilbagevendende til de ideer, som eleverne gav udtryk for i starten af arbejdet med temaet eller området. Derved bliver eleverne dels konfronteret med forhåndsforventninger og forestillinger, dels bliver det muligt for eleverne at finde ud af, hvad de har lært.

Eleverne kan fx igen lave begrebskortlægning. De kan se i den logbog, som er ført under arbejdet med temaet eller se, hvor meget der er kommet til i den fælles database. Eller læreren kan udarbejde en videns- eller færdighedsprøve, hvor de må bruge de materialer, som er brugt under arbejdet. Derved får eleverne en fornemmelse af, hvilke krav, der stilles til dem, og om de kan indfri disse krav.

Eleverne kan lave en plancheudstilling for resten af skolen om fx et tema som »Hvor får vi drikkevand fra?«. De kan planlægge et undervisningsforløb fx om elforsyningen til vore huse for anden- og tredjeklasserne på skolen. De kan planlægge en række praktiske aktiviteter til et forældrearrangement fx om kemi i hjemmet.

Udviklingsprojekter har vist, at eleverne tager arbejdet i timerne meget mere alvorligt, når de oplever, at viden og teori fra fysik- og kemiundervisningen kan bruges i andre sammenhænge. Der sker ellers let det i skolen, at erfaringer og viden blot lidt efter lidt op-

Når man arbejder bevidst med at få elevernes forhåndsviden frem i lyset, er det ofte overraskende at opdage, hvor individuelt forskellige elevernes begrebsindhold er for de fysik/kemifaglige termer - og ikke mindst, hvor forskelligt elevernes begrebsindhold er fra de fagligt definerede.

Eleverne skal opdage, at de lærer noget

Nogle elever har slet ikke fornemmelsen af, at de lærer noget, når de laver forsøg. Det gælder særlig for elever med en kulturbaggrund, hvor det talte eller skrevne sprog har stor autoritet som kilde til viden. Nok oplever eleverne i begyndelsen af deres skoleliv eksperimenter og undersøgelser i natur/teknikundervisningen som kilde til viden og læring, men der er alligevel

bygges hos eleverne, så de ikke mærker nogen forandring, og derfor ikke selv får fornemmelse af, at de har lært noget. En afslutning, der sikrer elevernes fornemmelse af at have lært noget, giver dem større selvtillid i forhold til faget. Det er måske særlig vigtigt for pigers interesse og deltagelse i faget at arbejde med denne dimension i undervisningen.

Om elevindflydelse

Når eleverne skal have mulighed for at forholde sig ansvarligt til undervisningen, må de være med i processen med at vælge indhold og ved tilrettelæggelsen. Derigennem kan de blive klar over formålet med det de lærer og være med til at finde begrundelserne for, at netop dette tema skal tages op i undervisningen.

Hvis undervisningen derimod består i at følge lærebogen slavisk og udfylde de tilhørende elevark, bliver indholdet for de fleste en »skoleopgave« - noget de skal lave, fordi læreren siger det, eller det kræves til prøven. Den form for undervisning øger ikke elevernes ansvarlighed og lyst til at lære.

Elevindflydelse kan ske på flere niveauer

Det kan fe ske ved, at klassen sammen med læreren diskuterer, hvilke dele af de centrale kundskabs- og færdighedsområder, der skal lægges vægt på i det næste undervisningsforløb.

Hvis læreren har bestemt, at det næste forløb skal handle om elektricitet, kan eleverne være med til at vælge perspektivering - skal det handle om elek-

tronik eller er det elforsyningen i Danmark? Skal der arbejdes med et forløb med at installere elektricitet i modelhuse, eller skal der arbejdes med principper for elproduktion og vurdering af brugen af fossile brændsler eller vedvarende energi som energikilde?

Eleverne kan være med til at bestemme, hvordan der skal arbejdes. Skal klassen deles op i arbejdsgrupper med forskellige arbejdsopgaver? Eller skal der arbejdes i hold på to med meget strukturerede instruktioner, fe om oscilloskoper som måleapparater eller brugen af en pH-elektrode.

Når et forløb er afsluttet, kan eleverne inddrages i beslutningen om, hvordan der laves en faglig opsamling af netop dette undervisningsforløb.

Eleverne kan være med til at tilrettelægge, hvordan det praktiske arbejde skal planlægges og gennemføres. De giver ofte udtryk for, at det er mere spændende at beskæftige sig med undersøgelser og eksperimenter, som de selv er med til at planlægge. Særlig for piger kan medindflydelse betyde, at indholdet i undervisningen og perspektiveringen på temaerne bliver mere relevant og vedkommende. Det er ofte sådan, at drenge i en klasseundervisning deltager med langt flere bemærkninger end piger. Særlig indenfor områder af fysikken som ellære og mekanik har drenge flere erfaringer fra livet udenfor skolen og får derved – ofte uden lærerens bevidste intention – mere indflydelse på, hvad der tales om og arbejdes med i undervisningen.

