

Fælles Mål

Faghæfte 16

Fysik/kemi

Fælles Mål – Faghæfte 16 – Fysik/kemi

Publikationen indgår i Uddannelsesstyrelsens håndbogsserie som nr. 13-2004

Grafisk tilrettelæggelse: Schwander Kommunikation

1. udgave, 1. oplag, april 2004

ISBN 87-603-2400-7

ISBN (WWW) 87-603-2402-3

ISSN 1399-2260

Uddannelsesstyrelsens håndbogsserie (Online) 1399-7394

Udgivet af Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen, Område for Grundskolen

Bestilles (UVM 5-450) hos:
Undervisningsministeriets forlag
Strandgade 100 D
1401 København K
Tlf. nr.: 3392 5220
Fax nr.: 3392 5219
E-mail: forlag@uvm.dk
eller hos boghandlere

Tryk: Scanprint as

Printed in Denmark 2004

Indhold

4	Forord
5	Indledning
7	Folkeskolens formål
8	Om Fælles Mål
10	Læreplan
10	Signalement af faget
11	Formål for faget
12	Slutmål
12	Efter 9./10. klassetrin
13	Trinmål
13	Efter 8. klassetrin
14	Efter 9. klassetrin
16	Efter 10. klassetrin
18	Trinmål – synoptisk opstillet
26	Beskrivelser
26	Udviklingen i undervisningen på 7. og 8. klassetrin
28	Udviklingen i undervisningen på 9. klassetrin
30	Beskrivelser og trinmål – synoptisk opstillet
38	Læseplan
38	1. forløb – 7.-8. klassetrin
40	2. forløb – 9. klassetrin
42	3. forløb – 10. klassetrin
44	Undervisningsvejledning

Forord

Med fornyelsen af folkeskoleloven har regeringen først og fremmest ønsket at styrke fagligheden. Eleverne skal – uanset hvor i landet de går i skole – have mulighed for at tilegne sig de samme kundskaber og færdigheder, og enhver må kunne danne sig et overblik over, hvilke mål der arbejdes hen mod. Det er en forudsætning for at sikre kvaliteten i folkeskolen.

Jeg har valgt at kalde de nye faghæfter for FÆLLES MÅL. Fælles Mål dækker over de to vigtigste sæt af faglige tekster til skolens fag og emner. For det første de bindende fælles nationale mål i form af fagformål, centrale kundskabs- og færdighedsområder (slutmål) og trinmål samt mål og bindende indholdsbeskrivelser for børnehaveklassen. For det andet de vejledende læseplaner og beskrivelser af udviklingen i undervisningen frem mod trin- og slutmål. Når de lokale læseplaner og beskrivelser er endeligt godkendt af kommunalbestyrelsen, bliver også de bindende – og dermed fælles – for den enkelte skole.

Fælles Mål har til hensigt at gøre det muligt at følge udviklingen i elevernes kundskabstilegnelse – fra de starter i børnehaveklassen, til de forlader folkeskolen. I en rummelig folkeskole skal alle børn have mulighed for at lære så meget som muligt. Skolens undervisning skal fortsat tage udgangspunkt i det enkelte barns styrkeområder, samtidig med at barnet bringes frem mod de fælles mål. Netop derfor er det helt afgørende, at lærerne og børnehaveklasselederne fortsat har frihed til – og dermed også ansvar for – at tilrettelægge undervisningen, så den tilgodeser den enkelte elev.

Folkeskolens formålsparagraf udtrykker fortsat på meget fin vis folkeskolens værdigrundlag og angiver den overordnede indholdsramme for skolens arbejde med elevernes alsidige personlige udvikling. Det handler om at lære noget, og det handler om at udvikle sig som menneske.

Det er i den enkelte kommune og på den enkelte folkeskole, at kvaliteten i folkeskolen skabes. Dette kan kun ske i et frugtbart samarbejde mellem lærere, børnehaveklasseledere, pædagoger, skolens øvrige medarbejdere og ledelse. Skolen har en væsentlig plads at udfylde i det enkelte barns liv, og et godt samarbejde med forældrene er en forudsætning for, at skolen kan løse sine opgaver.

Jeg håber, at de nye Fælles Mål hæfter bliver et godt værktøj i dagligdagen på skolerne.

ULLA TØRNÆS
Undervisningsminister

Indledning

Fælles Mål for undervisningen kan medvirke til at styrke kvaliteten i folkeskolen på en række områder. Trinmål og slutmål kan give lærerne et klart og tydeligt billede af, hvad eleverne skal lære, uden at der tages stilling til hvordan. Trinmål og slutmål er samtidig et dialogværktøj mellem lærer og elev, lærere indbyrdes, mellem skoleleder og lærerteam samt mellem skole og hjem.

De fælles mål skal sikre en fælles folkeskole. Eleverne skal – uanset hvor i landet de går i skole – have mulighed for at tilegne sig de samme kundskaber og færdigheder. Målbeskrivelserne skal endvidere hjælpe lærere, forældre og elever med at være opmærksomme på, om en elev har brug for større udfordringer, støtte eller særlig opmærksomhed. Målene er således i høj grad et værktøj, der fremmer undervisningsdifferentiering.

Fælles Mål er en videreudvikling af Klare Mål. Det arbejde, som skolerne har iværksat med at planlægge undervisning ud fra målbeskrivelser, kan fortsætte. Tidligere kunne kommunerne vælge at gøre Undervisningsministeriets vejledende delmål til deres egne eller fastsætte egne delmål. Det nye er, at alle kommuner og skoler fremover skal følge de samme trinmål. Dertil kommer, at børnehaveklassens mål og indhold er blevet præciseret, således at der nu er fælles regler for, hvad børnene skal lære i børnehaveklassen. Hermed har børnehaveklassens undervisning fået vilkår, som er sammenlignelige med undervisningen på de efterfølgende klassetrin.

I forbindelse med revisionen af faghæfterne indføres to nye begreber: Læreplan og Undervisningsvejledning (tidligere: Vejledning). Læreplanen indeholder en præambel (et signalement af faget), fagets formål, CKF/slutmål, trinmål, vejledende beskrivelser af udviklingen i undervisningen frem mod trin- og slutmål samt den vejledende læseplan. Undervisningsvejledningen indeholder som hidtil en vejledning i form af en række råd og vink til undervisningen. De to begreber – læreplan og undervisningsvejledning – er valgt for at skabe overensstemmelse i sprogbrug mellem folkeskole og ungdomsuddannelse med henblik på at fremme samarbejdet og kontinuiteten i uddannelsessystemet.

I forbindelse med omdannelsen af delmål til trinmål er der foretaget visse konsekvensrettelser i de vejledende læseplaner. De overskrifter, som de centrale kundskabs- og færdighedsområder er bygget op om, kan fremover genfindes i læseplanerne.

Som noget nyt skal kommunerne udarbejde beskrivelser af udviklingen i undervisningen frem mod trin- og slutmål. Ifølge folkeskoleloven udsender undervisningsministeren et vejledende materiale til understøttelse af disse beskrivelser. Materialet er indeholdt i læreplanen for det enkelte fag.

Skolernes arbejde med elevernes alsidige personlige udvikling skal også videreføres. Forpligtelsen er nu indskrevet i selve folkeskoleloven.

KIM MØRCH JACOBSEN
Uddannelsesdirektør



Folkeskolens formål

Fra bekendtgørelse af lov om folkeskolen nr. 870 af 21. oktober 2003

§ 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.

§ 2. Folkeskolen er en kommunal opgave. Kommunalbestyrelsen har ansvaret for, at alle børn i kommunen sikres vederlagsfri undervisning i folkeskolen. Kommunalbestyrelsen fastlægger, jf. § 40, mål og rammer for skolernes virksomhed inden for denne lov.

Stk. 2. Den enkelte skole har inden for de givne rammer ansvaret for undervisningens kvalitet i henhold til folkeskolens formål, jf. § 1, og fastlægger selv undervisningens organisering og tilrettelæggelse.

Stk. 3. Elever og forældre samarbejder med skolen om at leve op til folkeskolens formål.

Om Fælles Mål

Med Lov om ændring af lov om folkeskolen af 30. april 2003 fastsættes fælles nationale mål for undervisningen. Det indebærer, at undervisningsministeren – i lighed med tidligere – fastsætter regler om formålet med undervisningen og om centrale kundskabs- og færdighedsområder, dvs. slutmål, for alle folkeskolens 42 fag og emner.

Endvidere fastsætter undervisningsministeren som noget nyt bindende mål – trinmål – på bestemte klassetrin. Trinmålene fastsættes, hvor det er pædagogisk begrundet ud fra det enkelte fags vejledende timetal, opbygning og progression.

Folkeskolens formål						
Fag	Fag	Fag	Fag	Fag	Fag	Fagets formål
						CKF slutmål
						Trinmål
						Beskrivelser
						Læseplan
						Undervisningsvejledning

Slutmål og trinmål angiver fælles nationale mål for, hvad undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig af kundskaber og færdigheder i faget eller emnet, henholdsvis ved afslutningen af undervisningen og ved afslutningen af bestemte klassetrin.

Slutmålene – eller de centrale kundskabs- og færdighedsområder – er de langsigtede mål, som skal fungere som pejlemærker for undervisningen i hele forløbet. Trinmålene er de kortsigtede mål, som anvendes i forbindelse med planlægning og evaluering af undervisningen, som dialogredskab og som områder i forbindelse med vurderingen af elevens udbytte af undervisningen.

Ved udformningen af trinmål er der taget udgangspunkt i de vejledende delmål fra Klare Mål. Der er dog sket nogle justeringer som følge af, at minimumstimetallet øges, at der er kommet et minimumstimetal i visse fag, og at der i visse fag sker en ændring i begyndelses- og sluttidspunktet.

Undervisningsministeren udsender vejledende læseplaner, der angiver indholdet i undervisningen. Kommunalbestyrelsen godkender efter indstilling fra skolebestyrelsen skolens læseplaner.

Som et nyt element i det faglige hierarki skal kommunen udarbejde beskrivelser af udviklingen i undervisningen frem mod trin- og slutmål. Beskrivelserne anvendes som et redskab i lærernes planlægning af undervisningen og i samarbejdet om fag og tværfaglige forløb med henblik på at understøtte den enkelte elevs udvikling og behov.

Undervisningsministeren udsender vejledende beskrivelser. Kommunalbestyrelsen godkender beskrivelserne efter indstilling fra skolebestyrelsen.

Med fornyelsen af folkeskoleloven har undervisningsministeren hjemmel til at fastsætte en indholdsbeskrivelse, der angiver mål for børnehaveklassen. Mål og indhold for børnehaveklassen er udformet som et faghæfte og findes ligesom de øvrige fag og emner på hjemmesiden.

Fagenes teksthierarki

1993-loven	Klare Mål	Fælles Mål	
Formål CKF (Prøvebestemm.)	Formål CKF (Slutmål) (Prøvebestemm.)	Formål Slutmål – CKF Trinmål (Prøvebestemm.)	Centrale bestemmelser
Læseplaner	Delmål Læseplaner Elevens alsidige	Beskrivelser Læseplaner Elevens alsidige	Lokale bestemmelser
Vejledning	Vejledning	Undervisnings- vejledning	Vejledende tekster

Undervisningsministeren udsender endvidere et vejledende materiale om beskrivelsen af elevernes alsidige personlige udvikling med udgangspunkt i folkeskolens formålsparagraf. Kommunalbestyrelsen skal sikre, at hensynet til elevernes alsidige personlige udvikling er tilgodeset gennem beskrivelser i læseplanerne eller på anden hensigtsmæssig måde. “Elevernes alsidige personlige udvikling” er udformet som et faghæfte og findes ligesom de øvrige fag og emner på hjemmesiden.

Formål – fag og alsidig personlig udvikling

Mange måder at lære på			Lyst til at lære				At lære sammen med andre		
Folkeskolens formål									
Fag	Fag	Fag	Fag	Fag	Fag	Fag	Fag	Fag	Fag

I praksis udmøntes undervisningsministerens hjemmel til at udsende bindende og vejledende faglige tekster ved dels at udsende 25 faghæfter – hvoraf dette hæfte er ét af dem – dels ved at oprette en hjemmeside for alle fag og emner:

<http://www.faellesmaal.wm.dk>

Læreplan for fysik/kemi består af:

- **Signalement**
- **Formål**
- **Slutmål**
- **Trinmål**
- **Beskrivelser**
- **Læseplan**

Signalement af faget

Der undervises i fysik/kemi på 7.-10. klassetrin.

De centrale kundskabs- og færdighedsområder er:

Fysikkens og kemiens verden

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Arbejds måder og tankegange.

I fysik/kemi skal de grundlæggende kundskaber og færdigheder i hvert af de fire områder udvikles som en helhed gennem forløbet fra 7. til 10. klassetrin både i faget fysik/kemi, og når fysik/kemi indgår i tværgående emner og problemstillinger. Undervisningen i fysik/kemi bygger på de kundskaber og færdigheder, eleverne blandt andet har erhvervet i natur/teknik.

De centrale kundskabs- og færdighedsområder er grundlaget for tilrettelæggelsen, gennemførelsen og evalueringen af undervisningen, således at eleverne får mulighed for at:

- tilegne sig viden og indsigt om fysiske og kemiske forhold samt videreudvikle arbejdsmetoder og udtryksformer
- forstå fysik og kemi og deres anvendelser som en del af vores kultur og verdensbillede
- engagere sig i, forholde sig kritisk til og handle ansvarligt i forhold til problemstillinger med naturfagligt indhold.

Formål for faget

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 over for naturfænomener, naturvidenskab og teknik med henblik på at udvikle 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.

Slutmål

Efter 9./10. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- benytte fysiske og kemiske begreber og enkle modeller til at beskrive og forklare fænomener og hændelser
- kende til udvalgte stoffers kredsløb i naturen.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- kende til udviklingen i den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser
- kende til forskellige tiders forestillinger om universets opbygning og udvikling
- kende til væsentlige træk ved den teknologiske udvikling.

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- gøre rede for, diskutere og tage stilling til samfundets ressource- og energiforsyning
- beskrive og forklare eksempler på energiomsætninger
- beskrive og forklare eksempler på fremstilling af produkter samt vurdere produktionsprocessers belastning af miljøet
- beskrive hverdagslivets teknik og dens betydning for den enkelte og samfundet.

Arbejds måder og tankegange

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- identificere og formulere relevante spørgsmål, samt opstille enkle hypoteser
- planlægge, gennemføre og vurdere undersøgelser og eksperimenter
- vælge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven.

Trinnål

Efter 8. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- anvende enkle fysiske og kemiske begreber til at beskrive hverdagens fænomener som regnbuen, elektricitet i hjemmet og korrosion
- kende til enkle modeller, herunder forestillingen om, at alt stof er opbygget af partikler
- beskrive nogle grundstoffer og kemiske forbindelser samt enkle træk i det periodiske system
- kende nogle generelle egenskaber ved hverdagens stoffer og materialer, som tilstandsformer, ledningsevne og surhedsgrad
- kende til eksempler på fysisk/kemiske beskrivelser af fænomener i naturen, herunder vejr-fænomener og jordens magnetfelt
- kende jordens og månens bevægelser og nogle af de virkninger, der kan iagttages på jorden som årstider, tidevand og formørkelser
- beskrive og forklare energioverførsel som fotosyntese, ånding og elektrisk energioverførsel
- kende udvalgte stoffers kredsløb i naturen som kulstof, nitrogen og vand.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- kende til nogle forestillinger om stofopbygning, herunder det periodiske system
- kende nogle tidligere kulturers forestilling om universets opbygning
- kende nutidens forestilling om solsystemets opbygning
- beskrive forhold, hvor udviklingen af teknologi er tæt forbundet med fysisk og kemisk viden.

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- kende til fordele og ulemper ved udnyttelsen af forskellige energiformer, herunder vedvarende energikilder
- give eksempler på, at der ved fremstilling af energi ofte produceres stoffer og varme, der påvirker miljøet

Trinmål

- beskrive og forklare energioverførsel ved udvalgte eksempler fra teknikken, som transport og brændselsceller
- beskrive udvalgte produkters og materialers vej fra fremstilling til bortskaffelse
- gøre rede for, hvorledes anvendelse af materialer kan påvirke ressourceforbruget, miljøet og affaldsmængden
- kende eksempler på produktionsprocesser og delprocesser, heraf som gæring og katalyse
- kende til eksempler på elektronisk styring i hverdagen
- anvende it-baserede redskaber til dataopsamling og præsentation som temperaturregistrering og adgangskontrol.

Arbejds måder og tankegange

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- formulere spørgsmål og indsamle relevante data
- planlægge og gennemføre praktiske og teoretiske undersøgelser
- fremlægge eksempler på fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde.

Efter 9. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- anvende fysiske, kemiske begreber til at beskrive og forklare fænomener som krystalformer, additiv farveblanding og nordlys
- redegøre for anvendelse af modeller og simuleringer som led i en beskrivelse af fænomener og sammenhænge som lydets udbredelse, flyvning og stjernehimlen
- beskrive eksempler på kemiske forbindelser og deres indbyrdes reaktion
- forklare principper i det periodiske system
- kende og beskrive udvalgte enkle atomkerneprocesser
- forklare, hvordan indgreb i naturens stofkredsløb kan påvirke miljøet.

Trinmål

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- kende til udviklingen af atommodeller i forskellige tidsperioder
- redegøre for, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser er menneskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen
- kende til nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling
- gøre rede for, hvordan mennesket til forskellige tider har forsøgt at forklare sin egen placering i universet
- kende eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene fysik og kemi og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige
- kende eksempler på, at behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden
- kende eksempler på, at udvikling af ny viden kan give uforudsete muligheder.

