
Fælles Mål 2009

Fysik/kemi

Faghæfte 16

Indhold

Formål for faget fysik/kemi	3
Slutmål for faget fysik/kemi efter 9. klassetrin	4
Trinmål for faget fysik/kemi efter 8. klassetrin	5
Trinmål for faget fysik/kemi efter 9. klassetrin	6
Slutmål for faget fysik/kemi efter 10. klasse	8
Slut- og trinmål - synoptisk opstillet	9
Læseplan for faget fysik/kemi	13
1. forløb - 7.-8. klassetrin	13
2. forløb - 9. klassetrin	14
3. forløb - 10. klassetrin	15
Undervisningsvejledning for faget fysik/kemi	17

Formål for faget fysik/kemi

Formålet med undervisningen i fysik/kemi er, at eleverne tilegner sig viden om vigtige fysiske og kemiske forhold i naturen og teknikken med vægt på forståelse af grundlæggende fysiske og kemiske begreber og sammenhænge samt viden om anvendelser af fysik og kemi. Undervisningen skal give eleverne fortrolighed med naturvidenskabelige arbejdsformer og betragtningmåder og indblik i, hvordan fysik og kemi – og forskning i fagene – i samspil med de øvrige naturfag bidrager til vores forståelse af verden.

Stk. 2.

Undervisningen skal anvende varierede arbejdsformer og i vidt omfang bygge på elevernes egne iagttagelser og undersøgelser, bl.a. ved laboratoriearbejde. Undervisningen skal udvikle elevernes interesse og nysgerrighed over for fysik, kemi, naturvidenskab og teknologi og give dem lyst til at lære mere.

Stk. 3.

Undervisningen skal bidrage til, at eleverne erkender, at naturvidenskab og teknologi er en del af vores kultur og verdensbillede. Elevernes ansvarlighed over for naturen og brugen af naturressourcer og teknik skal videreudvikles, så de får tillid til egne muligheder for stillingtagen og handlen i forhold til spørgsmål om menneskets samspil med naturen – lokalt og globalt.



Slutmål for faget fysik/kemi 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

- benytte fysiske og kemiske begreber og enkle modeller til at beskrive og forklare fænomener og hændelser
- kende til vigtige stoffer og materialer og deres egenskaber
- kende til vigtige stofkredsløb 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

- beskrive udviklingen i forestillingen om grundstoffers og kemiske forbindelsers opbygning
- give eksempler på forskellige tiders forestillinger om universets opbygning og udvikling
- give eksempler på væsentlige træk ved den teknologiske udvikling
- kende til forskning, der har udvidet vores erkendelse.

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 med relevant udstyr
- anvende et hensigtsmæssigt fagsprog
- læse, forstå og vurdere informationer i faglige tekster
- formidle resultatet af arbejdet med fysiske, kemiske og tekniske problemstillinger
- anvende informationsteknologi i forbindelse med informationsøgning, dataopsamling, bearbejdning og formidling
- skelne mellem baggrund for og hensigt med forskellige digitale informationer.

Trinmål for faget fysik/kemi 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 eller kemiske begreber til at beskrive hverdagens fænomener, herunder magnetisme, korrosion og tyngdekraft
- anvende enkle fysiske begreber og sammenhænge i beskrivelsen af fænomener, der knytter sig til vejr og klima, herunder vands tilstandsformer, temperatur, tryk, luftfugtighed, gnidningselektricitet og vindhastighed (*fælles med geografi*)
- kende jordens og månens bevægelser og nogle af de virkninger, der kan iagttages på jorden, herunder årstider, tidevand og sol- og måneformørkelser
- beskrive nogle grundstoffer og kemiske forbindelser, der har betydning for liv eller hverdag
- beskrive enkle principper i grundstoffernes periodesystem
- kende enkle modeller, herunder forestillingen om, at stof er opbygget af partikler
- kende generelle egenskaber ved hverdagens stoffer og materialer, herunder tilstandsformer, surhedsgrad, varmeudvidelse, elektrisk- og termisk ledningsevne
- beskrive og forklare energioverførsel, herunder elektrisk energioverførsel
- gøre rede for hovedtræk ved fotosyntese og respiration, herunder disse processers grundlæggende betydning i økosystemer (*fælles med biologi*)
- beskrive hovedtræk af vands og kulstofets kredsløb i naturen (*fælles med biologi og geografi*).