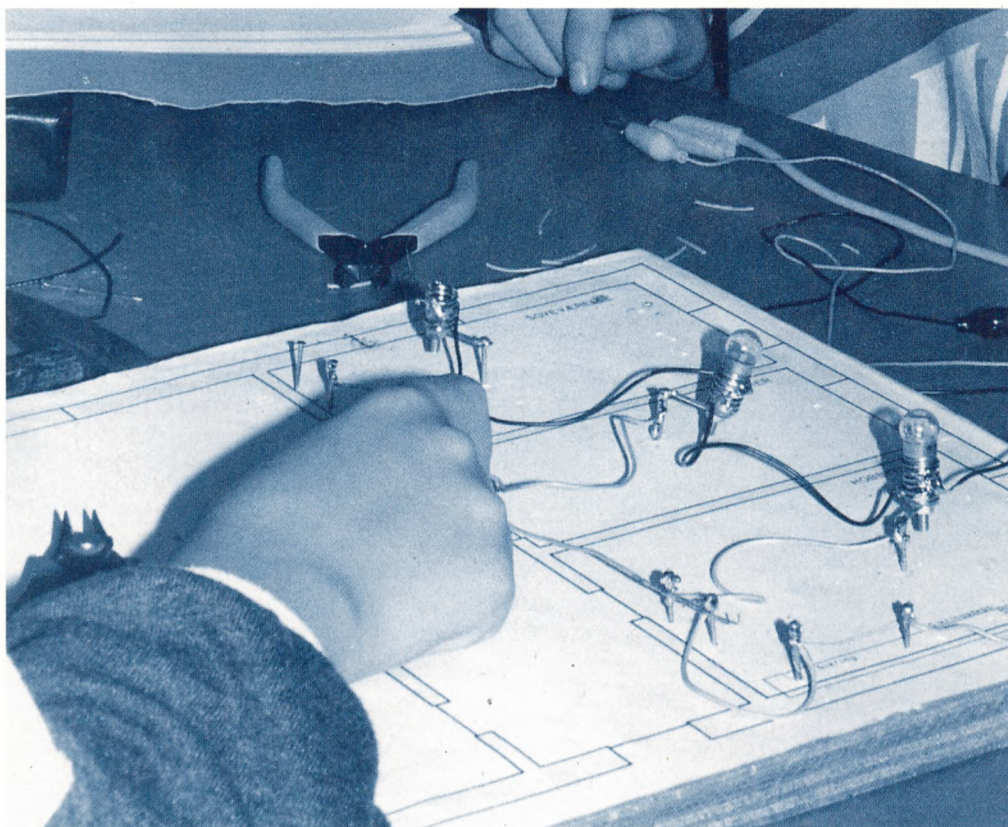
*Sammensætning af arbejdsgrupper
har betydning for elevers mulighed
for indflydelse*

Læring sker som en social proces. Derfor har sammensætningen af arbejdsgrupper stor betydning for, hvad de forskellige elever får ud af arbejdet. I nogle grupper vil enkelte elever have stor indflydelse på, hvordan samarbejdet i gruppen kommer til at foregå.

Det er ofte sådan, at der i pige grupper diskuteres, hvordan arbejdet skal fordeles mellem gruppens deltagere, mens det er mere almindeligt i grupper med drenge, at der arbejdes uden en forud-

gående diskussion. Det betyder undertiden, at den mest dominerende dreng laver alt det, der er spændende og nyt, mens skrivearbejdet og oprydningen overlades til de andre. Men det er uheldigt, når det altid er de samme, som får de udfordrende opgaver og får sat tankerne i gang.

Der skal derfor arbejdes med at variere sammensætningen af arbejdsgrupper i stedet for at overlade det til eleverne selv at lave grupper. Det vil være en god idé at aftale retningslinier for, hvordan sådanne grupper sammensættes fra temaforløb til temaforløb. Det



kan i forhold til nogle temaer være fornuftigt at lave kønsdadskilte grupper fx indenfor ellære. I andre tilfælde er det måske hensigtsmæssigt, at der er en, der er god til at regne i hver gruppe. Der kan ske et skift mellem at sammensætte venskabsgrupper og at lave nogle grupper med elever, der ikke er vant til at arbejde sammen. I alle tilfælde skal der efter et temas afslutning ske en evaluering af kvaliteten af gruppesamarbejdet.

Evaluering og medbestemmelse

I praksis vil elevmedbestemmelsen ofte komme til at ske i forbindelse med evalueringen af undervisningens indhold og tilrettelæggelse. Når eleverne efter arbejdet med et tema eller et fagligt område får mulighed for at vurdere deres udbytte af undervisningen, af arbejdsprocessen og samarbejdet under arbejdet, giver de samtidig udtryk for, hvordan der skal arbejdes videre.

Som eksempel kan nævnes et forløb i en syvendeklasse. Eleverne havde i lang tid arbejdet med at installere el i modelhuse, og ved evalueringen gav eleverne udtryk for, at nu ønskede de et skift i arbejdsformen. De følte, at de nu i lang tid selv havde haft ansvar for at planlægge og gennemføre arbejdet, derfor ønskede de i den nærmeste tid at komme til at arbejde med små forsøg, som de kunne nå at udføre på to timer. Men de ønskede også, at læreren skulle finde mange forskellige forsøg, som de kunne vælge imellem, så de kom til at arbejde med forskellige forsøg inden for samme tema.

Om undervisningens tilrettelæggelse

Hvad er forsøg i fysik/kemi?

Traditionelt afsættes en stor del af tiden i fysik/kemiundervisningen til elevernes arbejde med praktiske aktiviteter i form af undersøgelser, eksperimenter og andet arbejde med konkrete materialer og udstyr.

Når eleverne på egen hånd i laboratoriet arbejder med reagensglas, kolber og måleapparater, har vi en tradition for at benævne den slags arbejde »elevforsøg«. Forsøg udført for hele klassen – oftest af læreren – kaldes for »demonstrationsforsøg«. Disse betegnelser fortæller mere om organisationen af klassen i fysik/kemilokalet end om, hvad formålet er med det praktiske arbejde og forsøgenes funktion i forhold til elevernes læring i fysik/kemi. I det følgende er det praktiske arbejde i og udenfor laboratoriet omtalt under betegnelsen »forsøg i fysik/kemi« med den hensigt at gøre opmærksom på, at forsøg har forskellig opbygning og funktion alt efter emne og tilrettelæggelse. De forskellige former for forsøg er beskrevet og kommenteret i de forskellige former, hvori de forekommer i undervisningen.

Eftervisning og illustration

Mange forsøg udføres som en illustration af en beskrivelse af en sammenhæng eller eftervisning af en teori fra elevernes grundbog eller andet skriftligt materiale. Et forsøg, som viser sammenhængen mellem spændingsfor-

skel og strømstyrke gennem en ohmsk modstand fungerer som en eftervisning af ohms lov. En model af planet-systemet kan bruges som en illustration af forestillinger om vort verdensbillede. Forsøget med flødebollen kan bruges som illustration af, hvad der sker med dybhavsfisk, når de tages op til overfladen af havet.

Observationer og registreringer

Forsøg kan også bestå i observationer med registreringer af fx temperaturforløbet i en solfanger hver time evt. registreret via en datalogger og senere indlæst i en computer.