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- beskrive hovedtræk ved samfundets energiforsyning
- kende argumenter for og imod omlægning af samfundets energiforsyning
- kende til udvalgte ressourcer som aluminium og olie samt deres vej gennem produktionssystemet
- beskrive energiomsætninger i blandt andet kraftværker og transportmidler, herunder tab i energikvalitet
- beskrive energiomsætning ved udvalgte vedvarende energikilder som solfanger, vandkraft og biogas
- kende til industriel produktion af nogle af hverdagslivets produkter og materialer
- kende eksempler på udvinding af ressourcer, og hvorledes miljøet påvirkes af denne udvinding
- sammenligne forskellige metoder til fremstilling af samme produkt som papir, gødningsstoffer og konserveret mad
- kende til eksempler på anvendelse af teknisk viden i hverdagen som mikrobølgeovn og vaskepulver
- kende til enkle principper for transmission af information over store afstande som satellitter, analog og digital transmission
- beskrive virkning af ioniserende stråling på levende væv som sundhedssektorens brug af strålebehandling og røntgenfotografering.

Trinmål

Arbejdsmåder og tankegange

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- formulere enkle problemstillinger, opstille hypoteser, efterprøve antagelser og vurdere resultater
- vælge og benytte hensigtsmæssige instrumenter og laboratorieudstyr som feltudstyr og data-loggere
- benytte fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde
- vælge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven.

Efter 10. klasses trin

Fysikkens og kemiens verden

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- anvende fysiske og kemiske begreber til at beskrive, forklare og forudsige fænomener
- benytte enkle modeller til at beskrive fænomener og sammenhænge som lysets natur, radioaktiv henfald og termisk isolering
- beskrive udvalgte stofegenskaber og stofomdannelse ved forskellige forbindelser mellem atomer
- kende og beskrive udvalgte enkle atomkerneprocesser
- redegøre for kemiske stoffer, materialer eller substanser på et udvalgt område som ernæring og landbrug
- analysere menneskeskabte indgreb i stofkredsløb som ændringer i ozonlaget og gødskning.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- kende til udviklingen af atommodeller i forskellige tidsperioder
- redegøre for, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser er menneskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen
- kende til nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling
- gøre rede for, hvordan mennesket til forskellige tider har forsøgt at forklare sin egen placering i universet

Trimmål

- kende eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene fysik og kemi og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige
- kende eksempler på, at behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden
- kende eksempler på, at udvikling af ny viden kan give uforudsete muligheder.

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- vurdere energiplaner, blandt andet ud fra begreber som virkningsgrad, energikvalitet og bæredygtig udvikling
- kende til udvalgte ressourcers vej gennem produktionssystemet
- beskrive og forklare eksempler på energioverførsler med brug af begreber som virkningsgrad og energikvalitet
- kende udvalgte detaljer i en eller flere produktionsvirksomheder
- kende til handlemuligheder i forhold til forskellige produktionsprocessers påvirkning af miljøet
- sammenligne og argumentere for fordele og ulemper ved forskellige produktionsprocesser ud fra blandt andet ressource- og energiforbrug, effektivitet samt det fysiske arbejdsmiljø
- kende til enkle principper for transmission af information over store afstande
- beskrive virkning af ioniserende stråling på levende væv.

Arbejds måder og tankegange

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

- formulere enkle problemstillinger, opstille hypoteser, efterprøve antagelser og vurdere resultater
- vælge og benytte hensigtsmæssige instrumenter og laboratorieudstyr
- benytte fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde
- vælge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven.

Trinmål – synoptisk opstillet

Fysikkens og kemiens verden

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

Efter 8. klassetrin	Efter 9. klassetrin
<ul style="list-style-type: none"> • anvende enkle fysiske og kemiske begreber til at beskrive hverdagens fænomener som regnbuen, elektricitet i hjemmet og korrosion • kende til enkle modeller, herunder forestillingen om, at alt stof er opbygget af partikler 	<ul style="list-style-type: none"> • anvende fysiske, kemiske begreber til at beskrive og forklare fænomener som krystalformer, additiv farveblanding og nordlys • redegøre for anvendelse af modeller og simuleringer som led i en beskrivelse af fænomener og sammenhænge som lydets udbredelse, flyvning og stjernehimlen
<ul style="list-style-type: none"> • beskrive nogle grundstoffer og kemiske forbindelser samt enkle træk i det periodiske system 	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive eksempler på kemiske forbindelser og deres indbyrdes reaktion • forklare principper i det periodiske system
<ul style="list-style-type: none"> • kende nogle generelle egenskaber ved hverdagens stoffer og materialer, som tilstandsformer, ledningsevne og surhedsgrad • kende til eksempler på fysisk/kemiske beskrivelser af fænomener i naturen, herunder vejr-fænomener og jordens magnetfelt • kende jordens og månens bevægelser og nogle af de virkninger, der kan iagttages på jorden som årstider, tidevand og formørkelser • beskrive og forklare energioverførsel som fotosyntese, ånding og elektrisk energioverførsel • kende udvalgte stoffers kredsløb i naturen som kulstof, nitrogen og vand 	<ul style="list-style-type: none"> • kende og beskrive udvalgte enkle atomkerneprocesser • forklare, hvordan indgreb i naturens stofkredsløb kan påvirke miljøet

Trinmål – synoptisk opstillet

Fysikkens og kemiens verden

Efter 10. klasses trin

- anvende fysiske og kemiske begreber til at beskrive, forklare og forudsige fænomener
- benytte enkle modeller til at beskrive fænomener og sammenhænge som lysets natur, radioaktiv henfald og termisk isolering
- beskrive udvalgte stofegenskaber og stofomdannelse ved forskellige forbindelser mellem atomer
- kende og beskrive udvalgte enkle atomkerneprocesser
- redegøre for kemiske stoffer, materialer eller substanser på et udvalgt område som ernæring og landbrug
- analysere menneskeskabte indgreb i stoffkredsløb som ændringer i ozonlaget og gødskning

Trinmål – synoptisk opstillet

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

Efter 8. klassetrin	Efter 9. klassetrin
<ul style="list-style-type: none"> • kende til nogle forestillinger om stofopbygning, herunder det periodiske system 	<ul style="list-style-type: none"> • kende til udviklingen af atommodeller i forskellige tidsperioder • redegøre for, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser er menneskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen
<ul style="list-style-type: none"> • kende nogle tidligere kulturers forestilling om universets opbygning • kende nutidens forestilling om solsystemets opbygning 	<ul style="list-style-type: none"> • kende til nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling • gøre rede for, hvordan mennesket til forskellige tider har forsøgt at forklare sin egen placering i universet • kende eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene fysik og kemi og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige
<ul style="list-style-type: none"> • beskrive forhold, hvor udviklingen af teknologi er tæt forbundet med fysisk og kemisk viden 	<ul style="list-style-type: none"> • kende eksempler på, at behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden • kende eksempler på, at udvikling af ny viden kan give uforudsete muligheder

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

	Efter 10. klassetrin
	<ul style="list-style-type: none">• kende til udviklingen af atommodeller i forskellige tidsperioder• redegøre for, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser er menneskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen
	<ul style="list-style-type: none">• kende til nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling• gøre rede for, hvordan mennesket til forskellige tider har forsøgt at forklare sin egen placering i universet• kende eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene fysik og kemi og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige
	<ul style="list-style-type: none">• kende eksempler på, at behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden• kende eksempler på, at udvikling af ny viden kan give uforudsete muligheder

Trinmål – synoptisk opstillet

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

Efter 8. klassetrin	Efter 9. klassetrin
<ul style="list-style-type: none"> • kende til fordele og ulemper ved udnyttelsen af forskellige energiformer, herunder vedvarende energikilder • give eksempler på, at der ved fremstilling af energi ofte produceres stoffer og varme, der påvirker miljøet 	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive hovedtræk ved samfundets energiforsyning • kende argumenter for og imod omlægning af samfundets energiforsyning • kende til udvalgte ressourcer som aluminium og olie samt deres vej gennem produktionssystemet
<ul style="list-style-type: none"> • beskrive og forklare energioverførsel ved udvalgte eksempler fra teknikken, som transport og brændselsceller 	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive energiomsætninger i blandt andet kraftværker og transportmidler, herunder tab i energikvalitet • beskrive energiomsætning ved udvalgte vedvarende energikilder som solfanger, vandkraft og biogas
<ul style="list-style-type: none"> • beskrive udvalgte produkters og materialers vej fra fremstilling til bortskaffelse • gøre rede for, hvorledes anvendelse af materialer kan påvirke ressourceforbruget, miljøet og affaldsmængden • kende eksempler på produktionsprocesser og delprocesser, heraf som gæring og katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • kende til industriel produktion af nogle af hverdagslivets produkter og materialer • kende eksempler på udvinding af ressourcer, og hvorledes miljøet påvirkes af denne udvinding • sammenligne forskellige metoder til fremstilling af samme produkt som papir, gødningsstoffer og konserveret mad
<ul style="list-style-type: none"> • kende til eksempler på elektronisk styring i hverdagen • anvende it-baserede redskaber til dataopsamling og præsentation som temperaturregistrering og adgangskontrol 	<ul style="list-style-type: none"> • kende til eksempler på anvendelse af teknisk viden i hverdagen som mikrobølgeovn og vaskepulver • kende til enkle principper for transmission af information over store afstande som satellitter, analog og digital transmission • beskrive virkning af ioniserende stråling på levende væv som sundhedssektorens brug af strålebehandling og røntgenfotografering

Trinmål – synoptisk opstillet

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

	Efter 10. klasses trin
	<ul style="list-style-type: none">• vurdere energiplaner, blandt andet ud fra begreber som virkningsgrad, energikvalitet og bæredygtig udvikling• kende til udvalgte ressourcers vej gennem produktionssystemet
	<ul style="list-style-type: none">• beskrive og forklare eksempler på energioverførsler med brug af begreber som virkningsgrad og energikvalitet
	<ul style="list-style-type: none">• kende udvalgte detaljer i en eller flere produktionsvirksomheder• kende til handlemuligheder i forhold til forskellige produktionsprocessers påvirkning af miljøet• sammenligne og argumentere for fordele og ulemper ved forskellige produktionsprocesser ud fra blandt andet ressource- og energiforbrug, effektivitet samt det fysiske arbejdsmiljø
	<ul style="list-style-type: none">• kende til enkle principper for transmission af information over store afstande• beskrive virkning af ioniserende stråling på levende væv

Trinmål – synoptisk opstillet

Arbejds måder og tankegange

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at

Efter 8. klassetrin	Efter 9. klassetrin
<ul style="list-style-type: none"> • formulere spørgsmål og indsamle relevante data • planlægge og gennemføre praktiske og teoretiske undersøgelser 	<ul style="list-style-type: none"> • formulere enkle problemstillinger, opstille hypoteser, efterprøve antagelser og vurdere resultater • vælge og benytte hensigtsmæssige instrumenter og laboratorieudstyr som feltudstyr og data-loggere
<ul style="list-style-type: none"> • fremlægge eksempler på fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde 	<ul style="list-style-type: none"> • benytte fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde
	<ul style="list-style-type: none"> • vælge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven

Trinmål – synoptisk opstillet

Arbejds måder og tankegange

	Efter 10. klasses trin
	<ul style="list-style-type: none">• formulere enkle problemstillinger, opstille hypoteser, efterprøve antagelser og vurdere resultater• vælge og benytte hensigtsmæssige instrumenter og laboratorieudstyr
	<ul style="list-style-type: none">• benytte fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde
	<ul style="list-style-type: none">• vælge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven

Beskrivelser

Udviklingen i undervisningen på 7. og 8. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Undervisningen tager udgangspunkt i de kundskaber og færdigheder, som eleverne bl.a. har erhvervet sig i natur/teknik og baseres i høj grad på fænomener, som eleverne oplever i deres hverdag.

Under hele forløbet lægges stor vægt på elevernes begrebsdannelse, således at både det passive og det aktive ordforråd udvikles. For at sikre elevernes tilegnelse af fagligt relevante begreber skal undervisningsaktiviteterne støttes af samtaler, diskussioner, beretninger mv. Eleverne skal bl.a. øve sig aktivt i at formulere sig om naturfaglige emner.

Undervisningen skal i høj grad være præget af praktiske og undersøgende aktiviteter. Mundtlig kommunikation øves ved samtaler om samspillet mellem de teoretiske og praktiske dele af undervisningen.

Der arbejdes med eksempler fra hverdagen, der illustrerer, at alt stof er opbygget af partikler, og at stoffernes kredsløb i naturen er tæt forbundet med energioverførsler.

I begyndelsen af forløbet inddrages meget simple modeller, senere må modellerne gerne være mere komplekse.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Undervisningen skal give eleverne mulighed for at opnå indsigt i, hvordan erkendelsen inden for naturvidenskaberne skabes og udvikles.

Denne indsigt kan gradvis opnås ved at arbejde med udvikling af stadig mere komplekse forestillinger. Modeller for stoffers opbygning af partikler og solsystemets opbygning og udvikling er særlig velegnede. I dette arbejde skal der lægges vægt på, at eleverne udvikler en begyndende forståelse af vekselvirkning mellem observation, eksperiment og teori.

For at opnå en erkendelse af vekselvirkning mellem udvikling af teknologi og udvikling af kemisk og fysisk erkendelse, beskæftiger eleverne sig i undervisningen med dette samspil.

Beskrivelser

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Undervisningen bygger videre på kundskaber og færdigheder, som eleverne bl.a. har opnået i natur/teknik.

Der fokuseres på brugen af fysisk og kemisk indsigt til løsning af en række opgaver i forbindelse med anvendelse og udvikling af teknik i hverdag og samfund. I undervisningen skal der lægges vægt på at belyse såvel nytteværdien som de miljømæssige konsekvenser.

Elevernes forståelse af begreber som energi, energiproduktion, produktionsprocesser og elektronisk styring udvikles gennem forløbet ved behandling af stadig mere komplekse systemer, anlæg eller apparater.

I arbejdet indgår praktiske og undersøgende aktiviteter, bl.a. som middel til illustration og oplæg til samtale og diskussion.

Arbejds måder og tankegange

Undervisningen skal give eleverne mulighed for at øve sig i at udforme relevante naturfaglige spørgsmål. På baggrund af centrale problemstillinger skal undervisningen lægge op til, at eleverne gennemfører undersøgelser af såvel praktisk som teoretisk karakter. Dette bør fortrinsvis foregå ved samarbejde i større eller mindre grupper.

Eleverne skal præsenteres for både åbne og lukkede opgavetyper og stifte bekendtskab med forskellige undersøgelsesmetoder.

Ved arbejdet med løsninger af opgaver og gennemførelse af undersøgelser skal der lægges vægt på, at graden af elevernes selvstændighed efterhånden øges.

Gennem hele forløbet skal eleverne fremlægge resultater af deres undersøgelser ved brug af forskellige formidlingsformer, idet fremlæggelserne skal udvikles fra en beskrivende form frem imod en forklarende og uddybende form.

I dette arbejde introduceres, inddrages og øves informationssøgning samt bearbejdning af data og informationer.

Beskrivelser

Udviklingen i undervisningen på 9. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Der bygges videre på elevernes kendskab til faglig relevante begreber, og der stilles større krav til elevernes aktive brug af disse. Dette foregår fortsat ved at fokusere på intensiv mundtlig kommunikation, først og fremmest i forbindelse med det praktiske arbejde.

I undervisningen inddrages relevante modeller, som eleverne i stigende omfang tilegner sig erfaringer med og øver sig i at anvende og forklare. Der skal lægges vægt på, at eleverne beskæftiger sig med modellernes anvendelsesmuligheder og begrænsninger.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Eleverne skal videreudvikle deres indsigt i fysikkens og kemiens beskrivelser af sammenhænge i den fysiske omverden.

Der arbejdes med sammenhængen mellem udviklingen af den naturvidenskabelige kultur og de øvrige kulturer i samfundet, både historisk og nutidigt.

Elevernes forståelse af vekselvirkning mellem observation, eksperiment og teori videreudvikles, bl.a. gennem eksemplificering af forskellige syn på videnskab og dermed forskellige opfattelser af, hvordan naturvidenskaberne arbejder.

I undervisningen arbejdes dels med beskrivelser af stoffets partikelnatur, hvor historiske og nutidige atommodeller indgår, dels med historiske og nutidige forestillinger om universets dannelse og udvikling.

Elevernes forståelse af vekselvirkningen mellem udvikling af teknologi og udvikling af kemisk og fysisk erkendelse øges gradvis gennem arbejdet med konkrete historiske cases.

I undervisningen skal eleverne præsenteres for, at udvikling af videnskabelig erkendelse er en proces, der er i udvikling, og at dette indebærer muligheden for ændringer i den nuværende opfattelse af naturfaglig viden.

Beskrivelser

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Der arbejdes videre med udvikling og systematisering af elevernes begreber om energi, energiomsætning, ressourcer, produktion og miljø.

Samspillet mellem fysisk og kemisk indsigt og anvendelsen af teknik i hverdagens apparater illustreres og præciseres ved behandling af udvalgte eksempler. Eksemplerne bør tage udgangspunkt i elevernes nære omverden.

Ved beskrivelse af enkle principper for transmission af information over store afstande illustreres fysikkens og kemiens anvendelse i kommunikationsteknologi.