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 udviklingen i nogle forestillinger om stofopbygning og grundstoffernes periodesystem
- kende nutidens forestilling om solsystemets opbygning
- kende nogle af fortidens forestillinger om universets opbygning
- kende eksempler på, at teknologiudvikling er tæt forbundet med fysisk og kemisk viden, herunder kommunikationsteknologi og enzymteknologi.

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 og forklare udvalgte eksempler på energioverførsel i hverdagen og teknikken
- give eksempler på, at der ved energiforsyning ofte produceres stoffer og varme, der påvirker miljøet
- kende fordele og ulemper ved udnyttelsen af forskellige energikilder
- kende til grundvandsdannelse i Danmark og forhold, der har indflydelse på vores muligheder for at indvinde rent drikkevand (*fælles med biologi og geografi*)
- beskrive udvalgte produkters og materialers fremstilling, anvendelse, genanvendelse eller deponi
- beskrive, hvorledes anvendelse af råstoffer eller materialer kan påvirke ressourceforbrug, miljø og affaldsmængde, herunder kul, plast og træ
- kende eksempler på produktionsprocesser og deres delprocesser, herunder gæring.

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, gennemføre og evaluere praktiske og teoretiske undersøgelser
- benytte udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven
- læse og forstå informationer i faglige tekster
- anvende it-teknologi til informationssøgning, dataopsamling, kommunikation og formidling (*fælles med biologi og geografi*).

Trinmål for faget fysik/kemi 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 eller kemiske begreber til at beskrive og forklare fænomener, herunder lyd, lys og farver
- beskrive vigtige forhold der har indflydelse på vejr og klima, herunder menneskelige aktiviteter (*fælles med geografi*)
- gøre rede for anvendelse af modeller og simuleringer som led i en beskrivelse af fænomener og sammenhænge, herunder solsystemet, stjernehimlen og halveringstid
- beskrive eksempler på organiske og uorganiske kemiske forbindelser og deres indbyrdes reaktion, herunder syre/base, redoxprocesser og ligevægt
- forklare fødens sammensætning, dens energiindhold og sundhedsmæssige betydning, herunder proteiner, kulhydrater og fedtstoffer (*fælles med biologi*)
- forklare principper i og anvende grundstoffernes periodesystem
- kende og beskrive udvalgte enkle atomkerneprocesser, herunder alfa-, beta- og gammaprocesser
- forklare, hvordan indgreb i naturens stofkredsløb kan påvirke miljøet, herunder anvendelse fossilt brændsel
- beskrive hovedtræk af nitrogens kredsløb i naturen og problemer, der knytter sig til brug af nitrogenholdig gødning i moderne landsbrugsformer (*fælles med biologi 9. klasse*).

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 udviklingen af atommodeller i forskellige tidsperioder
- gøre rede for, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser er menneskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen
- kende nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling
- gøre rede for hovedtræk af Jordens tilblivelse, de grundlæggende betingelser for liv og naturvidenskabelige forestillinger om Jordens og livets udvikling (*fælles med biologi og geografi*)

- beskrive, hvordan mennesket til forskellige tider har forsøgt at forklare sin egen placering i universet
- beskrive, hvordan behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden, herunder rumfart og enzymer
- kende eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige
- kende eksempler på, at forskning har givet ny viden og 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, herunder elektrisk energiforsyning
- give eksempler og forklaringer på, hvordan energiproduktion kan ske på bæredygtig måde i forskellige dele af verden (*fælles med geografi*)
- gøre rede for energiomsætninger, nyttevirkning og tab i energikvalitet i forbindelse med samfundets elektriske energiforsyning og brug af solceller, solfangere, biogas og brændselsceller
- beskrive industriel produktion af nogle af hverdagslivets produkter og materialer
- vurdere anvendelser af naturgrundlaget i perspektivet for bæredygtig udvikling og de interesseudsættninger, der knytter sig hertil (*fælles med biologi og geografi*)
- kende eksempler på anvendelse af teknisk viden i hverdagen, herunder mikrobølger, enzymer og elektronisk styring
- kende enkle principper for transmission af information over store afstande, herunder satellitter, analog og digital transmission
- kende til biologiske virkninger og anvendelser af ioniserende stråling (*fælles med biologi 9. klasse*).