Undersøgelser

Forsøg kan have form som en undersøgelse. Undersøgelsen vil fx bestå i at prøve efter om noget bestemt sker eller om hvor meget, der er af et bestemt stof i en opløsning. I mange tilfælde vil der på forhånd være nogle forventninger til, hvad undersøgelsen vil vise. Undersøgelsen kan bestå i, at eleverne arbejder efter en forskrift for at måle fx hjemmets elforbrug eller nitratindholdet i egnens brøndboringer. Eleverne kan have større eller mindre indflydelse på planlægningen og gennemførelsen af undersøgelsen. Mange undersøgelser i kemi har form af tests, hvor forskrifter skal følges nøje for at resultaterne kan have nogen mening, hvad enten det er måling af surhedsgrad eller indholdet af en bestemt stofgruppe i vand. Elevernes indflydelse vil ofte forekomme i forbindelse med udvælgelsen af, hvad der skal prøves

for. Undersøgelser af fx syreindholdet i rabarber eller af vandkvaliteten i den nærliggende å kan ikke præcist forudses af læreren eller kontrolleres via en tabel, hvilket giver elevernes resultater en vis form for autoritet.

Ved andre undersøgelser af typen:

»Hvad nu hvis« kan elevernes indflydelse i højere grad forekomme i forbindelse med planlægning og gennemførelse af selve undersøgelsen. Det kan fx være at eleverne ønsker at finde ud af om opløsningen, der giver turkise krystaller og den, der giver farveløse krystaller, kan blandes, og hvordan krystallerne i givet fald vil se ud. Eller eleverne kan undersøge magnetfeltet omkring forskellige permanente magneter og elektromagneter.

Eksperimenter

Et eksperimentet vil indeholde en indsamling af data med henblik på at opstille en hypotese eller en teori. Eksperimenter udført i skolen kan tilrettelægges, så eleverne ud fra egne målinger kan opstille og efterprøve hypoteser. Det kan være at eksperimentet skal belyse, hvad en elektromagnets styrke afhænger af. Eleverne undersøger, hvilke variable, som har indflydelse på magnetens styrke. Det vil være hensigtsmæssigt at diskutere med eleverne, hvordan de skal tilrettelægge eksperimenter, så de har styr på, hvilke faktorer der varieres og hvilke, der holdes konstant.

Når man lader eleverne arbejde med eksperimentelt arbejde, kan det være med den hensigt, at eleverne skal

komme frem til en almindeligt anerkendt teori. Så er det ikke et hvilket som helst resultat, der er »godt nok«, og man skal som lærer være meget bevidst om, at elevernes eksperimentelle arbejde oftest vil være »som om« situationer. Der er god grund til at diskutere, hvad formålet er rent læringsmæssigt af sådanne forsøg, for eleverne gennemskuer »som om« situationen og spørger med rette om, hvorfor de skal udføre forsøget, når »man bare kan spørge læreren eller se i bogen«.

Fremstilling af et produkt

Andre former for forsøg har til hensigt, at eleverne fremstiller et produkt. I kemi kan det være en skønhedscreme eller en hårshampoo med henblik på, at eleverne kemisk set lærer om sæbe og emulsioner, og at de i perspektivering af undervisningen får indblik i, hvilke tilsætningsstoffer, der findes i skønhedsmidler, og får indtryk af sammenhæng mellem råvarernes pris og prisfastsættelsen på sådanne produkter. I fysik kan man forestille sig, at eleverne fremstillede en tyverialarm med henblik på, at de lærer at bygge print og at lodde, samt at de får indblik i elektroniske principper. De får brug for at måle på opstillingen under arbejdet med at fremstille produktet og i forbindelse med det praktiske arbejde at beskæftige sig med begreberne strøm og spænding og se nytten af dem.

Om åbne og lukkede forsøg

Det er almindeligt, at eleverne arbejder efter forsøgsbeskrivelser, ofte hen-

tet fra deres lærebog. I meget bogmateriale er forsøgsforskrifterne skrevet meget detaljeret. Der står hvilket udstyr, der skal bruges til forsøget, fremgangsmåden er forklaret både med illustrationer og tekst, og spørgsmålene på tekstarket leder frem til den konklusion, eleverne skal drage af forsøget.

Nogle elever holder sig meget stramt til forskriften, mens andre elever sætter sig lidt ud over det skrevne, og derved kommer de i højere grad til at arbejde selvstændigt. Har man mulighed for at observere en klasses arbejde, vil man opdage dette mønster, og det vil ofte også vise sig, at pigerne arbejder langt mere omhyggeligt end drengene, og de svarer ofte samvittighedsfuldt på spørgsmålene på elevarkene.

Når den udleverede forsøgsbeskrivelse er alt for omhyggeligt struktureret, bliver de omhyggelige elever meget bundet til bestemte fremgangsmåder og tankegange.

Eleverne følger forskriften, som om det var en kagebogsopskrift og får ikke afprøvet egne tanker og ideer.

Den form for elevarbejde bliver kaldt lukkede forsøg.

Teorier om læring bygger på den opfattelse, at den enkelte elev selv konstruerer sin viden ud fra det allerede lærte ved at indpasse det nye i sin vidensstruktur. Det vil sige, at eleverne skal have mulighed for selv at planlægge og forholde sig til det eksperimentelle arbejde. Men det er ikke løsningen udelukkende at lave mere åbne forsøg.

Arbejdet skal varieres, så det passer til emnet og elevernes tidligere praksiserfaringer. Det nytter ikke at lægge op til, at eleverne selv skal finde på fremgangsmåder og ideer inden for områder, hvor de har meget få forhåndserfaringer og færdigheder. Og det er bestemt ikke hensigtsmæssigt at forsøge at lade eleverne selv eksperimentere sig frem til en bestemt kemisk analysemetode, som det har taget årtier at finde frem til. Det er nødvendigt at lære en bestemt fremgangsmåde, når der fx skal loddes, for det kræver en vis håndværksmæssig kunnen at lave en ordentlig lodning.