Begrebet ioniserede stråling behandles og udvikles med udgangspunkt i beskrivelsen af virkningen på levende væv, blandt andet baggrundsstrålingen og sundhedssektorens anvendelse af ioniserende stråling.

Hvor det er muligt, skal miljømæssige aspekter inddrages i undervisningen. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at danne egne holdninger som grundlag for kritisk stillingtagen og handling.

Arbejds måder og tankegange

Undervisningen skal give eleverne en stadig større mulighed for at øve sig i at udforme relevante naturfaglige spørgsmål.

Eleverne præsenteres i stigende grad for åbne opgavetyper og problemstillinger. Hypoteser og antagelser skal i stadig større omfang formuleres af eleverne. Arbejdet skal lægge op til, at eleverne selvstændigt gennemfører undersøgelser, således at de bl.a. opnår en større sikkerhed i anvendelse af undersøgelsesmetoder og brug af relevant apparatur. Informationssøgning samt bearbejdning af data og informationer skal inddrages som en naturlig del af undervisningen.

I hele forløbet bygges videre på elevernes kendskab til forskellige fremlæggelses måder og formidlingsformer under og efter arbejdet med naturfaglige problemstillinger.

Beskrivelser og trinmål – synoptisk opstillet

Beskrivelse af udviklingen i undervisningen på 7. og 8. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Undervisningen tager udgangspunkt i de kundskaber og færdigheder, som eleverne bl.a. har erhvervet sig i natur/teknik og baseres i høj grad på fænomener, som eleverne oplever i deres hverdag.

Under hele forløbet lægges stor vægt på elevernes begrebsdannelse, således at både det passive og det aktive ordforråd udvikles. For at sikre elevernes tilegnelse af fagligt relevante begreber skal undervisningsaktiviteterne støttes af samtaler, diskussioner, beretninger mv. Eleverne skal bl.a. øve sig aktivt i at formulere sig om naturfaglige emner.

Undervisningen skal i høj grad være præget af praktiske og undersøgende aktiviteter. Mundtlig kommunikation øves ved samtaler om samspillet mellem de teoretiske og praktiske dele af undervisningen.

Der arbejdes med eksempler fra hverdagen, der illustrerer, at alt stof er opbygget af partikler, og at stoffernes kredsløb i naturen er tæt forbundet med energioverførsler.

I begyndelsen af forløbet inddrages meget simple modeller, senere må modellerne gerne være mere komplekse.

Trinmål efter 8. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

- anvende enkle fysiske og kemiske begreber til at beskrive hverdagens fænomener som regnbuen, elektricitet i hjemmet og korrosion
- kende til enkle modeller, herunder forestillingen om, at alt stof er opbygget af partikler
- beskrive nogle grundstoffer og kemiske forbindelser samt enkle træk i det periodiske system
- kende nogle generelle egenskaber ved hverdagens stoffer og materialer, som tilstandsformer, ledningsevne og surhedsgrad
- kende til eksempler på fysisk/kemiske beskrivelser af fænomener i naturen, herunder vejrfænomener og jordens magnetfelt
- kende jordens og månens bevægelser og nogle af de virkninger, der kan iagttages på jorden som årstider, tidevand og formørkelser
- beskrive og forklare energioverførsel som fotosyntese, ånding og elektrisk energioverførsel
- kende udvalgte stoffers kredsløb i naturen som kulstof, nitrogen og vand.

Beskrivelser og trinmål – synoptisk opstillet

Beskrivelse af udviklingen i undervisningen på 7. og 8. klassetrin

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Undervisningen skal give eleverne mulighed for at opnå indsigt i, hvordan erkendelsen inden for naturvidenskabernes skabes og udvikles.

Denne indsigt kan gradvis opnås ved at arbejde med udvikling af stadig mere komplekse forestillinger. Modeller for stoffers opbygning af partikler og solsystemets opbygning og udvikling er særlig velegnede. I dette arbejde skal der lægges vægt på, at eleverne udvikler en begyndende forståelse af vekselvirkning mellem observation, eksperiment og teori.

For at opnå en erkendelse af vekselvirkning mellem udvikling af teknologi og udvikling af kemisk og fysisk erkendelse, beskæftiger eleverne sig i undervisningen med dette samspil.

Trinmål efter 8. klassetrin

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

- kende til nogle forestillinger om stofopbygning, herunder det periodiske system
- kende nogle tidligere kulturers forestilling om universets opbygning
- kende nutidens forestilling om solsystemets opbygning
- beskrive forhold, hvor udviklingen af teknologi er tæt forbundet med fysisk og kemisk viden.

Beskrivelser og trinmål – synoptisk opstillet

Beskrivelse af udviklingen i undervisningen på 7. og 8. klassetrin

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Undervisningen bygger videre på kundskaber og færdigheder, som eleverne bl.a. har opnået i natur/teknik.

Der fokuseres på brugen af fysisk og kemisk indsigt til løsning af en række opgaver i forbindelse med anvendelse og udvikling af teknik i hverdag og samfund. I undervisningen skal der lægges vægt på at belyse såvel nytteværdien som de miljømæssige konsekvenser.

Elevernes forståelse af begreber som energi, energiproduktion, produktionsprocesser og elektronisk styring udvikles gennem forløbet ved behandling af stadig mere komplekse systemer, anlæg eller apparater.

I arbejdet indgår praktiske og undersøgende aktiviteter, bl.a. som middel til illustration og oplæg til samtale og diskussion.

Trinmål efter 8. klassetrin

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

- kende til fordele og ulemper ved udnyttelsen af forskellige energiformer, herunder vedvarende energikilder
- give eksempler på, at der ved fremstilling af energi ofte produceres stoffer og varme, der påvirker miljøet
- beskrive og forklare energioverførsel ved udvalgte eksempler fra teknikken, som transport og brændselsceller
- beskrive udvalgte produkters og materialers vej fra fremstilling til bortskaffelse
- gøre rede for, hvorledes anvendelse af materialer kan påvirke ressourceforbruget, miljøet og affaldsmængden
- kende eksempler på produktionsprocesser og delprocesser, heraf som gæring og katalyse
- kende til eksempler på elektronisk styring i hverdagen
- anvende it-baserede redskaber til dataopsamling og præsentation som temperaturregistrering og adgangskontrol.

Beskrivelser og trinmål – synoptisk opstillet

Beskrivelse af udviklingen i undervisningen på 7. og 8. klassetrin

Arbejds måder og tankegange

Undervisningen skal give eleverne mulighed for at øve sig i at udforme relevante naturfaglige spørgsmål. På baggrund af centrale problemstillinger skal undervisningen lægge op til, at eleverne gennemfører undersøgelser af såvel praktisk som teoretisk karakter. Dette bør fortrinsvis foregå ved samarbejde i større eller mindre grupper.

Eleverne skal præsenteres for både åbne og lukkede opgavetyper og stifte bekendtskab med forskellige undersøgelsesmetoder.

Ved arbejdet med løsninger af opgaver og gennemførelse af undersøgelser skal der lægges vægt på, at graden af elevernes selvstændighed efterhånden øges.

Gennem hele forløbet skal eleverne fremlægge resultater af deres undersøgelser ved brug af forskellige formidlingsformer, idet fremlæggelserne skal udvikles fra en beskrivende form frem imod en forklarende og uddybende form.

I dette arbejde introduceres, inddrages og øves informationssøgning samt bearbejdning af data og informationer.

Trinmål efter 8. klassetrin

Arbejds måder og tankegange

- formulere spørgsmål og indsamle relevante data
- planlægge og gennemføre praktiske og teoretiske undersøgelser
- fremlægge eksempler på fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde.

Beskrivelser og trinmål – synoptisk opstillet

Beskrivelse af udviklingen i undervisningen på 9. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Der bygges videre på elevernes kendskab til faglig relevante begreber, og der stilles større krav til elevernes aktive brug af disse. Dette foregår fortsat ved at fokusere på intensiv mundtlig kommunikation, først og fremmest i forbindelse med det praktiske arbejde.

I undervisningen inddrages relevante modeller, som eleverne i stigende omfang tilegner sig erfaringer med og øver sig i at anvende og forklare. Der skal lægges vægt på, at eleverne beskæftiger sig med modellernes anvendelsesmuligheder og begrænsninger.

Trinmål efter 9. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

- anvende fysiske, kemiske begreber til at beskrive og forklare fænomener som krystalformer, additiv farveblanding og nordlys
- redegøre for anvendelse af modeller og simuleringer som led i en beskrivelse af fænomener og sammenhænge som lydets udbredelse, flyvning og stjernehimlen
- beskrive eksempler på kemiske forbindelser og deres indbyrdes reaktion
- forklare principper i det periodiske system
- kende og beskrive udvalgte enkle atomkerneprocesser
- forklare, hvordan indgreb i naturens stofkredsløb kan påvirke miljøet.

Beskrivelser og trinmål – synoptisk opstillet

Beskrivelse af udviklingen i undervisningen på 9. klasstrin

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Eleverne skal videreudvikle deres indsigt i fysikkens og kemiens beskrivelser af sammenhænge i den fysiske omverden.

Der arbejdes med sammenhængen mellem udviklingen af den naturvidenskabelige kultur og de øvrige kulturer i samfundet, både historisk og nutidigt.

Elevernes forståelse af vekselvirkning mellem observation, eksperiment og teori videreudvikles, bl.a. gennem eksemplificering af forskellige syn på videnskab og dermed forskellige opfattelser af, hvordan naturvidenskaberne arbejder.

I undervisningen arbejdes dels med beskrivelser af stoffets partikelnatur, hvor historiske og nutidige atommodeller indgår, dels med historiske og nutidige forestillinger om universets dannelse og udvikling.

Elevernes forståelse af vekselvirkningen mellem udvikling af teknologi og udvikling af kemisk og fysisk erkendelse øges gradvis gennem arbejdet med konkrete historiske cases.

I undervisningen skal eleverne præsenteres for, at udvikling af videnskabelig erkendelse er en proces, der er i udvikling, og at dette indebærer muligheden for ændringer i den nuværende opfattelse af naturfaglig viden.

Trinmål efter 9. klasstrin

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

- kende til udviklingen af atommodeller i forskellige tidsperioder
- redegøre for, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser er menneskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen
- kende til nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling
- gøre rede for, hvordan mennesket til forskellige tider har forsøgt at forklare sin egen placering i universet
- kende eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene fysik og kemi og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige
- kende eksempler på, at behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden
- kende eksempler på, at udvikling af ny viden kan give uforudsete muligheder.

Beskrivelser og trinmål – synoptisk opstillet

Beskrivelse af udviklingen i undervisningen på 9. klassetrin	Trinmål efter 9. klassetrin
<p>Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund</p> <p>Der arbejdes videre med udvikling og systematisering af elevernes begreber om energi, energiomsætning, ressourcer, produktion og miljø.</p> <p>Samspillet mellem fysisk og kemisk indsigt og anvendelsen af teknik i hverdagens apparater illustreres og præciseres ved behandling af udvalgte eksempler. Eksemplerne bør tage udgangspunkt i elevernes nære omverden.</p> <p>Ved beskrivelse af enkle principper for transmission af information over store afstande illustreres fysikkens og kemiens anvendelse i kommunikationsteknologi.</p> <p>Begrebet ioniserede stråling behandles og udvikles med udgangspunkt i beskrivelsen af virkningen på levende væv, blandt andet baggrundsstrålingen og sundhedssektorens anvendelse af ioniserende stråling.</p> <p>Hvor det er muligt, skal miljømæssige aspekter inddrages i undervisningen. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at danne egne holdninger som grundlag for kritisk stillingtagen og handling.</p>	<p>Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund</p> <ul style="list-style-type: none">• beskrive hovedtræk ved samfundets energiforsyning• kende argumenter for og imod omlægning af samfundets energiforsyning• kende til udvalgte ressourcer som aluminium og olie samt deres vej gennem produktionssystemet• beskrive energiomsætninger i blandt andet kraftværker og transportmidler, herunder tab i energikvalitet• beskrive energiomsætning ved udvalgte vedvarende energikilder som solfanger, vandkraft og biogas• kende til industriel produktion af nogle af hverdagslivets produkter og materialer• kende eksempler på udvinding af ressourcer, og hvorledes miljøet påvirkes af denne udvinding• sammenligne forskellige metoder til fremstilling af samme produkt som papir, gødningsstoffer og konserveret mad• kende til eksempler på anvendelse af teknisk viden i hverdagen som mikrobølgeovn og vaskepulver• kende til enkle principper for transmission af information over store afstande som satellitter, analog og digital transmission• beskrive virkning af ioniserende stråling på levende væv som sundhedssektorens brug af strålebehandling og røntgenfotofering.

Beskrivelser og trinmål

– synoptisk opstillet

Beskrivelse af udviklingen i undervisningen på 9. klasstrin

Arbejds måder og tankegange

Undervisningen skal give eleverne en stadig større mulighed for at øve sig i at udforme relevante naturfaglige spørgsmål.

Eleverne præsenteres i stigende grad for åbne opgavetyper og problemstillinger. Hypoteser og antagelser skal i stadig større omfang formuleres af eleverne. Arbejdet skal lægge op til, at eleverne selvstændigt gennemfører undersøgelser, således at de bl.a. opnår en større sikkerhed i anvendelse af undersøgelsesmetoder og brug af relevant apparatur. Informationssøgning samt bearbejdning af data og informationer skal inddrages som en naturlig del af undervisningen.

I hele forløbet bygges videre på elevernes kendskab til forskellige fremlæggelses måder og formidlingsformer under og efter arbejdet med naturfaglige problemstillinger.

Trinmål efter 9. klasstrin

Arbejds måder og tankegange

- formulere enkle problemstillinger, opstille hypoteser, efterprøve antagelser og vurdere resultater
- vælge og benytte hensigtsmæssige instrumenter og laboratorieudstyr som feltudstyr og data-loggere
- benytte fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde
- vælge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven.

Læseplan

Undervisningen i fysik/kemi bygger bl.a. på de kundskaber og færdigheder, som eleverne har erhvervet sig i natur/teknik.

Fysik/kemi beskæftiger sig med fænomener i naturen, i hverdagen, i samfundet og i teknikken, der kan beskrives ved hjælp af fysiske og kemiske begreber. Endvidere behandles udviklingen af erkendelse som samspillet mellem teori, observationer, undersøgelser og eksperiment.

Undervisningen baseres på mundtlig kommunikation i samspil med elevernes egne eksperimenter og undersøgelser, hvilket omfatter en grundig og varieret behandling før og efter de praktiske og eksperimentelle aktiviteter. Elevernes formidling af viden og resultater af det praktiske og eksperimentelle arbejde skal derfor indgå i undervisningen med henblik på, at eleverne udvikler sprog og begreber.

Arbejdet i undervisningen skal omfatte forskellige opgavetyper, der giver anledning til større og mindre grad af elevmedindflydelse samt mulighed for varierede arbejdsformer.

De centrale kundskabs- og færdighedsområder er:

- Fysikkens og kemiens verden.
- Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse.
- Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund.
- Arbejds måder og tankegange.

1. forløb – 7.-8. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Undervisningen tager udgangspunkt i elevernes hverdag og de fænomener, som er en naturlig del af denne.

Der arbejdes med begrebsdannelse, brug af et passende fagsprog, forståelse af modellers funktion, nytte og begrænsninger samt naturfagernes måde at systematisere og beskrive verden på.

Undervisningen omfatter især

- fænomener, der kan beskrives ved hjælp af fysiske og kemiske processer og begreber
- fænomener, der fremkalder sanseindtryk
- vores solsystem samt Jordens, de øvrige planeters og Månens bevægelser
- eksempler på energioverførsel
- generelle stofegenskaber

Læseplan

- eksempler på brugen af modeller, herunder forestillingen om, at alt stof er opbygget af små partikler
- sammenhængen mellem det begrænsede antal grundstoffer, som verden er opbygget af, og kemiske forbindelsers mangfoldighed
- et eller flere fysiske eller kemiske kredsløb i naturen.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

I undervisningen indgår eksempler på, hvordan naturvidenskabelig erkendelse skabes og udvikles.

Undervisningen omfatter især

- grundlæggende træk i historiske og nutidige verdensbilleder og menneskets placering heri
- eksempler på udvikling af forestillinger om verdens fysiske og kemiske opbygning
- eksempler på teknologiudvikling i samspil med udvikling af kemisk og fysisk erkendelse
- enkle eksempler på vekselvirkning mellem observation, undersøgelse og teori som middel til udvidelse af erkendelse i naturvidenskaberne.

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

I forløbet skal kompleksiteten øges i de problemstillinger, som eleverne arbejder med. Dette gælder både inden for fagenes begrebsapparat og i samfundsmæssige sammenhænge.

Teorier inddrages i undervisningen, når de giver eleverne mulighed for en mere nuanceret forståelse og behandling af de emner og problemstillinger, der arbejdes med.

Undervisningen omfatter især

- egenskaber ved nogle stoffer og materialer, der omgiver os i vort dagligliv
- enkle eksempler på, hvorledes menneskelig aktivitet kan påvirke miljøet gennem udvinding af naturressourcer
- eksempler på, hvordan ændringen af fysiske og kemiske forhold i miljøet kan have betydning for mennesker, dyr og planter
- udvalgte produkters og materialers vej fra fremstilling til bortskaffelse
- enkle produktionsprocesser eller dele heraf
- overskuelige eksempler på elektronisk styring i hverdagen
- eksempler på samfundets anvendelse af energi til transport, i industrien og i boligen
- energiproduktion på grundlag af fossile brændsler og vedvarende energikilder
- følgevirkninger af forskellige former for energiproduktion.