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 og efterprøve hypoteser samt vurdere resultater

- læse, forstå og vurdere informationer i både trykte og digitale faglige tekster
- vurdere og anvende informationer med fysisk, kemisk eller teknisk indhold
- benytte fysisk eller kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde
- vælge og benytte udstyr, redskaber og hjælpemidler der passer til opgaven, herunder feltudstyr og data-loggere
- formidle resultater af arbejde med fysiske, kemiske eller tekniske problemstillinger.

Slutmål for faget fysik/kemi efter 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

- anvende fysiske og kemiske begreber til at beskrive, forklare og forudsige fænomener
- benytte enkle modeller til at beskrive fænomener og sammenhænge
- beskrive udvalgte stofegenskaber og stofomdannelse ved forskellige forbindelser mellem atomer
- gøre rede for brug af kemiske stoffer eller materialer på et udvalgt område
- analysere menneskeskabte indgreb i stofkredsløb.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

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

- gøre rede 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
- 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 og forklare eksempler på energioverførsler med brug af begreber som virkningsgrad og energikvalitet
- vurdere energiplaner, bl.a. ud fra begreber som virkningsgrad, energikvalitet og bæredygtig udvikling
- kende til udvalgte ressourcers vej gennem produktions-systemet

- 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 bl.a. ressource- og energiforbrug, effektivitet samt det fysiske arbejdsmiljø.

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
- formidle resultater af arbejde med fysiske, kemiske eller tekniske problemstillinger.

Slutmål og trinmål – fysik/kemi – 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

Slutmål efter 9. klassesettrin	Trinmål efter 8. klassesettrin	Trinmål efter 9. klassesettrin	Slutmål efter 10. klassesettrin
benytte fysiske og kemiske begreber og enkle modeller til at beskrive og forklare fænomener og hændelser	<p>anvende enkle fysiske eller kemiske begreber til at beskrive hverdagens fænomener, herunder magnetisme, korrosion og tyngdekraft</p> <p>anvende enkle fysiske begreber og sammenhænge i beskrivelsen af fænomener, der knytter sig til vejr og klima, herunder vands tilstandsformer, temperatur, tryk, luftfugtighed, gnidningselektricitet og vindhasusghed <i>(fælles med geografi)</i></p> <p>kende jordens og månens bevægelser og nogle af de virkninger, der kan iagttages på jorden, herunder årstider, tidevand og sol- og måneformørkelser</p> <p>kende enkle modeller, herunder forestillingen om, at stof er opbygget af partikler</p> <p>beskrive og forklare energioverførsel, herunder elektrisk energioverførsel</p>	<p>anvende fysiske eller kemiske begreber til at beskrive og forklare fænomener, herunder lyd, lys og farver</p> <p>beskrive vigtige forhold der har indflydelse på vejr og klima, herunder menneskelige aktiviteter <i>(fælles med geografi)</i></p> <p>gøre rede for anvendelse af modeller og simulationer som led i en beskrivelse af fænomener og sammenhænge, herunder solsystemet, stjernerne himlen og halveringstid</p> <p>beskrive eksempler på organiske og uorganiske kemiske forbindelser og deres indbygdes reaktion, herunder syre/base, redoxprocesser og ligevægt</p> <p>kende og beskrive udvalgte enkle atomkerneprocesser, herunder alfa-, beta- og gammaprocesser</p> <p>forklare fødens sammensætning, dens energindhold og sundhedsmæssige betydning, herunder proteiner, kulhydrater og fedtstoffer <i>(fælles med biologi)</i></p> <p>forklare principper i og anvende grundstoffernes periodesystem</p>	<p>anvende fysiske og kemiske begreber til at beskrive, forklare og forudsige fænomener</p> <p>benytte enkle modeller til at beskrive fænomener og sammenhænge</p> <p>beskrive udvalgte stofegenskaber og stofomdannelse ved forskellige forbindelser mellem atomer</p>
kende til vigtige stoffer og materialer og deres egenskaber	<p>beskrive nogle grundstoffer og kemiske forbindelser, der har betydning for liv eller hverdag</p> <p>beskrive enkle principper i grundstoffernes periodesystem</p> <p>kende generelle egenskaber ved hverdagens stoffer og materialer, herunder tilstandsformer,</p> <p>surhedsgrad, varmeudvidelse, elektrisk- og termisk ledningsevne</p>	<p>forklare hvordan indgreb i naturens stofkredsløb kan påvirke miljøet, herunder anvendelse fossilt brændsel</p> <p>beskrive hovedtræk af nitrogens kredsløb i naturen og problemer, der knytter sig til brug af nitrogenholdig gødning i moderne landsbrugsformer <i>(fælles med biologi 9. klasse)</i></p>	<p>gøre rede for brug af kemiske stoffer eller materialer på et udvalgt område</p>
kende til vigtige stofkredsløb i naturen	<p>gøre rede for hovedtræk ved fotosyntese og respiration, herunder disse processers grundlæggende betydning i økosystemer <i>(fælles med biologi)</i></p> <p>beskrive hovedtræk af vands og kulstof kredsløb i naturen <i>(fælles med biologi og geografi)</i></p>	<p>forklare, hvordan indgreb i naturens stofkredsløb kan påvirke miljøet, herunder anvendelse fossilt brændsel</p>	<p>analysere menneskeskabte indgreb i stofkredsløb</p>