Når en klasse arbejder med et emne om vandforsyning og spildevand, må eleverne følge bestemte forskrifter meget nøje, når der skal laves analyser. Elevernes tanker og overvejelser kommer i dette tilfælde ind, når de skal planlægge, hvor der skal måles, og hvilke resultater de forventer. I et sådant arbejde kan hver enkelt gruppe lære en analysemetode for derefter at udføre den flere steder. De kan forklare metoden for deres kammerater og videregive de opnåede resultater. Det kan derefter være en fælles opgave for klassen at sammenstille de forskellige resultater.

Men i alle tilfælde skal eleverne være klar over, hvad undersøgelser og eksperimenter går ud på. De skal vide om de er i gang med en kemisk test, som de skal udføre meget nøje, for at være sikker på, at resultatet kan bruges, eller om de skal udføre eksperimenter, hvor de ud fra egne ideer skal komme frem

til generalisationer. De skal være klar over, om de er i gang med et forsøg, som er en illustration til en allerede kendt fysisk eller kemisk sammenhæng, eller om de er ved at planlægge forsøg, som kan besvare spørgsmål, de selv har stillet.

Elevers opfattelse af nytten af at lave forsøg

Efter elevers udsagn er forsøg, hvor de får lov at arbejde på egen hånd, langt den mest værdsatte arbejdsform i fysik/kemitime. Man skal som lærer ikke være blind for, at det for eleverne kan dreje sig om at få »fritrum« i en skole med alt for meget lærerstyret undervisning. Elever siger ofte selv som begrundelse, at så slipper de for læreren. Men bagved dette udsagn ligger der en tilfredshed med at få lov til at tænke sig om og at få tid til at udveksle tanker og ideer med kammeraterne. En hyppig begrundelse er, at der bliver lejlighed til at tale sammen og at stille de spørgsmål, som der ikke er plads til, når læreren gennemgår eller forklarer. Men selv om eleverne tilkendegiver, at de bedst kan lide at arbejde selv med forsøg, er det ikke altid sådan, at de føler, at de lærer mest gennem det eksperimentelle arbejde. Det er ofte tilfældet for elever, som mangler selvtillid i forhold til arbejdsformerne og indholdet i fysik/kemi, især når der arbejdes med alt for åbne forsøg. Men det sker også, når eleverne ikke kan overskue forsøgene, fx hvis problemstillingen er alt for abstrakt eller forsøget for kompliceret til-

rettelagt for at få »nemme« tal at regne med. Det er derfor, at det er af så stor betydning for elevernes udbytte af undervisningen, at eleverne inddrages i overvejelserne over, hvad der skal læres, og hvordan man lærer.

Elever, der har arbejdet med forskellige arbejdsformer giver udtryk for, at det er langt mere spændende at arbejde med »egne« forsøg. Når alle elever arbejder med samme eksperiment på den samme tid, bliver det lettere at samle op efter timen, men ofte bliver den slags forsøg af eleverne opfattet som noget, der skal overstås, særlig hvis resultatet af forsøget skal udformes som et kortfattet svar nederst på en forsøgsbeskrivelse. Når eleverne siger: »Kan du ikke lige sige os, hvad det skal blive!« giver de deres udtryk for, at de ikke føler det som en læringsmæssig udfordring at lave den slags forsøg.

Der er derfor grund til at arbejde bevidst med at variere arbejdsformerne.

Om brug af modeller

I stor udstrækning arbejdes der med modeller af virkeligheden, når der arbejdes med fysiske og kemiske teorier og forklaringer. Ordet model bruges på vidt forskellig måde om repræsentationer og illustrationer i undervisningen, som beskrevet i det følgende. Det er en god idé at gøre sig overvejelser over, at der findes flere former for modeller, og at det er en del af undervisningen at diskutere modellernes egnethed, gyldighedsområde og brugbarhed med eleverne.

En af grundene til, at elever opfatter fysik og kemi som svære fag er, at de føler kravet om »at forstå«. Når man bruger modeller i undervisningen er det for bedre at kunne beskrive den virkelighed, man prøver at forholde sig til. I forsøget på at beskrive og forstå forhold i virkeligheden udvikler vi forestillinger, som fører til modeller. Men undertiden har eleverne svært ved at finde ud af, at modellen bliver brugt til at forklare noget om virkeligheden. I stedet forsøger de at forstå modellen i sig selv uden at opfatte den som repræsentation for virkeligheden. Derfor må man i arbejdet med modeller bevidst arbejde med, hvad det vil sige at forstå, og hvad det er, der skal forstås.

Brug af modeller og billeder i undervisningen er uundværlige både som en hjælp til forklaringer, men også i form af matematiske modeller som en del af teorigrundlaget. Det kan være forvirrende, at brugen af ordet model i fysik/kemiundervisningen kan betyde meget forskelligt lige fra at være det matematiske udtryk for en fysisk sammenhæng til minimodellen af en dampmaskine.

Analogier

En form for model er brugen af analogier. Et eksempel er beskrivelsen af elektrisk strøm ved at sammenligne med et vandkredsløb. Den slags »som om« forklaringer kan være gode at bruge for at give eleverne konkrete billeder at forholde sig til. Man skal passe på kun at bruge modellen så langt