Læseplan

Arbejds måder og tankegange

Eleverne skal tilegne sig og afprøve fagets arbejds måder og tankegange. De skal i opgaver, der er tæt knyttet til deres hverdag, udvikle kendskab til grundlæggende arbejds måder og tankegange, som benyttes i naturvidenskaberne.

Eleverne arbejder med at

- udvikle redskaber til gennemførelse af undersøgelser med praktisk og teoretisk indhold
- planlægge og gennemføre egne undersøgelser
- formulere og formidle den fysiske og kemiske viden, de har opnået gennem praktiske og teoretiske undersøgelser
- benytte fysiske og kemiske sammenhænge i statiske og dynamiske modeller
- indsamle og behandle data.

2. forløb – 9. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

Med baggrund i fænomener, som er en naturlig del af elevernes hverdag, arbejdes der med sammenhænge, der er mere komplekse end i 1. fase.

Med udgangspunkt i elevernes øgede omverdensforståelse arbejdes der i undervisningen med mere komplicerede begreber, modeller, systematiske beskrivelser samt et mere konsekvent fagsprog end i det foregående forløb.

Undervisningen omfatter især

- fysiske og kemiske arbejds metoder i forbindelse med praktiske og undersøgende aktiviteter
- anvendelse af fysiske og kemiske begreber i forbindelse med beskrivelse af praktiske og undersøgende aktiviteter
- forskellige modeller og simuleringer til at undersøge og beskrive fysiske eller kemiske hændelser og sammenhænge
- organiske og uorganiske forbindelser samt kemisk reaktion mellem forskellige stoffer
- centrale principper i det periodiske system, hvor der lægges vægt på systematikken
- ioniserende stråling og nogle enkle atomkerneprocesser
- forklaringer og dertil knyttede analyser af menneskets indgreb i naturens stofkredsløb og den deraf følgende påvirkning af miljøet.

Læseplan

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

I undervisningen indgår eksempler på, hvordan erkendelsen inden for naturvidenskabernes skabes og udvikles i et samspil med den øvrige kultur.

Undervisningen omfatter især

- historiske og nutidige forestillinger om universets opbygning og udvikling samt menneskets forsøg på at forklare sin egen placering i universet
- udviklingen af atommodeller i forskellige tidsperioder
- eksempler på, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser kan give øget indsigt i fænomener og sammenhænge i naturen
- eksempler på, at udviklingen af erkendelsen i videnskabsfagene har ændret menneskehedens syn på den fysiske omverden
- eksempler på den teknologiske udvikling i samspil med naturvidenskaberne.

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

I forløbet skal der arbejdes videre med elevernes begreber om energi, ressourcer, produktion og miljø, med anvendelsen af teknik i hverdagens apparater og med forskellige former for stråling.

Den teori, der inddrages i undervisningen, skal fortsat give eleverne mulighed for en mere nuanceret forståelse og behandling af de emner og problemstillinger, der arbejdes med.

Undervisningen omfatter især

- samfundets energiforsyning med vægt på diskussion af centrale og decentrale muligheder med forskellige energikilder og teknologier
- energiomsætning ved transport og samfundets energiforsyning med bl.a. behandling af de uundgåelige tab i energikvalitet
- produktion af udvalgte produkter, hvor der behandles forskellige metoder til fremstilling af samme produkt
- forskellige produktionsmetoders påvirkning af det omgivende miljø
- eksempler på anvendelse af teknik i hverdagens apparater og produkter
- principper for transmission af information over store afstande
- ioniserende stråling med vægt på virkningen på levende væv.

Læseplan

Arbejds måder og tankegange

Eleverne skal tilegne sig redskaber og metoder til selv at kunne formulere og gennemføre egne projekter, der inddrager fagets praktiske og teoretiske dimensioner. I denne sammenhæng skal eleverne belyse områder fra fysikkens og kemiens samfundsmæssige og kulturelle betydning.

Eleverne skal arbejde med at

- opstille hypoteser, foreslå og gennemføre egne undersøgelser og eksperimenter
- benytte statiske og dynamiske modeller, der i stadig større grad understøtter deres brug af fagets begreber
- foretage kvalificerede valg af metoder og udstyr ved indsamling og behandling af data
- formulere og videregive den fysiske og kemiske viden, de har opnået gennem arbejdet med teori og eksperimenter.

3. forløb – 10. klassetrin

Fysikkens og kemiens verden

I 10. klasse lægges der vægt på faglig fordybelse, overblik og på forståelse af større sammenhænge.

Aktuelle emner belyses på baggrund af viden om og erfaringer med brugen af fysiske og kemiske begreber til beskrivelse og forklaring af fænomener i naturen, i hverdagen, i samfundet og i teknikken.

Undervisningen omfatter især

- fysiske og kemiske arbejdsmetoder i forbindelse med praktisk undersøgende aktiviteter af øget kompleksitet
- ioniserende stråling og nogle enkle atomkerneprocesser
- udvalgte stofegenskaber
- udvalgte kemiske reaktioner
- aktuelle emner eller temaer, der rummer mulighed for både faglig dybde og belysning af samfundsrelevante sammenhænge
- eksemplariske stofkredsløb og analyser af konsekvenser af menneskeskabte indgreb i naturens stofkredsløb.

Læseplan

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

Arbejdet i undervisningen med eksempler på, hvordan erkendelsen inden for naturvidenskaberne skabes og udvikles i et samspil med den øvrige kultur, udviser nu en større kompleksitet end i 9. klasse.

Undervisningen omfatter især

- historiske og nutidige eksempler på grundlæggende træk i det naturvidenskabelige verdensbillede og menneskets placering heri
- forestillinger om universets opbygning og udvikling samt menneskets forsøg på at forklare sin egen placering i universet
- eksempler på sammenspil mellem den teknologiske udvikling, naturvidenskaberne og menneskets syn på omverdenen
- beskrivelser af grundstoffer og kemiske forbindelser som menneskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen.

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Elevernes forståelse af begreberne energi, ressourcer, produktion og miljø samt anvendelsen af teknik i hverdagen er også i 3. forløb et udgangspunkt for undervisningen.

Eleverne skal have mulighed for at foretage valg og træffe beslutninger om naturfaglige emner og problemstillinger. Dette opnås bl.a. gennem forståelse og behandling af miljø-, energi- eller sundhedsproblemer ud fra en fysisk og kemisk synsvinkel.

Undervisningen omfatter især

- energiplaner
- produktionsprocesser
- transmission over store afstande
- ioniserende stråling.

Arbejds måder og tankegange

Eleverne skal udvikle brugen af redskaber og metoder. De skal selv formulere og gennemføre egne projekter, der inddrager fagets praktiske og teoretiske dimensioner. Eleverne skal på denne baggrund kunne belyse fysikkens og kemiens samfundsmæssige og kulturelle betydning.

Eleverne arbejder med at

- gennemføre projekter, hvor de opstiller hypoteser, planlægger og gennemfører egne undersøgelser
- formidle deres undersøgelsesresultater i medier, som de finder egnet til formålet
- foretage kvalificerede valg af metoder og udstyr ved indsamling og behandling af data.

Undervisningsvejledning

Indhold

46 Indledning

46 Naturfag for alle

- 48 Fire naturfaglige delkompetencer
- 48 Kernefaglighed

49 Kompetencer – naturfagenes sammenhæng og progression

- 49 Fra natur/teknik til fysik/kemi
- 51 Sammenhæng på langs og tværs
- 52 Fagets undervisningsmæssige ramme
- 53 Samarbejde med andre naturfag og fagteamsamarbejde
- 53 Samarbejde med andre fag
- 54 Udnyttelse af muligheder i lokalområdet

55 Skolefag – videnskabsfag

56 De centrale kundskabs- og færdighedsområder

- 56 Fysikkens og kemiens verden
- 57 Udvikling af naturvidenskabelig erkendelse
- 57 Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund
- 58 Arbejds måder og tankegange
- 59 Forskellige vinkler på det valgte stof

61 Elevforudsætninger

62 Undervisningens indhold

- 62 Planlægning af undervisningsforløb
- 62 Kriterier for valg af indhold
- 63 Elevindflydelse
- 64 Fra mål til emne, tema eller område
- 66 Eksempler på undervisningsforløb

68 Undervisningens tilrettelæggelse

- 68 Det praktiske og undersøgende arbejde i fysik/kemi
- 68 Modelbegreber og forestillinger
- 71 Sprog
- 72 Elevernes skriftlighed – det skriftlige arbejde i fysik/kemi

73 Evaluering

- 73 Eleverne skal opdage, at de lærer noget
- 74 Læreren reflekser før, i og efter undervisningen
- 75 Evalueringsformer i forbindelse med fysik/kemi

Undervisningsvejledning

75 Undervisningsdifferentiering

77 Lokaler, samlinger og sikkerhed

- 79 Elevernes praktiske og undersøgende arbejde individuelt eller i grupper
- 79 Fællesundervisning
- 80 Individuelt arbejde og gruppearbejde
- 81 Udendørs aktiviteter
- 81 Lokalernes organisering og beliggenhed
- 81 Sikkerhed

Undervisningsvejledning

Indledning

Formålet med undervisningen i faget fysik/kemi er, at eleverne tilegner sig viden og indsigt i naturfaglige forhold med henblik på at kunne forstå og vurdere ideer og synsvinkler, der er en central del af vores kultur. Dette er en nødvendig forberedelse til livet i et moderne demokrati, hvor den enkelte skal være i stand til at deltage ansvarligt i samfundets demokratiske processer.

Undervisningen skal stimulere og videreudvikle elevernes interesse og nysgerrighed over for den omgivende verden. Eleverne bør opnå tillid til deres egne muligheder for at udforske denne verden og til at kunne udvikle og udtrykke personlig stillingtagen i forhold til problemstillinger med et naturvidenskabeligt indhold.

Undervisningen skal give eleverne mulighed for at erhverve sig en grundlæggende forståelse af de væsentligste naturvidenskabelige ideer, der har præget vores verden. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at erhverve viden om nogle af de videnskabelige procedurer, der har stor indflydelse på menneskers livsforhold og kultur.

Det ønskes, at eleverne opnår

- viden og indsigt i naturfaglige forhold
- forståelse og vurdering af idéer og synsvinkler, der udgør centrale dele af vores kultur
- mulighed for ansvarlig deltagelse i samfundets demokratiske processer
- interesse og nysgerrighed over for den omgivende verden
- tillid til egne muligheder for at udforske denne verden
- evnen til personlig stillingtagen i forhold til problemstillinger med et naturvidenskabeligt indhold
- grundlæggende forståelse af de væsentligste naturvidenskabelige erkendelser
- kendskab til nogle af de væsentlige videnskabelige procedurer
- forståelse og vurdering af tv-programmer og andre former for publikationer, der omhandler videnskabelige emner, som eksempelvis populærvidenskabelige artikler samt
- viden om og forståelse af, hvordan videnskabelige undersøgelser bliver udført.

Naturfag for alle

I 2003 udkom Uddannelsesstyrelsens temaseries hæfte nr. 7-2003 med titlen “Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi”. Opgaven for arbejdsgruppen bag temahæftet var at udarbejde en samlet strategiplan for hele det naturfaglige uddannelsesområde, dvs. fra førskoleniveau til universitetsniveau og omfattende alle naturfagene. Her tages udgangspunkt i, at det danske samfund nu og i de kommende år står over for meget store uddannelsesmæssige udfordringer inden for det naturfaglige område.

Undervisningsvejledning

Disse udfordringer kan samles under tre hovedoverskrifter:

1. *Demokratiudfordringen* drejer sig om den brede befolknings naturvidenskabelige og teknologiske almindelse og deltagelse i demokratiske beslutninger i samfundet.
2. *Individudfordringen* drejer sig om at ruste eleverne på det personlige plan. Dels personligt erkendelsesmæssigt, mod forståelse af mennesket som en organisme i vekselvirkning med omgivelserne, hvor naturvidenskaben får dyb, personlig relevans for den enkelte og yder et unikt bidrag til at udvikle et alsidigt menneske – og dels i forhold til individets handleberedskab i dagligdagen, fx i forhold til sundheds- og miljøspørgsmål. Konsekvenser af sådanne personlige valg kan kun vurderes med en betydelig grad af naturfaglig kompetence.
3. *Rekrutteringsudfordringen* drejer sig om mangel på arbejdskraft med naturfaglig kompetence inden for visse områder. Opgørelser viser, at visse naturfag i vid udstrækning fravælges af mange på ungdomsuddannelserne. På flere af de ramte fagområder kan der konstateres en skæv kønsfordeling i kvoteringen.

Anbefalingerne er blandt andet at anskue naturfagene som en nødvendig del af den almene dannelse. Naturfagene er for alle og bør indgå på lige vilkår med andre fagligheder i den almene dannelse. I undervisningen bør man desuden tilstræbe at give et mere nuanceret billede af samspillet mellem teori og empiri samt perspektivere naturvidenskaben i forhold til samfundet.

Indholdet i naturfaglig undervisning bør vælges ud fra en moderne, bred forståelse af naturfaglighed. Naturvidenskab skal således forstås som en aktør i samfundsudviklingen, som et spektrum af kollektivt organiserede erkendelsesprocesser, som det erkendelsesmæssige grundlag for de nutidige, vestlige kulturer samt som en imponerende mængde veletableret viden.

Begrundelserne for undervisning i naturfagene skal søges i, at den bidrager til natur- og omverdensforståelse, medborgerskab i et demokratisk samfund, studieforberedelse og forandringsparathed samt arbejdsmarkedsforberedelse.

Desuden ser arbejdsgruppen kompetencebegrebet og kompetencebeskrivelser af undervisningsmål som et redskab til et nødvendigt kursskifte. Fokus skal flyttes fra lærerens gennemgang af kendsgerninger – og elevs reproduktion – til den lærendes udbytte af undervisningen i forhold til vedkommendes videre liv og uddannelse. Naturfaglig kompetence defineres som det at have viden om, at forstå, udøve, anvende og kunne tage kritisk stilling til natur, naturfaglighed, naturvidenskab og teknologi i en mangfoldighed af sammenhænge, hvori disse elementer indgår eller kan komme til at indgå.

Undervisningsvejledning

Arbejdsgruppen opstiller:

Fire naturfaglige delkompetencer

Naturfaglig kompetence som samlet helhed udbygges altså op gennem uddannelsessystemet. På det enkelte trin og i forhold til den konkrete undervisningsplanlægning er det hensigtsmæssigt at skelne mellem fire delkompetencer:

- *Emperikompetence*: observation og beskrivelse, eksperimenter, klassifikation, manuelle færdigheder, dataindsamling og –behandling, sikkerhed, vurdering af usikkerhed og hensigtsmæssighed, kritisere metoder, generalisering mellem praksis og teori, ...
- *Repræsentationskompetence*: symboler og repræsentationer, iagttagelse, præsentation, skelne og skifte mellem forskellige repræsentationsniveauer, analysere, forstå forklaringskraft, abstrahere, reducere, ...
- *Modelleringskompetence*: problemformulere, opstille, skelne mellem model og virkelighed, reducere, analysere, præcisere, anvende hensigtsmæssigt, verificere, falsificere, bestemme kausalitet, kritisere, videreudvikle, ...
- *Perspektiveringskompetence*: indre sammenhæng, sammenhæng med ikke-naturfag, historisk/kulturel sammenhæng, relation til den nære og den fjerne omverden, reflektere over naturvidenskabernes og teknologiens roller i samfundsudvikling, kritisk vurdere naturfaglig viden i forhold til anden viden, ...

Disse fire delkompetencer må indgå i enhver uddannelsesmæssig sammenhæng, som indeholder naturfaglige elementer – og de bør derfor indgå i alle almindelige uddannelser. Vægtningen af de fire delkompetencer kan derimod være forskellig alt afhængig af uddannelsesformål, fag og uddannelsesniveau. (Uddannelsesstyrelsens temahæfte nr. 7 – 2003 s.42)

Kernefaglighed

Kernefagligheden kan defineres på forskellige måder. På den ene side er målet med undervisningen kernefagligheden, som indsigts i faget – noget, der lægger sig op ad den lærende. Kernefaglighed placeres hermed hos den enkelte elev. På den anden side defineres kernefaglighed som det indhold i faget, der skal føre til undervisningens mål – dannelse og kompetencer hos den enkelte elev – kernefagligheden lægger sig op ad faget.

Begrebet kernefaglighed anvendes, hvor den lægger op til en definition af det, der står helt centralt i faget (kernen) set i forhold til det, der udgør omgivelserne for det. I en tid, hvor videnskabsmængden vokser eksplosivt, er det til tider nødvendigt med en sådan præcisering af, hvad der er det vigtigste i faget.

Ved bestemmelsen af kernefagligheden er det vigtigt at holde sig de to nævnte dimensioner for øje: videnskabsfaget over for undervisningsfaget – begrebet kernefaglighed

Undervisningsvejledning

skal være et dynamisk begreb, der peger fremad og ikke et uforanderligt statisk begreb. Med hensyn til indholdsstyringen af undervisningen i folkeskolen sker i disse år en tydelig udvikling med opstillingen af Fælles Mål. Overordnet må man dog sige, at det stadig er karakteristisk for folkeskolens undervisning, at den er styret ved hjælp af mål og rammer. På lov og bekendtgørelsesniveau er der formuleret et overordnet formål for folkeskolens virksomhed samt formål for de enkelte fag. Hertil kommer prøvebestemmelser og formuleringer om slutmål og trinmål, der ligeledes må karakteriseres som overordnede beskrivelser af, hvilke faglige mål undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig på valgte klassetrin og ved afslutningen på deres skoletid.