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

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

Slutmål efter 9. klasse	Trinmål efter 8. klasse	Trinmål efter 9. klasse	Slutmål efter 10. klasse
beskrive udviklingen i forestillingen om grundstoffers og kemiske forbindelsers opbygning	kende udviklingen i nogle forestillinger om stofopbygning og grundstoffernes periodesystem	kende udviklingen af atommodeller i forskellige tidsperioder gøre rede for, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser er mennesskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen	gøre rede for, at den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser er mennesskets forsøg på at beskrive fænomener og sammenhænge i naturen
give eksempler på forskellige tiders forestillinger om universets opbygning og udvikling	kende nutidens forestilling om solsystemets opbygning kende nogle af fortidens forestillinger om universets opbygning	kende nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling gøre rede for hovedtræk af jordens tilblivelse, de grundlæggende betingelser for liv og naturvidenskabelige forestillinger om jordens og livets udvikling (<i>følles med biologi og geografi</i>) beskrive, hvordan mennesket til forskellige tider har forsøgt at forklare sin egen placering i universet	kende til nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling kende eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene fysik og kemi og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige
give eksempler på væsentlige træk ved den teknologiske udvikling	kende eksempler på, at teknologiu udvikling er tæt forbundet med fysisk og kemisk viden, herunder kommunikationsteknologi og enzymteknologi	beskrive, hvordan behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden, herunder rumfart og enzymer kende eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige	kende eksempler på, at behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden
kende til forskning, der har udvidet vores erkendelse		kende eksempler på, at forskning har givet ny viden og uforudsete muligheder	kende eksempler på, at udvikling af ny viden kan give uforudsete muligheder