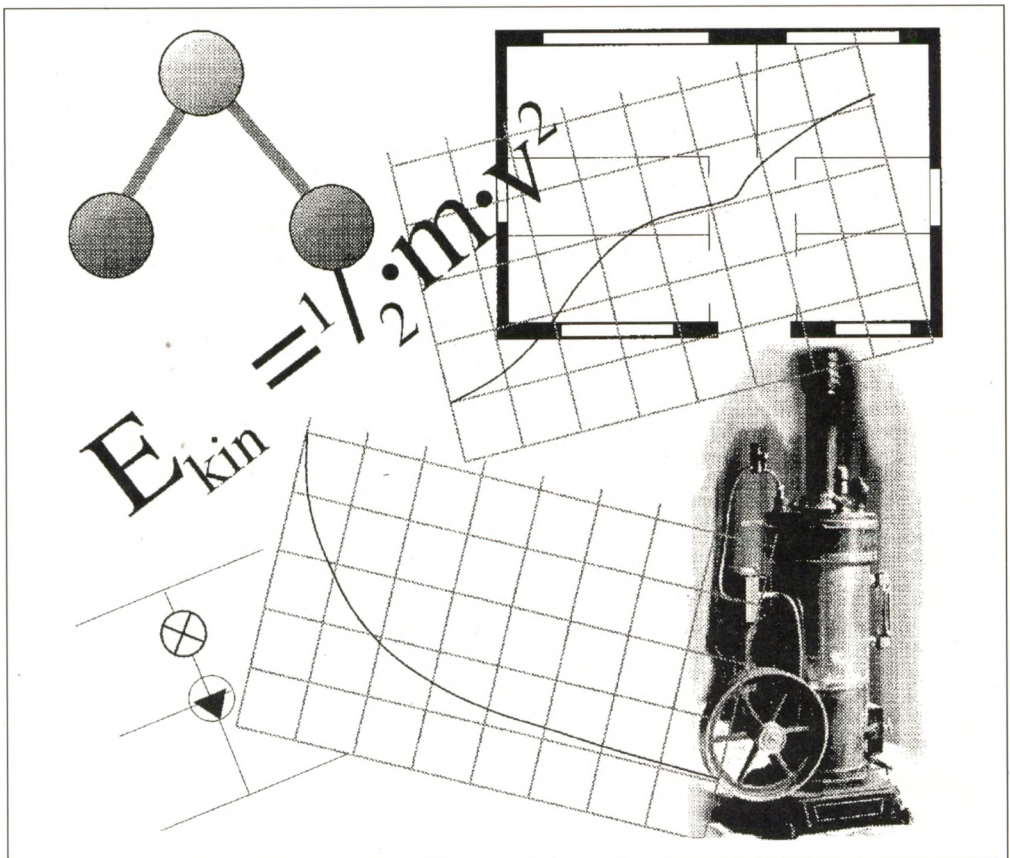
analogien rækker og gøre begrænsningerne i modellen klar for eleverne. Forklaringsværdien af modellen afhænger af, om eleverne har bedre kendskab til analogien end den virkelighed, den skal belyse.

Fysiske modeller

I undervisningen bruges forenklede modeller til at vise principper for fx dynamoen eller transformatoren. Man kan bruge opstillingerne til at forklare principperne ved fremstilling og trans-

formation af elektricitet. Modellen har altså en værdi i sig selv. Den er en dynamo eller en transformator samtidig med, at den er en model af virkelighedens apparat.

Når man arbejder med modeller, vil de være gode til at forklare dele af virkeligheden, men der vil altid være noget, som modellen ikke får med. I arbejdet med menneskers forestillinger om verdensrummet gennem tiderne vil det være nærliggende at tage diskussionen om gode eller dårlige modeller ind som en del af undervisningen.



Når eleverne bygger sømbræthuse eller tredimensionale modeller af huse for at arbejde med principper for elinstallationer i hjemmet, er der igen tale om modeller. I et stort antal klasser, som har arbejdet med denne slags modeller, har det vist sig, at piger i langt højere grad end drenge forsøger at få modellen til at være en virkelighedstro miniature, mens drengene i højere grad accepterer at arbejde med principper for elektriske kredsløb som repræsentation for hjemmets elinstallationer.

Det er en del af fagets egenart at bruge forenkledede forsøg som forklaringsmodel for tekniske frembringelser. Sammenhængen mellem model og virkelighed bør tages op som en del af undervisningen. Men samtidig skal det fastholdes, at man bruger modeller for at forklare fænomener og egenskaber i den verden, der omgiver os. Det er vigtigt for eleverne at kunne forstå forenklingen samtidig med, at de ved, at det er den virkelige verden, undervisningen handler om. Et meget ofte forekommende eksempel på fysiske modeller er brugen af molekylmodeller i form af farvede plastkugler. Molekylmodellerne skal fungere som hjælp til at eleverne lærer et kemisk tegnsprog. Molekylmodellerne er velegnede til at give indhold i begreber som grundstof, kemisk forbindelse og molekyle. Brugen af molekylmodellerne kan bidrage til elevernes forståelse af, hvad kemiske formler og reaktionskemaer repræsenterer. Men mange elever sidder med en fornemmelse af, at de skal forstå, hvorfor hydrogen er hvid, oxygen rød og kvælstof blå. Og hvorfor

er der kun et hul i de grønne kugler og forskelligt antal huller i de gule kugler? Der er grund til at fortælle eleverne, at molekylmodellerne er konstrueret ud fra en lang række kendte data om grundstoffer og kemiske forbindelser. Det er altså et værktøj, som er lavet af nogle »eksperter« som hjælp til at få elever til at lære brugen af det kemiske tegnsprog og forstå brugen af det. Det kemiske tegnsprog er på samme måde udviklet af mennesker gennem en hundredårig periode som hjælp til at beskrive og forklare om stoffers sammensætning og omdannelse. Man kan læse om eller høre nogle af historierne om, hvordan denne udvikling er foregået, og man kan lære at bruge tegnsproget til at beskrive virkeligheden, måske i forbindelse med en gennemgang af det periodiske system.

Diagrammer, illustrationer og symboler

Modelhuset i sig selv var en forenkling af virkeligheden. Det næste trin i forenklingen er repræsentationen i form af diagramtegninger af »husinstallationen«. Disse er en anden form for model af virkeligheden brugt i fysikundervisningen. Det er væsentligt, at eleverne gennem undervisningen lærer at bruge arbejdstegninger og diagrammer. I arbejdet med at bruge diagrammer i ellære er det hensigtsmæssigt at arbejde med at lære symbolerne. Og det er nødvendigt at præsentere dem som noget, nogen har fundet på, og som man har vedtaget at bruge som repræsentation. Først derefter kan eleverne prøve at »forstå« at aflæse eller tegne diagrammerne.

Plancher og figurer som viser princippet i fe en kernereaktor er også repræsentationer af virkeligheden og indgår som en del af det at forstå indholdet i teksten. Også den slags diagram- og funktionstegninger skal gøres til genstand for undervisning, idet de ikke umiddelbart er gennemskuelige for eleverne.