Beslutninger med hensyn til undervisningens indhold er placeret decentralt, på kommunalt niveau, på skolerne og ikke mindst hos den enkelte lærer. Ganske vist udsender Undervisningsministeriet vejledende læseplaner og beskrivelser, som kommunalbestyrelserne kan vælge at ophøje til kommunalt bindende tekster, men den enkelte kommune har også mulighed for at formulere deres helt egne beskrivelser og læseplaner, som kan have et andet indhold end de vejledende tekster.

Kompetencer – naturfagenes sammenhæng og progression

Naturfagsundervisningen indledes i børnehaveklassen og fortsætter gennem hele folkeskolen. Undervisningen går fra et bredt naturfag, natur/teknik, til de kendte fag biologi, fysik/kemi og geografi. Da lærerskift kan forekomme såvel i perioden 1.-6. klasse og ved overgangen fra natur/teknik til de enkelte naturfag, er det en god ide, at læreren fører logbog. Her skrives kort, hvad klassen har arbejdet med, hvor langt eleverne er kommet i deres forståelse, og hvilke arbejdsformer der har været anvendt. En sådan logbog er ikke bare et vigtigt redskab i kommunikationen med de lærere, der senere skal overtage klassen. Den er også et vigtigt redskab for naturfagslæreren, så hun kan være sikker på, at alle de centrale kundskabs- og færdighedsområder bliver tilgodeset, og at der sker en hensigtsmæssig progression i det samlede forløb. Derved kan logbogen også være en hjælp i kommunikation med forældrene.

Fra natur/teknik til fysik/kemi

Undervisningen i skolefaget fysik/kemi tager udgangspunkt i de kundskaber og færdigheder, som eleverne blandt andet har erhvervet sig i folkeskolens natur/teknikundervisning.

I natur/teknikundervisningen har eleverne opnået erfaringer og færdigheder med forskellige naturfag. Disse erfaringer danner en del af grundlaget for undervisningen i fysik/kemi. Fra den praktiske og eksperimenterende arbejdsform i natur/teknik vil eleverne medbringe færdigheder i at gennemføre og tilrettelægge praktisk arbejde og til at samarbejde i grupper.

Undervisningsvejledning

Fra natur/teknikundervisningen 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 dette grundlag arbejdes med at erkende fagenes identitet, samtidig med at perspektivering og opretholdelse. Eleverne har således mulighed for at opnå en sammenhængende faglig forståelse baseret på erfaringer hentet over en lang årrække.

Eleverne vil inden for de mange områder og temaer have nogle fælles forudsætninger fra de foregående års undervisning.

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 ved hjælp af klassens logbog finder ud af, hvad eleverne har arbejdet med inden for området.

Det vil være væsentligt, at læreren er sig meget bevidst om, hvad eleverne har arbejdet med forud for fysik/kemi. 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/teknikundervisningen.

Men erindringerne kommer frem, når samtalen handler om, dengang bønnespiserne 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.

Som nævnt møder eleverne i fysik/kemi med 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 bl.a. fra natur/teknikundervisningen begreber og viden, som skal danne 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 opbygge viden fra et temaforløb til de næste.

Undervisningsvejledning

Der findes forskellige metoder, som kan bruges til at indkredse elevernes forhåndsviden. En metode 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, især 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 skal 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 dermed en 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 tavlen eller lave planlægningsdiagrammer i fællesskab i klassen eller i grupper. Læreren kan også vælge at lade eleverne arbejde med begrebskortlægning alene eller i grupper med nogle af de begreber, som det er hensigten, at eleverne skal lære ud fra undervisningsforløbet.

Når man arbejder bevidst med at få elevernes forhåndsviden frem i lyset, er det ofte overraskende at opdage, hvor meget elevernes begrebsindhold adskiller sig fra de fysik/kemifaglige begreber. Store forskelle gør sig gældende mellem de enkelte elevers indhold i begreber og forståelse af sammenhænge.

Sammenhæng på langs og tværs

I natur/teknik har eleverne arbejdet med elementer fra biologi, fysik/kemi og geografi. Natur/teknik lever dog ikke op til lovens intentioner, hvis faget blot fremstår som en sammenstilling eller en fortyndet udgave af de kendte naturfag. Det vil oftest være emnet eller problemstillingen, som afgør, hvilke centrale kundskabs- og færdighedsområder der tilgodeses. I arbejdet inddrages flere forskellige faglige synsvinkler. I denne forbindelse vil indhold og arbejdsformer især komme fra biologi, fysik/kemi og geografi. Dermed får disse fag et solidt fagligt grundlag at bygge videre på.

Natur/teknik arbejder med mange områder, hvor skolens øvrige fag naturligt kan indgå i et samarbejde. Naturforhold, menneskers levevilkår, sundhed, teknik og miljø er eksempler på tværgående emner, som også andre af skolens fag arbejder med. Praktisk/musiske arbejdsformer og et grønt islæt præger alle skolens fag, og her har natur/teknik nogle kvaliteter, som kan inspirere i det daglige samarbejde.

Når eleverne får biologi, geografi og fysik/kemi i 7. klasse, har de en grundlæggende naturfaglig viden fra de første seks skoleår. Slutmålene fra natur/teknik kan i et vist omfang danne udgangspunkt for en vurdering af elevernes forudsætninger. En mere præcis vurdering kan dog kun foretages i den konkrete situation.

Undervisningsvejledning

Det bør ske på flere måder, fx:

- Spørgsmål i en samtale eller på skrift.
Hvad ved I om elektriske installationer i jeres eget værelse?
Hvilke problemer kan der opstå, hvis man har tændt for alt for mange elektriske apparater samtidigt?
- Et samtalebillede.
Hvad er galt her?
Hvilken modelforestilling ligger til grund for dette billede?
- Små undersøgelser inde og ude.
Kan I udføre et forsøg, hvor I viser, om planterne er blevet gødet?
Kan I bestemme vandets nitratindhold?
- Elevtegninger.
Kan I tegne et billede af forsøgsopstillingen, hvor I viser, hvordan måleinstrumenterne skal sluttes til?
- Brug af skolens samlinger.
Kan I ved hjælp af modellen af vores solsystem forklare sammenhængen mellem Jordens hældning og årstiderne?
- Små provokationer.
Tror I, at alle solbriller er lige gode? Hvad kendetegner gode solbriller?

Fagets undervisningsmæssige ramme

Undervisningen kan organiseres på mange forskellige måder. Nogle steder undervises faget i enkeltlektioner, på andre skoler mener man, at det er bedst med dobbeltlektioner. Dobbeltlektioner giver gode muligheder for at gennemføre praktisk og undersøgende arbejde, gør det lettere at arrangere mindre ekskursioner samt undersøgelser på skolen eller i skolens nærmeste omegn.

På nogle skoler læses fysik/kemi som semesterlæsning og skolerne benytter muligheden af december/januarprøveterrinen. Semesterlæsningen giver en række fordele, idet faget bliver synligt på skemaet, eleverne får et mere koncentreret undervisningsforløb, 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. I løbet af et skoleår læses der det samme antal kløkketimer, uafhængig af på hvilken måde undervisningen organiseres.

Allerede ved skemalægningen er det muligt at tage højde for planlagte aflysninger i løbet af skoleåret, så som projektuger, fordybelsesuger, praktikforløb, lejrskoler og ekskursioner. Nogle skoler vælger i denne sammenhæng at skemalægge 3 eller 4 ugentlige lektioner, som så bliver afviklet de resterende almindelige skemauger, fx 4 ugentlige lektioner i de almindelige 28 skemauger.

Undervisningsvejledning

Skolefaget fysik/kemi får større indpas i folkeskolernes tværfaglige arbejdsformer, og projekter og naturfaglige fordybelsesuger bliver mere almindelige.

Projekt- og emneorienteret undervisning er i god overensstemmelse med de arbejdsmåder, der tilstræbes i den naturfaglige undervisning. Projektuger, fordybelsesuger, skema-frie uger og lignende perioder bør derfor ikke være forbeholdt de humanistiske eller praktisk-musiske fag.

Samarbejde med de andre naturfag og fagteamsamarbejde

Det er vigtigt, at skolernes enkelte undervisningsfag ses som en del af en helhed, og at den enkelte skole satser på et tæt naturfagligt teamsamarbejde. Dette samarbejde har til opgave at sikre progressionen i folkeskolens naturfagsundervisning fra børnehaveklassen til 9./10. klassetrin. Endvidere skal sammenhæng mellem de forskellige naturfag, der undervises på samme klassetrin, øges. Et tæt samarbejde mellem biologilæreren, geografilæreren, fysik/kemilæreren og natur/tekniklæreren om naturfagsundervisningen, med en dyb respekt for hinandens faglige og pædagogiske kompetencer, bliver en uundgåelig konsekvens. Skolefaget fysik/kemi kan bl.a. bidrage med sin årelange erfaring i at integrere flere traditionelt adskilte fagområder: fysik, kemi, astronomi, meteorologi og biokemi.

Elevernes faglige kundskaber og færdigheder styrkes i naturfagene ved, at sammenhængen mellem de involverede skolefag øges. Gennem et samspil mellem fagene, et intensiveret lærersamarbejde og en målrettet udvikling af fagene på den enkelte skole gennem fagteam og fagudvalg, kan der skabes en større faglig interesse og dynamik i folkeskolernes samlede naturfagstilbud.

Samarbejde med de andre fag

Fagsamarbejde kan gennemføres på forskellige måder. 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 elevers arbejde i et fag, emne eller tema kan det lykkes at skabe en bedre forståelse, når nogle problemstillinger belyses fra yderligere 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 "basisfaget". Fx kan et emne om "atomkraft" i samfundsfag udvides med undersøgelser i fysik/kemi af ioniserende stråling, og et emne om "vore sanser" kan udbygges med undersøgelser i fysik/kemi af 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 ville have mulighed for.

Undervisningsvejledning

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 arbejde med undersøgelser af termisk energi og af forbrændingsprodukter samt 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 Christian IV kan fysik/kemi belyse de vigtige opdagelser, som skete i Danmark og Europa inden for astronomi. Det konkrete arbejde med observationer og beregninger kan mere direkte give eleverne et forhold til de historiske personers muligheder og arbejdsforhold.

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. Det er ligeledes af betydning, at eleverne oplever anvendelsesaspektet af folkeskolernes naturfag i skolens udadrettede aktiviteter som fx ekskursioner, lejrskoler, praktik m.m.

Udnyttelse af muligheder i lokalområdet

I undervisningsplanlægningen er det vigtigt at benytte sig af de muligheder, der ligger i nærmiljøet. 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 fx være selvfølgelig i byer med store industrihavne. I områder med naturgenopretning af vandløb og søer vil det være relevant at behandle et NPO-tema.

Slutmålene i faget fysik/kemi udpeger nogle centrale områder, som eleverne skal opnå sammenhængende indsigt i. Det enkelte slutmål må ikke ses som baggrund for opdelingen af den daglige undervisning.

Et emne eller tema, der ønskes behandlet i undervisningen, vælges på baggrund af de relevante trinmål. Disse trinmål giver en beskrivelse af, hvilke kundskaber og færdigheder undervisningen skal lede frem mod.

Undervisningsvejledning

I ethvert emne eller tema vil det almindeligvis være sådan, at der indgår flere forskellige slutmål og de dertil knyttede trinmål. De enkelte emner eller temaer vil således ofte hente stoffet fra flere af slutmålene og inddrage stof fra både fysik og kemi.

I “Fysikkens og kemiens verden” indgår slutmålet: “Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at kende til udvalgte stoffers kredsløb i naturen.” Her vælger læreren, i samråd med eleverne, et relevant emneområde. Dette kan fx handle om kulstofkredsløb, affaldsbehandling, genbrug af metaller, vand, vaskepulver, gødskning og så videre. I det valgte emne vil der naturligvis indgå andre trin- og slutmål. Hvis emnet fx handler om genbrug af forskellige metaller, vil de centrale kundskabs- og færdighedsområder “Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse”, “Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund” samt “Arbejds måder og tankegange” indgå i undervisningen. Vægtningen bliver naturligvis forskellig, afhængig af, hvordan de forskellige trin- og slutmål prioriteres i den aktuelle undervisningssituation.

Skolefag – videnskabsfag

Skolefaget fysik/kemi henter, som navnet antyder, faglige elementer fra videnskabsfagene fysik og kemi. Der indgår imidlertid også elementer fra en række tilgrænsende fag som astronomi, meteorologi og biokemi. Det er imidlertid ikke ensbetydende med, at skolefaget skal opfattes som en fortyndet og forenklet udgave af videnskabsfagene. Skolefaget og videnskabsfagene har afgørende forskellige målsætninger.

Videnskabsfagene bestræber sig på at skabe et sammenhængende og modsigelsesfrit beskrivelsessystem, som kan benyttes til at forklare og forudsige fænomener i den fysiske omverden. Fagene bygger på empiriske undersøgelser og tolkning af resultater af disse undersøgelser. I tolkningen af resultater spiller teori og modeller en afgørende rolle. En fysiker i 1700-tallet tolkede eksempelvis en observeret temperaturstigning ved gnidning mellem en bordplade og en messingklods ganske anderledes, end en fysiker i 1900-tallet ville gøre, idet den første opfattede varme som et stof, hvor den anden opfattede varme som en energiform.

I skolefaget skal eleverne have indblik i, hvordan der arbejdes i videnskabsfagene. På den ene side skal de se fagene som visionære og kreative fag, der medvirker dels til udvidelse af erkendelsen, dels til udviklingen af teknologien. På den anden side skal de også se fagene som foreløbige og uafsluttede bud på en beskrivelse af den fysiske omverden. Videnskabsfagene og deres beskrivelser af fænomener og årsagssammenhænge er skabt af mennesker, og kan derfor også ændres af mennesker.

Undervisningsvejledning

De centrale kundskabs- og færdighedsområder

De fire forskellige overskrifter for fysik/kemi viser fagets forskellige vinkler. I “Fysikkens og kemiens verden” tages der udgangspunkt i de områder, der beskæftiger sig med begreber, emner, modeller og forklaringer, som ligger i fagene fysik og kemi. “Udvikling af naturvidenskabelig erkendelse” har undervisningen om fagene fysik og kemi i fokus, mens “Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund” handler om, hvordan der arbejdes med fagene fysik og kemi. “Arbejds måder og tankegange” omhandler arbejdet i, om og med fagene.

Det er på ingen måde meningen, at det enkelte område skal stå alene, men ethvert undervisningsforløb vil spænde over alle fire områder.

Fysikkens og kemiens verden

Eleverne skal gøres bekendt med, at man inden for naturfagene fysik, kemi, astronomi, meteorologi, biokemi mv. benytter sig af et fagsprog med fagspecifikke begreber. Nogle af begreberne kan være helt nye og ukendte, som fx ordet indikator, andre begreber kender eleverne fra hverdagen, som fx elektricitet, og igen andre kendes fra hverdagen, men bruges i en anden betydning inden for fagene, fx leder.

Naturfagene og herunder fagene fysik, kemi, astronomi, meteorologi osv. prøver at beskrive og forklare virkeligheden, både den levende og ikke levende. Man kan forestille sig det som et stort puslespil, hvor alle brikker skal passe, og ingen må være overflødig. Tingene skal beskrives så enkle som muligt, systematisk og uden modsigelser. Alle påstande må kunne forankres i en virkelighed, der kan observeres. I naturfagene er det et ønske at reducere det komplicerede til noget, der bliver enkelt og at opbygge et simpelt og præcist begrebsapparat.

Modeller spiller en meget væsentlig rolle inden for naturfagene. Elevernes arbejde med modeller, deres nytte, men også deres begrænsninger. Dette er vigtigt i bestræbelserne på at give eleverne et reelt indtryk af, på hvilken måde naturfagenes beskrivelser og resultater bliver til.

Fra 1. til 3. forløb arbejdes der med begrebsdannelse samt elevernes tilegnelse og brug af faglig relevante begreber. Kravene øges gennem forløbet, idet såvel begrebernes kompleksitet som deres anvendelsesområder udvides. Der lægges stadig større vægt på faglig fordybelse, overblik og på forståelse af større sammenhænge.

Der arbejdes med eksempler og fænomener fra hverdagen, hvor der inddrages relevante modeller. I begyndelsen benyttes modeller af meget simpel karakter, senere i forløbet bliver disse modeller mere komplekse.

Undervisningsvejledning

Udvikling af naturvidenskabelig erkendelse

Ved at beskæftige sig med historiske aspekter fra videnskabsfagene fysik, kemi, astronomi, meteorologi og biokemi skal eleverne gøres bekendt med, hvordan videnskabelig erkendelse bliver til. Videnskabsfagene har siden deres begyndelse gennemgået en udvikling fra tidligere former til den nutidige form. Derfor er det nærliggende at se på de historiske aspekter for at belyse naturfaglige videnskabers egenart.

Videnskabsfagene fysik, kemi, astronomi mv. er, på lige fod med alle andre naturvidenskabelige fag, en vigtig del af vores kulturarv. Sammenhængen mellem udviklingen af den naturvidenskabelige kultur og de øvrige kulturer i samfundet, både historiske og nutidige, spiller en afgørende rolle, når man i undervisningen beskæftiger sig med udviklingen af naturvidenskabelig erkendelse.