Matematiske modeller

I beskrivelsen af fysiske og kemiske sammenhænge bruges matematiske modeller og repræsentationer som en del af teoriindholdet. En generel teori udtrykt som matematisk model er udtryk for en høj grad af abstraktion, og der er derfor grænser for anvendelsen i folkeskolen. Men opstillingen af matematiske modeller kan være udfordrende og spændende for eleverne, når det drejer sig om simple sammenhænge, fx sammenhænge mellem længden af en mods tands tråd og trådens resistans. Når fysiske sammenhænge undersøges vælges omhyggeligt, hvilke fysiske størrelser, man vil variere og hvilke, der holdes konstant. Man er også meget omhyggelig med at fastsætte hvilke tilnærmelser og antagelser, der foretages for at udføre forsøget. Men i skolesammenhæng skjules denne del af forsøgstilrettelæggelsen ofte. Ønsket om at komme frem til enkle matematiske modeller for fysiske sammenhænge har ført til alt for komplicerede forsøgsopstillinger eller til brugen af specialapparatur, fordi det i folkeskolen er nødvendigt at komme frem til simple heltal, som eleverne let kan bearbejde.

Derved lærer eleverne ikke at vurdere gyldighedsområdet for den matematiske model, der er opstillet, på grund af det meget strukturerede forsøg.

Eleverne bliver ikke klar over, hvad det er der på forhånd er fastlagt, og hvad det er, de skal finde ud af. For nogle af eleverne bliver usikkerheden om, hvad der er givet, og hvad de skal finde ud af ved forsøg, årsag til, at de får en fornemmelse af, at de ikke forstår fysik og kemi. De prøver at forstå forsøgsresultaterne allerede inden, de er gået i gang med at lave forsøgene. Det er særlig de meget omhyggelige elever, der har dette ønske om at »forstå«. Man kan undgå problemet med de alt for gennemtænkte forsøg ved at bruge computeren i undervisningen. Derved får man mulighed for bearbejdning af en større mængde data. Man kommer ud over problemet med de meget konstruerede forsøg og det bliver mere overkommeligt at arbejde med at opstille matematiske modeller. Men forudsætningen for dette er, at eleverne har arbejdet med grundlaget for beregningerne. Computeren giver desuden mulighed for opsamling af store mængder data fe ved at lade dataopsamlingen foregå over længere tid eller ved at gentage forsøgene et større antal gange. Ved at lade eleverne arbejde med at opstille matematiske modeller ud fra egne forsøg har man i undervisningen mulighed for at skærpe deres opmærksomhed overfor brugen af matematiske modeller, fe som grundlag for simulationer ved hjælp af computerprogrammer.

Simulationer

Computeren giver mulighed for nye former for at arbejde med modeller. Eleverne kan udføre afprøvninger indenfor modellens gyldighedsområde. I et astronomiprogram kan eleverne fx se billeder af stjernehimmelen til forskellige tider, følge planeters gang mellem stjernerne og finde opgangstider for sol og måne.

Simulationsprogrammerne kan give mulighed for at arbejde med tankeeksperimenter, som ellers ikke kunne udføres fe ved at simulere satellitopsendelse eller som mulighed for at styre elproduktionen på et kraftværk.

Om brug af sproget

Elevernes skriftlige arbejde

I fysik/kemiundervisningen vil det være relevant at bruge mange forskellige former for skriftligt arbejde. Eleverne kan enten individuelt eller samlet i klassen føre dagbog over, hvad der er arbejdet med i undervisningen. Elevholdene kan under en forsøgsrække føre en logbog over forsøg og resultater med bemærkninger om deres egne forestillinger, forventninger og overvejelser undervejs. Eleverne kan sammen lave en dokumentarisk redogørelse over vandkvaliteten i de lokale vandløb. I forbindelse med arbejdet med elforsyningen, kan eleverne skrive »historier« om, hvordan det var at leve, da elektriciteten forandrede dagligdagen. I relevante sammenhænge kan eleverne lave rapporter over udførte forsøg eller blot udfylde de sædvanlige

forsøgsark. Eleverne kan i grupper arbejde med processkrivning og bruge computeren til udarbejdelse af præsentationsprogrammer.

Som lærer får man utroligt meget at vide om, hvad eleverne får ud af undervisningen, når elevernes skriftlige arbejder varieres, så eleverne kommer til at udtrykke tanker og ideer i sammenhængende sprog. Derfor har varierede former for skriftligt arbejde stor indflydelse på kvaliteten af det, eleverne lærer. Som lærer får man bedre begreb om, hvilke forestillinger eleverne har om de faglige sammenhænge. Både elever og lærer får derved bedre muligheder for at sætte de nye faglige begreber ind i den faglige struktur, eleverne allerede har.

Om fagsprog og dagligsprog

I fysik og kemi er der som i andre fag en lang tradition for brug af fagsprog. Nogle ord som elektrolyse, titrering, molaritet, molekyle og atom er eksempler på ord, der næsten kun forekommer i fagsproget i den form, det bruges i folkeskoleundervisningen, og der findes ikke nogle brugbare danske ord. En lang række fagord og -begreber findes både som danske ord og som fremmedord. Det er ord som reflektion/tilbagekastning, nitrogen/kvælstof, volumen/rumfang, emission/udsendelse. Som lærer skal man være meget bevidst om i hvilken udstrækning, der er brug for at benytte fremmedordene i stedet for de tilsvarende danske. Andre ord er almindeligt brugt i hverdags sproget, og samtidig har de en

specifik betydning i i fagsproget. Det er ord som energi, effekt, arbejde, tryk, kraft. De mennesker, der professionelt beskæftiger sig med fysik og kemi til hverdag, bruger som oftest ordene afhængigt af den sociale sammenhæng i hvilken, de bliver brugt. Der er eksempler på, at for mange nye ord og nyt begrebsindhold i velkendte hverdagsord virker blokerende for elevernes forståelse af fysik og kemi. Nye ord kræver en tilvænning og en fortrolighed, som kun opnås ved, at eleverne selv bruger dem og oplever de fordele, det kan indebære. Det er en vigtig del af undervisningen, at eleverne bliver klar over rollen og betydningen af de forskellige sprog. Det kan fx ske som i den 9. klasse, der planlagde at undervise nogle mindre klasser på skolen om vand i forbindelse med et tema om »Spar på vandet«. De havde i grupper ansvar for udvælgelse af undervisningsmaterialer og for planlægning og gennemførelse af undervisningen. Derved opdagede de, at de gennem årene havde lært et fagsprog, som de kunne bruge i forbindelse med deres eget arbejde med faget. De blev også klar over, at de måtte vælge nogle andre ord, når de skulle undervise de små elever og fik derved præciseret deres eget begrebsindhold i fagordene.