Eleverne skal gøres bekendt med vekselvirkning mellem observation, eksperiment og teori, blandt andet gennem eksemplificering af forskellige syn på videnskab og dermed forskellige opfattelser af, hvordan naturvidenskaberne arbejder.

Der arbejdes i undervisningens 1. til 3. forløb med udvikling af stadig mere komplekse forestillinger, dels om beskrivelsen af stoffets partikelnatur, dels om beskrivelsen af Universets dannelse og udvikling. Her indgår både historiske og nutidige forestillinger, fx atomare beskrivelse af grundstoffer, solsystemets opbygning, sammenhængen mellem teknologisk udvikling og udvikling af naturfaglig viden.

Det er af fundamental betydning for undervisningens indhold inden for dette kundskabs- og færdighedsområde, at eleverne får forståelse af, at videnskabelig erkendelse er en proces, der er i udvikling, og at dette indebærer muligheden for ændringer i den nuværende opfattelse af naturfaglig viden. Udviklingen i den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser, forskellige tiders forestillinger om universets opbygning og udvikling samt væsentlige træk ved den teknologiske udvikling indgår derfor med stor vægt.

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund

Skolefaget fysik/kemi er med til at udvikle eleverne til kompetente og ansvarlige verdensborgere og har, sammen med fagene biologi og geografi, særlig fokus på det naturfaglige aspekt. Det er i dette tredje centrale kundskabs- og færdighedsområde, at der fokuseres i særlig grad på, hvordan fysisk og kemisk indsigt bruges i hverdag og samfund.

Der er mange opgaver i vores hverdag og vores samfund, der løses ved anvendelse og udvikling af teknik. Der skal således i undervisningen lægges vægt på samspillet mellem videnskabsfagene og teknologiudviklingen, hvor såvel nytteværdien som de miljømæssige konsekvenser af teknologiudviklingen belyses.

De temaer, emner og eksempler, som undervisningen tager udgangspunkt i, bør i videst muligt omfang tage udgangspunkt i elevernes nære omverden. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at danne egne holdninger som grundlag for kritisk stillingtagen og handling.

Undervisningsvejledning

I forløbet fra 1. til 3. forløb skal de valgte problemstillinger blive mere sammensatte, således at eleverne får mulighed for at nuancere brugen af fagenes begrebsapparat, kendskab til samfundsmæssige sammenhænge og deres egne holdninger. Derved øges elevernes mulighed for kritisk stillingtagen og for beslutninger om relevante og målrettede handlinger.

Kendskab til og forståelse af miljø-, energi- eller sundhedsproblemer med udgangspunkt i en fysisk og kemisk synsvinkel skal forberede eleverne til at kunne foretage valg og træffe beslutninger i forbindelse med naturfaglige emner og problemstillinger, som de møder i deres hverdag.

Arbejds måder og tankegange

Siden midten af det 20. århundrede har det praktiske og undersøgende arbejde haft plads i folkeskolens naturfagsundervisning. De praktiske øvelser menes at være et middel til, at eleverne opnår en større og bredere forståelse af naturfaglige begreber. Samtidig tilgænger eleverne sig fagets arbejds måder og tankegang ved at afprøve dem eksemplarisk i undervisningen. Opgaverne skal være tæt knyttet til elevernes hverdag, således at eleverne udvikler kendskab til og brug af naturvidenskabens grundlæggende arbejds måder og tankegange på deres egne, hverdagsrelaterede oplevelser.

Det praktiske og undersøgende arbejde er en obligatorisk del af naturfagsundervisningen og spiller en stor og afgørende rolle i fysik/kemiundervisningen.

Praktisk arbejde understøtter undervisningen og læringen af den naturfaglige viden og er en kommunikationsstrategi, på lige fod med fx ord og billeder.

Naturfagenes arbejds måder og tankegange skal til enhver tid ses i forbindelse med de tre andre centrale kundskabs- og færdighedsområder, som danner udgangspunkt for elevernes arbejde med at identificere og formulere relevante spørgsmål, opstille enkle hypoteser, planlægge, gennemføre og vurdere undersøgelser.

Arbejdet med fagets arbejds måder og tankegange inddrager både fagets praktiske og teoretiske dimensioner. Der er dog ingen nødvendig parallel mellem den måde, videnskabsfolk finder frem til ny viden på, og den måde elever lærer ny viden på. Det praktiske arbejde bruges fx ofte til at anskueliggøre og bekræfte de udsagn, bøgerne og lærerne fremlægger.

Der arbejdes i undervisningens 1. til 3. forløb med udvikling af stadig mere komplekse sammenhænge, hvor kravene i forhold til håndtering af hypoteser, gennemførelse af undersøgelser, brugen af udstyr, valg af metoder og forskellige former for fremlæggelse af resultater øges.

Undervisningsvejledning

Forskellige vinkler på det valgte stof

Når der arbejdes med emner, temaer eller områder inden for fysik/kemi er den problemorienterede og undersøgende vinkel dominerende. Afhængig af elevernes interesseområder, nærmiljøets muligheder, aktuelle miljørelaterede emner, lokalpolitiske initiativer, oplevelser af naturfænomener eller personlige interesser, er der mange muligheder for at vælge forskellige vinkler til at belyse et emne eller et tema, som læreren og eleverne har valgt, naturligvis med udgangspunkt i de gældende trinmål.

Den praktiske og undersøgende indfaldsvinkel

Der kan være tale om, at klassen ønsker at lægge særlig vægt på at arbejde undersøgende med nogle af de praktiske aspekter inden for fysiske og eller kemiske emner. Fx kan boligen være udgangspunkt for undersøgelse af isoleringens betydning for indeklima, varmeregningens størrelse samt isoleringens beskaffenhed og fysiske og kemiske egenskaber.

Eleverne kan bygge små modelhuse, som opvarmes med deres selv fremstillede elektriske varmeapparater. Husene kan isoleres med materiale af forskellig art og tykkelse. I arbejdet kan også indgå rumopvarmning og opvarmning af brugsvand på forskellig måde eller isoleringens forskellige egenskaber som fx brandbarhed. Eleverne får gennem dette arbejde mulighed for at foretage konkrete vurderinger af miljøpolitisk og privatøkonomisk art.

Mange modelforsøg kan strække sig over længere tid. Temperaturmålinger over længere tid kan udføres ved hjælp af computerstyret dataopsamlingsudstyr. Det er vigtigt at inddrage tidssvarende hjælpemidler og redskaber.

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 solfangere, undersøgelse af solceller, konstruktion af vindmøller og afprøvning af forskellige metoder til 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. Eleverne kan undersøge, hvad der sker med madvarer, når konserveringen ikke er tilstrækkelig, og de kan undersøge, hvilken indvirkning forskellige konserveringsmetoder har på madvarers smag, lugt og udseende.

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.

Undervisningsvejledning

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 energiomsætninger og den deraf følgende belastning af miljøet og de økonomiske omkostningernes størrelse. Der arbejdes også med forslag til at nedbringe omkostningerne, både de økonomiske og miljømæssige.

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 ligeledes undersøge, hvad der sker med udvalgte afgrøder, når der tilføres forskellige mængder gødning, og konsekvenserne af overgødskning i form af nedsivning af nitrat til grundvandet og for store mængder næringssalte i vandløb og søer.

Teknologisk synsvinkel

Undervisningen i fysik/kemi kan også 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 fx mikrofoner, højttalere samt teknikkens brug af fysisk/kemisk viden for at kunne kommunikere over stor afstande, fx ved hjælp af mobiltelefoner, kommunikationsmaster, satellitter mv.

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

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 mulighed for dels at se bredden i et problem, dels at se forskellig brug af indhold fra fysik og kemi. Denne mangfoldighed vil ingen elev alene kunne opnå.

Undervisningsvejledning

Det vil næppe være hensigtsmæssigt, at en klasse udelukkende arbejder ud fra én indfaldsvinkel. Emnets karakter, elevernes udvikling eller deres interesser gør det nødvendigt at vurdere, om et emne eller tema skal anskues 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 trin- og slutmål dækkes.

Elevforudsætninger

Siden naturlære blev indført som skolefag for ca. 100 år siden, 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 praktiske og eksperimentelle arbejde. 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 udelukkende overføres fra lærer til elev. Eleven er ikke et tomt kar, der skal fyldes op, og læreren er ikke en tankpasser. Den enkelte elev må selv gøre arbejdet med at føje ny viden og erfaring ind i sammenhæng med det, der allerede er lært. Hvad enten eleverne følger en lærerdemonstration, læser en tekst eller udfører praktisk undersøgende arbejde, skal de selv sammensætte og bearbejde det nye og det allerede lærte til en meningsfuld helhed.

Når eleverne arbejder i deres egen takt, har de bedre betingelser for at udføre dette læringsarbejde. Men det er værd at lægge mærke til, at læring sker i en social sammenhæng, så det ikke kun er de faglige facts, der får indflydelse på, hvilken mening og forståelse de får ud af det praktiske arbejde. I diskussion og tolkning af resultater af arbejdet, 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.

Undervisningsvejledning

Undervisningens indhold

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. Her kan det være afgørende, at lærer og elever kender hinanden fra andre sammenhænge.

De lokale forhold har stor indflydelse på, hvordan undervisning i praksis kommer til at foregå. Selv om forholdene er forskellige fra skole til skole, og der er variationer fra klasse til klasse, så er der bestemte forhold i forbindelse med undervisning, som kan være med til at styrke elevens engagement og læring i naturfag. Der er således 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, hvor flere af klassens fag indgår. Fysik/kemi kan også indgå i en featureuge eller en fordybelsesuge på skolen. I alle tilfælde må det gøres klart for eleverne, hvad arbejdet med fysik/kemi skal dreje sig om. Det er imidlertid også vigtigt som lærer at være opmærksom på, at elevernes direkte indflydelse på undervisningen ikke forsvinder, når flere klasser og lærere indgår i et 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.

Kriterier for valg af indhold

Trin- og slutmålene er udgangspunktet for indholdsvalget. Trin- og slutmålene er de undervisningsmål, som undervisningen skal lede frem mod. Den enkelte lærer må selv, sammen med eleverne, vælge det konkrete undervisningsindhold, naturligvis på baggrund af kommunens eller skolens beskrivelser af udviklingen i undervisningen og den aktuelle læseplan.

Eleverne skal have indflydelse på stofvalget, derfor skal deres forhåndsviden og færdigheder 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 selv har haft eleverne i natur/teknik vil dette kendskab selvfølgelig være til stede. I den situa-

Undervisningsvejledning

tion 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 fra natur/teknik.

Elevindflydelse

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

For at sikre en kontinuerlig udvikling af undervisningen ud fra pædagogiske og fagdidaktiske betragtninger er lærerens refleksion før, i og efter undervisningen af afgørende betydning.

Elevindflydelse kan ske på flere niveauer. Det kan fx 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 samfundets ressource- og energiforsyning, kan eleverne være med til at vælge perspektiveringen. Skal det handle om el-forsyningen i Danmark? Skal der arbejdes med et forløb med at installere elektricitet i modelhuse? Skal der arbejdes med principper for el-produktion og vurdering af brugen af fossile brændsler eller vedvarende energi som energikilde? Eller skal der arbejdes med ressourceforbruget, miljøet og affaldsmængden, fx produktion af aluminium eller olie?

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, fx om oscilloskoper som måleapparater eller brugen af en pH-elektrode?

Eleverne kan inddrages i beslutningen om, hvordan der laves en faglig opsamling og gennemføres en evaluering af netop dette undervisningsforløb.

Eleverne kan være med til at tilrettelægge, hvordan det praktiske arbejde skal planlægges og gennemføres. Elever giver ofte udtryk for, at det er mere spændende at beskæftige sig med undersøgelser, som de selv er med til at planlægge.

Læring er en del af 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 forde-

Undervisningsvejledning

les mellem gruppens deltagere, mens det er mere almindeligt i grupper med drenge, at der arbejdes uden en forudgående diskussion. Det betyder undertiden, at den mest dominerende dreng laver alt det spændende og nye, mens skrivarbejdet og oprydningen overlades til de andre. Det er naturligvis uheldigt, når det altid er de samme elever, som tiltager sig 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 retningslinjer for, hvordan sådanne grupper sammensættes fra temaforløb til temaforløb. I nogle tilfælde er det måske hensigtsmæssigt, at der er en, der er god til at regne i hver gruppe, i en anden situation er det måske kendskab til computerstyret måleudstyr, der skal være til stede i samtlige arbejdsgrupper. Der kan være en vekslen 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.

I praksis vil elevindflydelsen ofte komme til udtryk 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 af samarbejdet, så giver de samtidig udtryk for, hvordan der skal arbejdes i det videre forløb.

Som eksempel kan nævnes et forløb i en syvende klasse. 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, og 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.

Fra mål til emne, tema eller område

Når undervisning planlægges, skal der tages udgangspunkt i trin- og slutmål, som de beskrives i Fælles Mål. Trinmålene er netop et udtryk for, hvilke krav eleverne almindeligvis vil være stand til at honorere i slutningen af det pågældende forløb og ikke et katalog over emner, temaer mv., der skal gennemgås på de forskellige klassetrin.

Det stof, som den enkelte klasse gennemgår i de tre eller fire års undervisning i skolefaget fysik/kemi, er afhængigt af forskellige parametre, som fx læseplanen, beskrivelse af udviklingen i undervisningen, nærmiljøets muligheder, elevernes nysgerrighed i forhold til bestemte fænomener, skolens faciliteter og udstyr.

Følgende idékatalog er på ingen måde fyldestgørende og heller ikke udtryk for en prioriteret rækkefølge. Idékataloget skal blot fremkalde nogle billeder, sammenhænge, muligheder mv. som hjælp til at planlægge en undervisning, der på den ene side byg-

Undervisningsvejledning

ger på fagets trin- og slutmål, og på den anden side tager udgangspunkt i forskellige emner og temaer.

Den viden, som er samlet i videnskabsfagene fysik, kemi, astronomi, meteorologi og biokemi favner så bredt, at der i undervisningssammenhæng skal træffes nogle valg af emner, man ønsker at tage udgangspunkt i.

Alt afhængig af, hvilke emner der betragtes som væsentlige og af betydning for eleverne, planlægges den tematiske opbygning af fysik/kemiundervisningen.

Der kan vælges mange gode emner og temaforløb, men det er afgørende, at der til enhver tid tages højde for en tilstrækkelig dybde og progression i det faglige niveau.

Den tematiske emneopbygning giver mulighed for faglig bredde og vil samtidig give eleverne en opfattelse af at det, der foregår i skolefaget fysik/kemi, er relevant for livet uden for skolen.

De følgende eksempler er udfoldet for undervisningens første forløb vedrørende "Fysikkens og kemiens verden". De er tænkt som inspiration, også for de øvrige trinmål.

1. forløb: Nogle ideer til emner, temaer eller områder

7. til 8. klassetrin: Fysikkens og kemiens verden

Slutmål	Trinmål	
Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at	Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at	Nogle ideer til emner, temaer, områder eller faglige begreber
benytte fysiske og kemiske begreber og enkle modeller til at beskrive og forklare fænomener og hændelser	anvende enkle fysiske og kemiske begreber til at beskrive hverdagens fænomener som regnbuen, elektricitet i hjemmet og korrosion	lufttryk, fordampning, opløsning, kogning, smeltning, korrosion, varmeisolerings, statisk elektricitet, magnetisme, lysets brydning og lydens fart, lyd, lys, varme og kulde, smag, lugt,....
	kende til enkle modeller, herunder forestillingen om, at alt stof er opbygget af partikler	energi, affald, genbrug, vand, luft, miljøproblemer, ånding, forbrænding, metaller, husholdningskemikalier, opløsningsmidler, kunstgødning, byggematerialer, tekstiler, katalyse, kul, olie, gas, biobrændsler, aluminium, plast, papir, gødningsstoffer, vaskepulver, farvestoffer, kosmetik, mad, kulhydrater, proteiner, alkohol, kalk, glas, mineraler, salte, baser, syrer, det periodiske system, kemisk analyse, kraftværker, biler, drivhuseffekt, sur sø, ozonlaget, guld, isolatorer, luftfugtighed, neutralisation, naturens kredsløb,
	beskrive nogle grundstoffer og kemiske forbindelser samt enkle træk i det periodiske system	energi, affald, genbrug, vand, luft, metaller, husholdningskemikalier, opløsningsmidler, kunstgødning, byggematerialer, tekstiler, katalyse, kul, olie, gas, biobrændsler, aluminium, plast, papir, gødningsstoffer, vaske-

Undervisningsvejledning

		pulver, farvestoffer, kosmetik, mad, kulhydrater, proteiner, alkohol, kalk, glas, mineraler, salte, baser, syrer, kraftværker, drivhuseffekt, sur sø, ozonlaget, guld, isolatorer, luftfugtighed, naturens kredsløb, ..., ...
	kende nogle generelle egenskaber ved hverdagens stoffer og materialer som tilstandsformer, ledningsevne og surhedsgrad	surhedsgrad, brændbarhed, elektrisk og termisk ledningsevne, styrke og nedbrydelighed, opløselighed, ..., ...
	kende til eksempler på fysisk/kemiske beskrivelser af fænomener i naturen, herunder vejr/fænomener og jordens magnetfelt	vind, lyn og torden, lufttryk, luft, statisk elektricitet, magnetisme, lyd, lydens fart, toner, lys, lysets brydning, polariseret lys, farver, regnbuen, varme, månens faser, måneformørkelser, tidevand, skygger, årstider, sol- og måneformørkelse, fotosyntese, ..., ...
	kende jordens og månens bevægelser og nogle af de virkninger, der kan iagttages på Jorden som årstider, tidevand og formørkelser	universet, big bang, solsystemets opbygning og udvikling, planeter, måner, månens faser, måneformørkelse, tidevand, skygger, årstider og solformørkelse, ..., ...
	beskrive og forklare energioverførsel som fotosyntese, ånding og elektrisk energioverførsel	fotosyntese, ånding, forbrænding, elektrisk energioverførsel brug af brændstof, fremstilling af elektricitet, transport, ånding, fotosyntese, dampmaskiner, termodynamik, solceller, brændselsceller, kul, olie, gas, biobrændsler, sol, vind, kerneenergi, damp-turbiner, generatorer brændselsceller, vindmøller, vandturbiner, energikilder, el-produktion, ..., ...
kende til udvalgte stoffers kredsløb i naturen.	kende udvalgte stoffers kredsløb i naturen som kulstof, nitrogen og vand.	affald, genbrug, miljøproblemer, kunstgødning, fossile brændsler, vedvarende energikilder, aluminium, plast, papir, metal.