Lokaler og samlinger

I skolefaget fysik/kemi arbejdes der både praktisk-håndværksmæssigt og teoretisk.

Praktisk arbejde, undersøgelser og laboratorieaktiviteter kræver i mange tilfælde specielle lokaler med særlig indretning og udstyr. I fysik/kemi har der i mange år været tradition for at indrette laboratorier, hvor eleverne selv kan arbejde med forsøg, undersøgelser og eksperimenter.

Gennem følgende eksempler vil det fremgå hvor forskelligeartede krav, der kan stilles til arbejdspladsens indretning samt til samlingen af apparatur og udstyr.

En 7. klasse er i gang med et emne om energi i lokalområdet. En gruppe af elever er i gang med at lodde. En anden gruppe er ude for at finde skolens transformator, medens nogle interviewer skolens pedel for at finde ud af, hvor meget elektrisk energi skolen bruger. Hos det lokale elselskab låner skolen nogle elmålere, så eleverne kan følge skolens forbrug i den nærmeste tid.

Under samtalen aftaler eleverne en energisparekampagne, hvor eleverne fra 7. klasse først skal følge skolens energiforbrug over en periode samt kortlægge, hvor og hvordan energien bliver brugt. Under kampagnen vil 7. klasse fungere som konsulenter for resten af skolen.

Til et sådant projekt er der brug for et godt og fleksibelt laboratorium. Det skal både være muligt at arbejde praktisk håndværksmæssigt med fx lodning, slå søm i et bræt samt at sidde stille i en krog for at læse eller skrive, ligesom der også skal være mulighed for gruppearbejde.

En anden 7. klasse er i gang med et emne om kemikalier i hverdagen. Eleverne har medbragt forskellige husholdningskemikalier og er nu i gang med at læse varedeklarationerne og slå de nye måske lidt mærkelige ord op. Senere undersøger eleverne nogle af kemikalierne for at kontrollere, om de nu også indeholder de stoffer, der er angivet på varedeklarationen. I den forbindelse arbejdes der med faresymboler og regler for opbevaring. Laboratoriets sikkerhedsudstyr, som forklæder, briller, øjenskyllflasker, brandudstyr mv. inddrages også i undervisningen sammen med lidt elementær førstehjælp.

En 8. klasse er i gang med et projekt om vand og vandforurening i samarbejde med biologier.

Elever fra 8. har »undervist« elever fra 3. i dyre- og plantebestemmelser samt i at foretage enkle målinger. Et par elever fra 3. klasse er sammen med nogle fra 8. i gang med at samle vandprøver i søen, prøver som de skal »analysere« senere hjemme på skolen. Andre er i gang med at undersøge, hvornår planter producerer ilt, medens en tredje gruppe måler vandets pH-værdi og undersøger vandet for forskellige salte. Udstyret er færdige kits, som eleverne både kan anvende »ude i marken« og hjemme i laboratoriet sammen med det faste udstyr. De forskellige måleinstrumenter fra turen har en indbygget hukommelse, så de senere kan sættes direkte til computerne. Eleverne kan derfor hurtigt og nemt behandle tal materialet hjemme på skolen.

En 9. klasse har valgt at arbejde med astronomi i forbindelse med deres lejrskoleophold.

Fra samlingen er der medbragt kikkerter og stjernekort.

Under lejrskolen studerer eleverne stjernerne og planeterne på himlen og lærer at orientere sig på stjernehimlen. De finder planeter og lærer navne på forskellige stjerner og stjernebilleder, og ser måske en række stjerneskid. Senere undersøges stjernehimlen på en af skolens computere, og eleverne ser hvordan stjernehimlen så ud, da de blev født, og i år 0. Der læses en række bøger om berømte astronomer fra den gang astronomi og astrologi hørte sammen, og man diskuterer, hvorfor og hvordan astronomi udskilte sig som en videnskab. Emnet afsluttes med en diasserie om forskellige galakser samt en film om universets begyndelse og slutning.

Senere bruges det hele til en delvis interaktiv udstilling i fysik/kemilokalet, så andre kan få glæde af deres optegnelser og oplevelser.

10. klasse arbejder med ioniserende stråling samt strålingens biologiske virkninger. Nogle elever undersøger hvilke materialer og stoffer, der er gode til at afskærme for stråling, andre er ved at så frø, der har været bestrålet for at se mutationer, og et par elever læser om Hiroshima og Nagasaki. Ovenstående illustrerer nogle af de mange forskellige måder der arbejdes på i fysik/kemi, og forskelligartetheden stiller krav til undervisningslokalet. Undervisningslokalet skal først og

fremmest være rummeligt, fleksibelt, lyst og venligt. Det skal indbyde til både praktisk og teoretisk arbejde. Laboratoriet skal være indrettet med solide arbejdsborde, som kan tåle forskellige kemikalier, varme og en lidt hårdhændet behandling, og desuden skal bordpladerne være nemme at rengøre.

Der skal være skabe, gerne med glaslåger, så man hurtigt får et overblik over samlingen.

Det daglige udstyr er anbragt i selve lokalet sammen med en grundsamling af værktøj, medens det udstyr, der bruges mere sjældent, står i depotet. Ved arbejdspladserne er der gas, almindelige stikkontakter, udtag for 3 faset lavspænding samt for jævnspænding. I laboratoriet skal der også være mulighed for at arbejde med edb-udstyr, så eleverne kan arbejde med dataopsamling, databehandling og styring, ligesom der skal være mulighed for dias, film og video.

Endelig er det en selvfølge at sikkerhedsudstyret som briller, øjenskylleflasker, brandslukningsudstyr, punktudsugning mv. er i orden og bruges.