Eksempler på undervisningsforløb

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 ni eller 10 års skolegang. Dette belyses i det følgende eksempel.

Når eleverne er nået gennem 9. klasse, kan man forvente, at eleverne har stiftet bekendtskab med, at alt stof er opbygget 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 klasses arbejde inden for dette vidensområde.

Undervisningsvejledning

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 stiks 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 ni 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 færdighedsmæssige. Arbejdsformerne vil udvikle sig fra iagttagelse og beskrivelsesforklaringer til arbejdet med måling af kvantitative størrelser og vekselvirkningen mellem teori og praktisk og eksperimentelt arbejde. 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.

Undervisningsvejledning

Undervisningens tilrettelæggelse

Det praktiske og undersøgende arbejde i fysik/kemi

Det praktiske og undersøgende arbejde er af central betydning i fysik/kemiundervisningen. Derfor bruges en stor del af undervisningstiden til praktisk arbejde i laboratoriet, og der hersker generelt en opfattelse af, at det praktiske og undersøgende arbejde i naturfagsundervisningen virker motiverende på eleverne og fremmer forståelse og dermed læring i faget. I fysik/kemi i folkeskolen udgør praktiske og undersøgende aktiviteter en stor del af undervisningstiden – ikke sjældent 50% eller mere.

Elevernes praktiske og undersøgende arbejde kan beskrives som aktiviteter, hvor eleverne skal

- bruge en iagttagelse, et måleinstrument, et apparatur, en laboratorieopstilling eller en procedure
- vis en genstand
- fremstille eller skabe en genstand, et materiale eller en hændelse
- iagttage en genstand, et materiale, en hændelse eller en målings størrelse eller mængde.

Disse aktiviteter foregår for det meste i skolens fysik/kemilokale. Elevernes arbejde i laboratoriet er omfattet af arbejdsmiljølovens udvidede område. I ethvert naturfagslokale findes der en del forskellige installationer, og der er derfor forskellige retningslinjer og regulativer, som skal følges.

Modelbegreber og forestillinger

Om brug af modeller

Der arbejdes i stor udstrækning med modeller af virkeligheden i forbindelse med fysiske og kemiske teorier og forklaringer. Ordet model bruges på vidt forskellig måde om repræsentationer og illustrationer i undervisningen, således som det er beskrevet i det følgende. Som lærer må man gøre sig overvejelser over de forskellige former for modeller, og man må i undervisningen diskutere modellernes egnethed, gyldighedsområde og brugbarhed med eleverne.

En af grundene til, at elever opfatter fysik, kemi, astronomi, meteorologi og biokemi som svære fag, er, at de føler kravet om "at forstå". Når man bruger modeller i undervisningen, er det et middel til 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 forstå, 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 søge at øge elevernes bevidsthed om, hvad det vil sige at forstå, og hvad det er, der skal forstås.

Undervisningsvejledning

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 dampturbine.

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 forenkledede modeller til at vise principper for fx dynamoen eller transformatoren. Man kan bruge opstillingerne til at forklare principperne ved fremstilling og transformation 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 reaktionsskemaer 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

Undervisningsvejledning

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 hundred-årig 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 er 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, som benyttes i fysik/kemiundervisningen. Det er væsentligt, at eleverne gennem undervisningen også arbejder med arbejdstegninger og diagrammer som endnu et eksempel på forskellige former for modeller. I arbejdet med at bruge diagrammer i el-lære er det hensigtsmæssigt at arbejde med at lære symbolerne.

Det er nødvendigt at præsentere disse symboler 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 fx 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 der bruges tid på at introducere, 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 modstandstråd og trådens resistans.

Når fysiske sammenhænge skal undersøges, er det vigtigt at være omhyggelig i valget af, hvilke fysiske størrelser man vil variere, og hvilke der holdes konstant. Man skal også være omhyggelig med at fastlægge, hvilke tilnærmelser og antagelser der foretages for at udføre forsøget. I skolesammenhæng skjules denne del af forsøgstilrettelæggelsen imidlertid ofte.

Ønsket om at komme frem til enkle matematiske modeller for fysiske sammenhænge fører ofte til alt for komplicerede forsøgsopstillinger eller til brug af specialapparatur, fordi det i skolen anses for nødvendigt at komme frem til simple heltal, som eleverne let kan bearbejde. Man risikerer derved at miste muligheden for, at eleverne lærer at vurdere gyldighedsområdet for den matematiske model, der er opstillet.

Undervisningsvejledning

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 fører usikkerheden om, hvad der er givet, og hvad de skal finde ud af i laboratoriet, til at de får en fornemmelse af, at de ikke forstår faget fysik/kemi.

De prøver at forstå forsøgsresultaterne allerede inden, de er gået i gang med laboratoriearbejdet. Det er især de meget omhyggelige elever, der udtrykker dette ønske om at "forstå".

Man kan undgå nogle af problemerne med alt for gennemtænkte forsøg ved at benytte computeren. 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 matematiske modeller. Men forudsætningen er, at eleverne har arbejdet med grundlaget for beregningerne. Computeren giver desuden mulighed for opsamling af store mængder data, fx ved at lade dataopsamlingen foregå over længere tid eller ved at gentage målinger 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 over for brugen af matematiske modeller, fx som grundlag for simulationer ved hjælp af computerprogrammer.

Simulationer

Computeren giver mulighed for nye former for at arbejde med modeller. Eleverne kan udføre afprøvninger inden for modellens gyldighedsområde. I et astronomiprogram kan eleverne fx se billeder af stjernehimlen 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, fx ved at simulere satellitopsendelse eller styring af elproduktionen på et kraftværk.

Sprog

Sprog og sprogbrug

I fysik, kemi, astronomi, meteorologi og biokemi er der som i andre fag en lang tradition for brug af fagsprog. Elektrolyse, titrering, molaritet, molekyle og atom er eksempler på ord, der næsten kun forekommer i fagsproget i den form, de også bruges i undervisningen, og der findes ikke nogle andre brugbare danske ord. En lang række fagspecifikke ord og begreber kan både betegnes med danske ord og med fremmedord. Det gælder eksempelvis refleksion/tilbagekastning, nitrogen/kvælstof, volumen/rumfang, emission/udsendelse.

Man skal her være meget bevidst om i hvilken udstrækning, der er brug for at benytte fremmedordene i stedet for de tilsvarende danske.

Undervisningsvejledning

Andre ord bruges i almindeligt hverdagsprog, men samtidig har de en specifik betydning i fagsproget. Det er ord som energi, effekt, arbejde, tryk og kraft. De mennesker, der professionelt beskæftiger sig med naturfag, bruger som oftest ordene forskelligt afhængigt af den sociale sammenhæng, de befinder sig i.

Der er eksempler på, at for mange nye ord og nyt begrebsindhold i velkendte hverdagsord virker blokerende for elevernes forståelse af det naturfaglige indhold. 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 det gjorde i en 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 de faglige begreber.

Sprog og formidling

Nyere fagdidaktiske forskningsresultater i faget fysik/kemi tyder på, at det, at klassen og læreren taler om, hvorfor og hvordan det praktiske og eksperimentelle skal indgå i undervisningen, er af meget stor betydning for elevernes brug af den sproglige kommunikation, elevernes forhold til skolefaget fysik/kemi, elevernes interesse i erkendelsesteoretiske aspekter og elevernes refleksion over undervisningen.

Kort sagt, når læreren og klassen taler om, hvorfor et bestemt laboratoriearbejde skal udføres i fysik/kemiundervisningen, inden man går i gang, viser der sig en tydelig effekt på elevernes positive opfattelse af undervisningssituationen.

Både lærere og elever giver i undersøgelsen udtryk for et ønske om mere mundtlig kommunikation i undervisningen i fysik/kemi, først og fremmest i forbindelse med det praktiske arbejde.

Når eleverne oplever, at de gennem kommunikation før, under og efter det praktiske arbejde bliver inddraget i planlægning og tilrettelæggelse af undervisningen, får de et mere positivt billede af faget og oplever, at de får et større udbytte af faget.

En mulighed for at imødekomme elevernes og lærernes ønske kunne være at benytte lærebøger, der lægger op til åbne opgavetyper og derved fremmer behovet for indbyrdes kommunikation, dels mellem eleverne, dels mellem elever og lærer.

Elevernes skriftlighed – det skriftlige arbejde i fysik/kemi

I fysik/kemiundervisningen er det relevant at bruge mange forskellige former for skriftligt arbejde.

Undervisningsvejledning

Eleverne kan enten individuelt eller samlet i klassen føre dagbog over, hvad der er arbejdet med i undervisningen. Grupper af elever kan under laboratoriarbejdet føre logbog over forsøg og resultater med bemærkninger om deres egne forestillinger, forventninger, hypoteser og overvejelser undervejs. Eleverne kan sammen lave en dokumentarisk redegørelse 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. Eleverne kan i grupper arbejde med processkrivning og bruge computeren til udarbejdelse af præsentationsprogrammer.

Andre muligheder kan være forskellige former for mind-mapping, rapporter, forsøgsbeskrivelser, artikler om et naturfaglig emne, argumenterende tekster eller "klassens egen lærebog".

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 begreber ind i den faglige struktur, eleverne allerede har.

Men også de materialer, læreren tilbyder eleverne, bør omfatte varierede tekstformer og medier til formidling af den valgte undervisningsindhold. Mange lærere benytter ud over lærebøger til fysik/kemi fx deres egne kompendier, forskellige tema- og emnehæfter, populærvidenskabelige film og populærvidenskabelige artikler fra fx "Illustreret videnskab", en avis eller informationsbrochurer fra forskellige institutioner. På denne måde får den daglige undervisning en større grad af autenticitet og aktualitet. Det øger blandt andet muligheden for faglig fordybelse og for at arbejde med fysikkens og kemiens anvendelse i hverdag og samfund.

Evaluering

Eleverne skal opdage, at de lærer noget

Nogle elever har slet ikke fornemmelsen af, at de lærer noget, når de arbejder praktisk i faget. 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 grund til at bruge metoder i undervisningen, som kan vise eleverne, at de har lært noget i fysik/kemi, og at de kan forstå det, der foregår.

Derfor bør der ved en afsluttende evaluering ske en tilbagevenden til de ideer, som eleverne udtrykte ved begyndelsen af arbejdet med et tema eller stofområde. Derved bliver

Undervisningsvejledning

eleverne dels konfronteret med forhåndsforventninger og forestillinger, dels bliver det muligt for dem selv at finde ud af, hvad de har lært.

Eleverne kan fx igen lave begrebskortlægning. De kan se i logbogen, 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 vores 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.

Hvis man ikke hjælper eleverne med at synliggøre læringen, kan det let ske, at erfaringer og viden blot lidt efter lidt opbygges 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.

Lærerens refleksion før, i og efter undervisningen

Refleksioner over pædagogiske og didaktiske forhold, herunder i særdeleshed refleksion før, i og efter undervisningen er af afgørende betydning, når man ønsker udvikling af sin egen undervisning.

Før undervisninger skal man naturligvis stille sig spørgsmål som: Hvad er målet med undervisningen? Hvad skal eleverne tage med sig fra disse fysik/kemimer til verdenen uden for skolen? Hvilket fagligt indhold skal der vælges? Hvorfor er det netop disse emner, eleverne skal beskæftige sig med? Hvordan skal undervisningen tilrettelægges? Hvilken undervisningsstil skal vælges? Hvilke metoder skal benyttes? Hvilken forhåndsviden bringer eleverne med sig, og hvordan kan det undersøges?

I selve undervisningssituationen kan man stille sig spørgsmål som: Virker eleverne tilstrækkelig interesserede og engagerede? Har eleverne fat i timens “dagsorden”? Hvordan er elevernes adfærd? Hvad er adfærden udtryk for? Er aktivitetsniveauet for højt eller for lavt? Fokuserer eleverne på de forventede aspekter?

Efter undervisningen kan man stille sig spørgsmål som: Hvad gik godt og hvorfor? Hvad gik mindre godt og hvorfor? Næede vi undervisningsmålene? Næede eleverne læringsmålene?

Undervisningsvejledning

Evalueringsformer i forbindelse med fysik/kemi

Evalueringsformer kan have mange forskellige formål. Inden man beslutter sig for en bestemt evalueringsform, er det nødvendigt at have afklaret hensigten med evalueringen. Inden for den danske skoletradition er en lang erfaring med forskellige evalueringsformer – afhængig af, hvad man ønsker at evaluere, fx en enkel undervisningsgang, et undervisningsforløb, elevernes faglige udbytte, lærerens rolle, laboratoriets funktionsniveau eller elevernes engagement, interesse eller glæde ved faget.

Alt efter i hvilken sammenhæng evalueringen skal bruges, vælger læreren, gerne i samråd med eleverne, den mest hensigtsmæssige evalueringsform. Det kan være en samtale, en test, mind-mapping, et spørgeskema, et multiple choice-ark, læsning af logbøgerne, elevfremlæggelser, rapporter og meget mere. Ligegyldigt hvilken evalueringsform der vælges, er det vigtigt at sikre sig, at evalueringen afspejler den daglige undervisning og ikke omvendt.

Undervisningsdifferentiering

I faget fysik/kemi er der en udpræget tradition for at benytte sig af undervisningsdifferentieringens forskellige muligheder. Kombinationen og samspillet mellem undervisningens teoretiske dele og de praktiske og undersøgende dele i undervisningens hverdag gør det muligt stille relevante krav til de enkelte elever, afhængig af, hvor i den intellektuelle, faglige, motoriske og personlige udvikling den enkelte elev befinder sig. Det er her, den enkelte elevs læringsmål gør sig gældende, naturligvis på baggrund af undervisningsmålene.

Hvilke dele af undervisningsindholdet er især egnet til fælles arbejde i klassen?

Introduktioner af nye begreber, temaer og emner, forklaringer om brugen af udstyr, klassesamtaler før og efter gennemførelse af praktisk arbejde, fremlæggelse af undersøgelser af både teoretisk og praktisk art, sondering af klassens forhåndsviden, elevfremlæggelser og lignede situationer.

Hvilke dele af undervisningsindholdet er især egnet til individuelt arbejde?

Skrivning af logbøger, læsning af populærvidenskabelige artikler, faglige tekster og andre for undervisningsrelevante tekster, skrivning af noter og beskrivelser af det gennemførte praktiske og undersøgende arbejde, it-baseret informationsøgning.

Hvilke dele af undervisningsindholdet er især egnet til pararbejde?

Det praktiske og undersøgende arbejde, både inden for laboratoriet, men også i forbindelse med udendørsaktiviteter og ekskursioner, simulationer, brug af it-baseret undervisningsmateriale, skrivning af rapporter, procesorienteret skrivning af forskellige undervisningsrelaterede tekster.

Undervisningsvejledning

Hvilke dele af undervisningsindholdet er især egnet til gruppearbejde?

Større projektorienterede opgaver, fremlæggelser, mind-mapping, evalueringsprocesser, fremstilling af omfangsrige modeller.

Hvilke dele af undervisningsindholdet kan især give anledning til egentlige samtaler med eleverne til støtte for deres forståelse og eget fortsatte arbejde med indholdet?

Brugen af nye ord og nyt begrebsindhold kræver en tilvænning og en fortrolighed, som kun opnås ved, at eleverne selv bruger dem og oplever de fordele, det kan indebære. Ofte er forskellige elevgrupper i gang med forskellige arbejdsopgaver, som kræver individuel vejledning af de enkelte arbejdsgrupper.

Hvilke dele af et undervisningsforløb giver især mulighed for at fremme elevernes sociale forståelse og adfærd?

Skiftende organisationsformer, samarbejde i forskellige elevgrupper, bevidstgørelse af naturfagenes internationale dimensioner og samarbejdsrelationer.

Hvilke opgaver og arbejdsituationer bidrager til den enkelte elevs alsidige udvikling?

Elevforedrag, fremlæggelser foran eleverne eller forældrene, produktion af informationsmateriale eller brochurer, deltagelse i demokratiske beslutningsprocesser, gøre rede for, diskutere og tage stilling til forskellige problemstillinger.

Hvordan kan eleverne som klasse, gruppe eller hver for sig deltage i planlægning og evaluering?

Elevindflydelse på emner, temaer, projekter, selvevaluering, logbøger, individuelle tekst-opgivelser ved prøverne.

Hvilke arbejdsituationer er især fremmende for tilegnelsen hos elever, der har svært ved at arbejde med undervisningsindholdet?

Det praktiske og undersøgende arbejde, fx i laboratoriet, værkstedsorienteret undervisning, gruppearbejdsituationer, at arbejde med det samme emne på flere niveauer, forskelligt arbejdstempo, it-baserede undervisningsmaterialer.

Hvilke arbejdsituationer er især fremmende for tilegnelsen hos elever, der har let ved at arbejde med undervisningsindholdet?

Individuelt arbejdstempo, selvstændige arbejdsformer, bearbejdning af længere og forholdsvis komplekse naturfaglige tekster, opgaver af mere kompleks sammensætning, it-baserede undervisningsmaterialer.

Læreren hjælp til grupper og enkeltelever?

Det praktiske og undersøgende aktiviteter i undervisningen indebærer, at læreren går rundt mellem de forskellige arbejdsgrupper og støtter med råd og vejledning efter behov. Det samme gælder for de fleste andre gruppearbejdsituationer, hvor læreren kan variere intensiteten af støtte, vejledning, supervision af den enkelte gruppe, afhængig af de enkelte elevs behov.

Undervisningsvejledning

Kammerathjælp?

Alle gruppeaktiviteter lægger op til, at eleverne løfter opgaverne i fællesskab. Dette indebærer, at den enkelte elev bidrager med sine personlige og faglige kompetencer i gruppearbejde. Her er der tale om en gensidig hjælp og ikke, at den ene elev får en "støttelærerfunktion" over for sin kammerat.

Hvordan kan det, eleverne har lært, bruges i forhold til hele klassen?

Forskellige præsentationsformer, fx redegørelser, fremlæggelse og præsentation af arbejdsresultater, fremstilling af "klassens lærebog", gensidig undervisning fra elev til elev.

Lokaler, samlinger og sikkerhed

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.

I de følgende eksempler antydes det, hvor forskelligartede 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, mens nogle interviewer skolens pedel for at finde ud af, hvor meget elektrisk energi skolen omsætter.

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

Undervisningsvejledning

opbevaring. Laboratoriets sikkerhedsudstyr som forklæder, briller, øjenskylleflasker, 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 biologi. Elever fra 8. klasse har “undervist” elever fra 3. klasse i dyre- og plantebestemmelser samt i at foretage enkle målinger. Et par elever fra 3. klasse er sammen med nogle fra 8. klasse 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, mens 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 computere. Eleverne kan derfor hurtigt og nemt behandle talmaterialet 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 stjerneskud. 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.

Undervisnings- og læringsituationer betinges til en hvis grad af de fysiske rum, hvori disse aktiviteter udfoldes. I faget fysik/kemi indgår en del forskellige arbejdssituationer, som hver især stiller forskellige krav til de fysiske omgivelser.

Undervisningen i skolefaget fysik/kemi rummer mange forskellige situationer, som kan opdeles i

- Elevens praktiske og undersøgende arbejde individuelt eller i grupper.
- Fællesundervisning.
- Individuelt arbejde og gruppearbejde.
- Udendørs aktiviteter.

Undervisningsvejledning

Hver af disse situationer stiller forskellige krav til lokalerne. Her kan man med fordel overveje, om forskellige naturfag kan være fælles om nogle af lokalerne. Når man vurderer skolers fysik/kemilokaler, bør man gøre sig undervisningsmæssige, pædagogiske og didaktiske overvejelser i forhold til lokalernes anvendelse. Det er væsentligt for at sikre, at skolens naturfaglige område udgør et funktionsdygtigt og nutidigt arbejdsmiljø.

Elevens praktiske og undersøgende arbejde individuelt eller i grupper

Til vurdering af de lokaler, der bruges til det praktiske og undersøgende arbejde, kan nedenstående katalog af spørgsmål benyttes som inspiration:

- Hvor mange elevarbejdspladser er der brug for?
- Hvilke elevgrupper skal benytte lokalet?
- Hvilke arbejdssituationer skal foregå i lokalet?
- Hvilke forskellige undervisningssituationer skal lokalet kunne rumme?
- Hvilke faste installationer som el, vand, gas, lys og udsugning er der behov for?
- Hvordan sikres størst mulig fleksibilitet?
- Hvor kan inspirationsmateriale og udstillingsfaciliteter placeres mest hensigtsmæssigt?
- Hvilket udstyr – tavler, opslagstavler, kort, overheadprojektor, storskærm, videoafspiller, computere mv. – skal være tilgængelige, og hvad skal de bruges til?
- Skal lokalet kunne mørklægges?

Fællesundervisning

Fysik/kemiundervisningen rummer mange situationer, hvor hele holdet, klassen eller årgangen er samlet, eksempelvis ved fælles instruktioner, fremlæggelser, diskussioner eller lignende. Disse undervisningssituationer kan være organiseret af både lærere og elever.

Nyere fagdidaktisk forskning tyder på, at både lærere og elever ønsker en øget brug af samtaler i forbindelse med det praktiske og undersøgende i skolefaget fysik/kemi. Det gælder både i forhold til kommunikation eleverne imellem og elever og lærer imellem. I klasser, hvor den indbyrdes kommunikation har en ubetydelig plads i forbindelse med det praktiske og eksperimentelle, efterlyser eleverne det kun i ringe grad. Omvendt i klasser, hvor eleverne har en opfattelse af, at samtalen har en betydelig plads, udtrykkes der et ønske om øget kommunikation.

Det viser sig også at være af stor betydning for elevernes kommunikation, deres forhold til fysik/kemi, interesse i erkendelsesteoretiske aspekter og refleksion over undervisningen, at læreren begrundet og diskuterer brugen af det praktiske og eksperimentelle arbejde i undervisningen, og at der samtales i undervisningen. Det er derfor vigtigt, at undervisningslokalerne er egnede til undervisningsformer, hvor også den mundtlige kommunikation kan udfoldes.

Undervisningsvejledning

Det er i den forbindelse vigtigt at afklare de forskellige krav, som skolen, undervisningen, organisationsformer, elevklientellet og fremtidsperspektiver stiller til lokalet.

Til et lokale til fællesundervisning kan svaret på følgende spørgsmål tjene som inspiration:

- Hvor mange elever skal kunne samles?
- Hvilke fællesaktiviteter skal foregå i lokalet?
- Hvilke arbejdsituationer skal foregå i lokalet?
- Hvilke forskellige undervisningssituationer skal lokalet kunne rumme?
- Hvilke faste installationer, såsom el, vand, gas, lys og udsugning, er der behov for?
- Hvordan kan lokalets indretning befordre projektorganiseret undervisning?
- Hvordan sikres størst mulig fleksibilitet?
- Hvilket udstyr – tavler, opslagstavler, kort, overheadprojektor, storskærm, videoafspiller, computere mv. – skal være tilgængelige, og hvad skal de bruges til?
- Skal lokalet kunne mørklægges?

På nogle skoler vælger man måske at bruge klasselokalet til fysik/kemiundervisningens fællesaktiviteter, mens man andre steder bruger det store fællesrum, aulaen, arenaen, auditoriet, atriumgården, gangarealet eller fysik/kemilokalet. Hvor disse undervisningssituationer finder sted, er underordnet, så længe kravene til de fysiske rammer er opfyldt.

Individuelt arbejde og gruppearbejde

Fysik/kemiundervisningen rummer også arbejdsituationer, hvor der teoretiseres, tænkes, skrives, vurderes, overvejes og bearbejdes. Disse arbejdsituationer finder sted både som gruppearbejde, pararbejde eller som individuelt arbejde. Der skal skrives rapporter, læses artikler og bøger, skrives logbøger, diskuteres, og noter skal ordnes og renskrives. Den seneste undervisningsenhed skal evalueres, og den videre fremgangsmåde i forhold til en arbejdsopgave skal planlægges.

Det er vigtigt, at der er mulighed for, at de enkelte elever og elevgrupper kan arbejde, samtale, diskutere, og skrive uden at forstyrre hinanden. Der skal være adgang til computere. Omgivelserne skal være trygge, hyggelige og behagelige og inspirere til koncentration og fordybelse.

Eleverne søger information mange steder og på mange måder: I det pædagogiske servicecenter, i naturfagenes fagbibliotek, på offentlige biblioteker, hos forældre, offentlige og private institutioner og specialister og på internettet. Både den valgte form og graden af informationssøgning på den enkelte skole og i klassen er afhængig af organisationsformerne, både i undervisningen og i bygningernes indretning.

Undervisningsvejledning

Udendørs aktiviteter

Det praktiske arbejde i skolefaget fysik/kemi indebærer mange udendørs aktiviteter. Der er brug for udendørsarealer, hvor der kan installeres vindmøller, vandløb, solceller, solfangere eller drivhuse.

Adgang til drivhus, terrarium og akvarieområder og egentlige vådområder kan åbne for en mangfoldighed af naturfaglige aktiviteter og undersøgelser, som der ikke er plads til i det almindelige fysik/kemilokale. Her kan der blandt andet foretages langtidsmålinger af planters fotosyntese, forsøg med mekanisk og biologisk vandrensning, analyse af vandkvalitet, effektmåling af solceller over længere tid og meget mere.

Ekskursioner til skov og vådområder uden for skolens område kan ligeledes have deres plads i fysik/kemiundervisningen. Der kan her foretages direkte iagttagelser og målinger, eller der kan medbringes forskelligt materiale til nærmere analyse i laboratoriet.

Lokalernes organisering og beliggenhed

Fysik/kemilokalerne kan med fordel placeres som en del af skolens science-/naturfagscenter, hvor fagene natur/teknik, biologi, geografi og fysik/kemi er samlet. Naturfagscentret kunne bestå af en række faglokaler, fælles depotlokaler og fælles kommunikations- og informationscenter. Der kunne desuden placeres et fællesområde med biblioteks- og udstillingsfaciliteter. Her bør der være masser af naturfagsbøger til alle aldersgrupper, demonstrationsmaterialer, udstillinger af dele af de naturfaglige samlinger, plancher osv.

Naturfagscentret skal være rummeligt og lyst – gerne med lyset kommende ovenfra – og må ikke virke for klinisk. Det bør være et fleksibelt område, som egner sig til alle former for naturfaglige aktiviteter – både i natur/teknik i første klasse og fysik/kemi, biologi og geografi i de ældste klasser. Det må desuden gerne afspejle de forskellige aktiviteter, der foregår, således at forbipasserende elever og lærere får vakt deres nysgerrighed og interesse for elevers arbejde i naturfagene.

Sikkerhed

I Undervisningsministeriets bekendtgørelse nr. 38 af 10. januar 1995 lyder § 6 som følger: "Hvor undervisningen foregår i lokaler og på steder, som rummer særlige risikomomenter, fx fysik/kemilokaler, sløjdllokaler og idrætslokaler og -anlæg, påhviler der skolen en skærpet tilsynsforpligtelse."

<http://www.retsinfo.dk/index/UND/AT001437.htm>

Undervisningsvejledning

Dette indebærer to forskellige fokusområder. Det ene fokusområde handler om en løbende vurdering af, om den enkelte elev er i stand til at honorere krav som viden, ansvarsbevidsthed, modenhed og indsigt, der kræves for at kunne gennemføre det planlagte praktiske og undersøgende arbejde. Det andet fokusområde er lokalernes og samlingernes tilstand og beskaffenhed. Hvis der er tvivl i forhold til de sikkerhedsmæssige krav, kan man søge råd og vejledning i nedenstående publikationer og hjemmesider.

- Branchevejledning om risikomomenter i undervisningen: “Når klokken ringer”, udgivet af Branchearbejdsmiljørådet Undervisning og forskning – <http://www.bar-u-f.dk/>
- Elektricitetsrådet – <http://www.elraadet.dk> – Elektricitetsrådet fungerer som tilsynsmyndighed. Rådet sørger for, at stærkstrømsbekendtgørelsens bestemmelser overholdes og påtaler overtrædelser. Elektricitetsrådet foretager, i samarbejde med elværkerne, eftersyn af elektriske installationer over hele landet.
- Arbejdsmiljøsekretariatet – <http://www.arbejdstilsynet.dk/index.html> – specielt At-meddelelse Nr. 4.01.7 fra september 1998. Arbejdstilsynets formål er at medvirke til at skabe et sikkert, sundt og udviklende arbejdsmiljø på de danske arbejdspladser ved at føre tilsyn med virksomhederne, herunder skolerne, udarbejde regler om og udgive information om arbejdsmiljø og arbejdsmiljøforhold.

Uddannelsesstyrelsens håndbogsserie

I denne serie udsender Uddannelsesstyrelsen publikationer med baggrundsorientering om lovgivningen, uddannelser og enkelte fag samt vejledninger om god praksis mv. Håndbøgerne er rettet mod uddannelsernes drift.

I 2003 og 2004 er følgende udkommet eller under udgivelse i serien:

2003:

- Nr. 1: Typografi og læselighed – på skærm og papir. Brugervejledning til skrifttypen Union (UVM) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 2: Brugervejledning til MultiMedie Engelsk. Tegnsprogsstøttet undervisningsmateriale til engelsk inden for træfagene for elever med hørevanskeligheder og andre vanskeligheder under erhvervsuddannelse (UVM) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 3: Projekt, case, opgave – hvad er projektarbejde i eud? En håndbog (UVM 7-360) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 4: Brugervejledning til Smedeuddannelsen. Tegnsprogsstøttet undervisningsmateriale til Smedeuddannelsen for elever med høre-, læse- og andre vanskeligheder under erhvervsuddannelse (UVM) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 5: Brugervejledning til Skærmbaseret Svendeprøve. Prøveforberedende undervisningsmateriale til elever med læsevanskeligheder og andre vanskeligheder under erhvervsuddannelse mv. (UVM) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 6: Manual for tilsyn med undervisning i dagbehandlingstilbud samt på opholdssteder og døgninstitutioner (UVM 0121) (Grundskolen)
- Nr. 7: Kontaktlærerens værktøjskasse (UVM) (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 8: Evaluering af de personlige kompetencer i sosu – de grundlæggende social- og sundhedsuddannelser (UVM 0124) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 9: Fælles Mål: Faghæfte 1: Dansk (UVM 5-431) (Grundskolen)
- Nr. 10: Fælles Mål: Faghæfte 12: Matematik (UVM 5-432) (Grundskolen)
- Nr. 11: Fælles Mål: Faghæfte 24: Elevernes alsidige personlige udvikling (UVM 5-434) (Grundskolen)
- Nr. 12: Fælles Mål: Faghæfte 25: Børnehaveklassen (UVM 5-433) (Grundskolen)
- Nr. 13: Vejledningsreformen – kort fortalt (UVM 0126) (Uddannelsesområderne)
- Nr. 14: Råd og vink om afskrift og plagiat ved projektarbejde på htx (Internetpublikation) (Erhvervsgymnasiale uddannelser)
- Nr. 15: Orientering om folkeskolens afsluttende prøver 2004 (UVM 5-435) (Grundskolen)
- Nr. 16: Prøver, Evaluering, undervisning. En samlet evaluering af folkeskolens afsluttende prøver maj-juni 2003 (UVM 5-436) (Grundskolen)
- Nr. 17: AMU under forandring – om reformen fra 2004 (UVM 0131) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 18: Råd og vink om afsætning på hhx (Internetpublikation) (Erhvervsgymnasiale uddannelser)

2004:

- Nr. 1: Fælles Mål: Faghæfte 2: Engelsk (UVM 5-438) (Grundskolen)
- Nr. 2: Fælles Mål: Faghæfte 3: Kristendomskundskab (UVM 5-439) (Grundskolen)
- Nr. 3: Fælles Mål: Faghæfte 4: Historie (UVM 5-440) (Grundskolen)
- Nr. 4: Fælles Mål: Faghæfte 5: Samfundsfag (UVM 5-441) (Grundskolen)
- Nr. 5: Fælles Mål: Faghæfte 6: Idræt (UVM 5-442) (Grundskolen)
- Nr. 6: Fælles Mål: Faghæfte 7: Musik (UVM 5-443) (Grundskolen)
- Nr. 7: Fælles Mål: Faghæfte 8: Billedkunst (UVM 5-444) (Grundskolen)
- Nr. 8: Fælles Mål: Faghæfte 9: Håndarbejde (UVM 5-445) (Grundskolen)
- Nr. 9: Fælles Mål: Faghæfte 10: Sløjd (UVM 5-446) (Grundskolen)
- Nr. 10: Fælles Mål: Faghæfte 11: Hjemkundskab (UVM 5-447) (Grundskolen)
- Nr. 11: Fælles Mål: Faghæfte 13: Natur/teknik (UVM 5-448) (Grundskolen)
- Nr. 12: Fælles Mål: Faghæfte 15: Biologi (UVM 5-449) (Grundskolen)
- Nr. 13: Fælles Mål: Faghæfte 16: Fysik/kemi (UVM 5-450) (Grundskolen)
- Nr. 14: Fælles Mål: Faghæfte 17: Tysk (UVM 5-451) (Grundskolen)
- Nr. 15: Fælles Mål: Faghæfte 18: Fransk (UVM 5-452) (Grundskolen)
- Nr. 16: Råd og vink om internationalisering hhx (Internetpublikation) (Erhvervsgymnasiale uddannelser)

Publikationerne kan købes hos Undervisningsministeriets forlag eller hos boghandlere. Visse publikationer er trykt i meget begrænset oplag og kan derfor kun rekvireres i ganske særlige tilfælde mod betaling af et ekspeditionsgebyr. Internetpublikationerne kan frit downloades fra www.uvm.dk – til eget brug.

På UVM's website – på adressen: <http://www.uvm.dk/katindex.htm> – findes en oversigt over hæfter i Uddannelsesstyrelsens publikationsserier udgivet i 1999, 2000, 2001, 2002 og 2003