10. klasse

10. klasse er for mange et særligt skoleår med flere muligheder.

Strukturen i 10. klasse varierer fra kommune til kommune og fra skole til skole. Nogle steder er der lagt faste emneuger ind i skoleåret, medens andre har en fast ugentlig temadag.

Mange skoler indretter netop 10. klasse som en vekselvirkning mellem tværfaglige temaforløb og kursus tilbud.

Den vejledende læseplan for 10. klasse lægger større vægt på faglig fordybelse, overblik og på forståelse af større sammenhænge. Denne fordybelse gælder både det praktiske og teoretiske arbejde.

Inden for det praktiske arbejde kan fordybelsen dreje sig om længerevarende eksperimentelle forløb kombineret med større fortrolighed med brugen af apparatur, samt mere omhyggelige iagttagelser og bedre præsentation af resultaterne.

Inden for de mere teoretiske sider af arbejdet drejer fordybelsen sig om forståelsen af større sammenhænge, anvendelse af teori til løsning af forskellige problemer samt sammenhænge mellem teori og eksperiment.

Både inden for det praktiske og teoretiske arbejde skal undervisningen i høj grad baseres på elevernes selvstændige arbejde.

Undervisningen kan tilrettelægges som længerevarende forløb, hvori stof fra flere af de centrale kundskabs- og færdighedsområder indgår. Disse forløb kan både være rent faglige fysik/kemiforløb, men også i høj grad forløb, der indebærer et samarbejde med andre af skolens fag, ligesom det ville være naturligt at inddrage lokalområdets muligheder.

Undervisningsministeriets bekendtgørelse nr. 639 af 21. juli 1995

Bekendtgørelse om folkeskolens afsluttende prøver m.v. og om karaktergivning i folkeskolen

Folkeskolens afgangsprøve Fysik/kemi

§ 33. Prøven er praktisk og mundtlig.

Stk. 2. Der opgives et alsidigt sammensat stofudvalg inden for hvert af områderne:

- a) Stoffer og fænomener omkring os.
- b) Det naturvidenskabelige verdensbillede.
- c) Liv og miljø.
- d) Teknologi.

Det opgivne stof skal være ligeligt fordelt mellem fysik og kemi.

Stk. 3. Prøven kan foregå individuelt eller i grupper bestående af 2-3 elever. Prøven tilrettelægges, så ca. 6 elever, der arbejder samtidig, gennemfører prøven i løbet af 2 timer. Karakterfastsættelsen finder sted inden for samme tidsrum.

Stk. 4. Ved prøven må eleven benytte alle hjælpemidler, som har været anvendt i den daglige undervisning, herunder også optegnelser.

Stk. 5. Der prøves i viden om og indsigt i fysiske og kemiske forhold

samt i at tilrettelægge, udføre og drage konklusioner af et eller flere fysiske og/eller kemiske eksperimenter. Prøven tager udgangspunkt i en opgave, der skal formuleres så bredt, at flere dele af det opgivne stof indgår. Mens eleverne arbejder, taler lærer og censor med gruppen og den enkelte elev. Der afsluttes med en uddybende samtale om såvel den praktiske udførelse af opgaven som relevant stof i tilknytning til den. Eleverne bedømmes individuelt. Der gives én karakter.

Folkeskolens udvidede afgangsprøve Fysik/kemi

§ 43. Prøven er praktisk og mundtlig.

Stk. 2. Der opgives et alsidigt sammensat stofudvalg inden for hvert af områderne:

- a) Stoffer og fænomener omkring os.
- b) Det naturvidenskabelige verdensbillede.
- c) Liv og miljø.
- d) Teknologi.

Det opgivne stof skal være ligeligt fordelt mellem fysik og kemi.

Stk. 3. Prøven kan foregå individuelt eller i grupper bestående af 2-3 elever. Prøven tilrettelægges, så ca. 6 elever, der arbejder samtidig, gennemfører prøven i løbet af 2 timer. Karakterfastsættelsen finder sted inden for samme tidsrum.

Stk. 4. Ved prøven må eleven benytte alle hjælpemidler, som har været anvendt i den daglige undervisning, herunder også optegnelser.

Stk. 5. Der prøves i viden om og indsigt i fysiske og kemiske forhold

samt i at tilrettelægge, udføre og drage konklusioner af et eller flere fysiske og/eller kemiske eksperimenter. Der lægges vægt på faglig fordybelse og forståelse af større sammenhænge. Prøven tager udgangspunkt i en opgave, der skal formuleres så bredt, at flere dele af det opgivne stof indgår. Mens eleverne arbejder, taler lærer og censor med gruppen og den enkelte elev. Der afsluttes med en uddybende samtale om såvel den praktiske udførelse af opgaven som relevant stof i tilknytning til den. Eleverne bedømmes individuelt. Der gives én karakter.

Medlemmer af læseplansudvalget for naturfag (IV):

Formand:

Seminarielektor Ole Goldbech.

Lektor Søren Breiting, Danmarks Lærerhøjskole.

Seminarielektor Kirsten Kruse.

Gårdejer Gert Hansen, Skole og Samfund.

Overlærer Ebba Kjær Rasmussen, Danmarks Lærerforening.

Sekretær:

Undervisningskonsulent Birte Kjær Jensen.

Faghæfter

- 1 Dansk
- 2 Engelsk
- 3 Kristendomskundskab
- 4 Historie
- 5 Samfundsfag
- 6 Idræt
- 7 Musik
- 8 Billedkunst
- 9 Håndarbejde
- 10 Sløjd
- 11 Hjemkundskab
- 12 Matematik
- 13 Natur/teknik
- 14 Geografi
- 15 Biologi
- 16 Fysik/kemi**
- 17 Tysk
- 18 Fransk
- 19 Dansk som andetsprog
- 20 Færdselslære
- 21 Sundheds- og seksualundervisning og familiekundskab
- 22 Uddannelses-, erhvervs- og arbejdsmarkedsorientering
- 23 Tekstbehandling
- 24 Teknologi
- 25 Medier
- 26 Fotolære
- 27 Filmkundskab
- 28 Drama
- 29 Arbejdskendskab
- 30 Latin



**Undervisnings
ministeriet**