Anvendelse i 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

Slutmål efter 9. klasse	Trinmål efter 8. klasse	Trinmål efter 9. klasse	Slutmål efter 10. klasse
gøre rede for, diskutere og tage stilling til samfundets ressource- og energiforsyning	beskrive og forklare udvalgte eksempler på energioverførsel i hverdagen og teknikken give eksempler på, at der ved energiforsyning ofte produceres stoffer og varme, der påvirker miljøet kende fordele og ulemper ved udnyttelsen af forskellige energikilder	beskrive hovedtræk ved samfundets energiforsyning, herunder elektrisk energiforsyning give eksempler og forklaringer på, hvordan energiproduktion kan ske på bæredygtig måde i forskellige dele af verden (<i>fælles med geografi</i>)	beskrive og forklare eksempler på energioverførsler med brug af begreber som virkningsgrad og energikvalitet vurdere energiplaner, bl.a. ud fra begreber som virkningsgrad, energikvalitet og bæredygtig udvikling
beskrive og forklare eksempler på energiomsætninger	kende til grundvandsdannelse i Danmark og forhold, der har indflydelse på vores muligheder for at indvinde rent drikkevand (<i>fælles med biologi og geografi</i>) beskrive udvalgte produkters og materialers fremstilling, anvendelse, genanvendelse eller deponi	gøre rede for energiomsætninger, nyttevirkning og tab i energikvalitet i forbindelse med samfundets elektriske energiforsyning og brug af solceller, solfangere, biogas og brændselsceller	kende til udvalgte ressourcers vej gennem produktionssystemet kende udvalgte detaljer i en eller flere produktionsvirksomheder kende til handlemuligheder i forhold til forskellige produktionsprocessers påvirkning af miljøet
beskrive og forklare eksempler på fremstilling af produkter samt vurdere produktionsprocessers belastning af miljøet	beskrive, hvorledes anvendelse af råstoffer eller materialer kan påvirke ressourceforbrug, miljø og affaldsmængde, herunder kul, plast og træ	beskrive industriel produktion af nogle af hverdagslivets produkter og materialer vurdere ændringer af naturgrundlaget i perspektivet for bæredygtig udvikling og de interessenomsætninger, der knytter sig hertil (<i>fælles med biologi og geografi</i>)	sammenligne og argumentere for fordele og ulemper ved forskellige produktionsprocesser ud fra bl.a. ressource- og energiforbrug, effektivitet samt det fysiske arbejdsmiljø
beskrive hverdagslivets teknik og dens betydning for den enkelte og samfundet	kende eksempler på produktionsprocesser og deres delprocesser, herunder gæring	kende eksempler på anvendelse af teknisk viden i hverdagen, herunder mikrobølger, enzymer og elektronisk styring kende enkelte principper for transmission af information over store afstande, herunder satellitter, analog og digital transmission kende til biologiske virkninger og anvendelser af ioniserende stråling (<i>fælles med biologi 9. klasse</i>)	

Arbejds måder og tankegange

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

Slutmål efter 9. klasse trin	Trinmål efter 8. klasse trin	Trinmål efter 9. klasse trin	Slutmål efter 10. klasse trin
identificere og formulere relevante spørgsmål, samt opstille enkle hypoteser	formulere spørgsmål og indsamle relevante data benytte udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven	formulere enkle problemstillinger, opstille og efterprøve hypoteser samt vurdere resultater benytte fysisk eller kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde	formulere enkle problemstillinger, opstille hypoteser, efterprøve antagelser og vurdere resultater vælge og benytte hensigtsmæssige instrumenter og laboratoriestyr
planlægge, gennemføre og vurdere undersøgelser og eksperimenter med relevant udstyr	planlægge, gennemføre og evaluere praktiske og teoretiske undersøgelser	vælge og benytte udstyr, redskaber og hjælpemidler der passer til opgaven, herunder felt-udstyr og data-loggere	benytte fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde vælge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven
anvende et hensigtsmæssigt fagsprog			
læse, forstå og vurdere informationer i faglige tekster	læse og forstå informationer i faglige tekster	læse, forstå og vurdere informationer i både trykte og digitale faglige tekster vurdere og anvende informationer med fysisk, kemisk eller teknisk indhold	
formidle resultatet af arbejdet med fysiske, kemiske og tekniske problemstillinger		formidle resultater af arbejde med fysiske, kemiske eller tekniske problemstillinger	formidle resultater af arbejde med fysiske, kemiske eller tekniske problemstillinger
anvende informationsteknologi i forbindelse med informationssøgning, dataopsamling, bearbejdning og formidling	anvende it-teknologi til informationssøgning, dataopsamling, kommunikation og formidling <i>(tælles med biologi og geografi)</i>		
skelne mellem baggrund for og hensigt med forskellige digitale informationer			

Læseplan for faget fysik/kemi

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 udvikling af erkendelse som samspillet mellem teori, observationer, undersøgelser og eksperiment.

Fysik/kemi har haft og har stadig stor betydning for vores samfund. Det er vigtigt, at undervisningen sætter fokus på både positive og negative sider af samfundets brug af fysiske og kemiske opdagelser og opfindelser.

Ved arbejdet med forskellige tekster lægges i undervisningen vægt på den faglige læsning som et gennemgående og vigtigt tema, der skal sætte eleverne i stand til at forbedre deres muligheder for at forstå og tilegne sig teksternes fysisk/kemiske indhold.

Begrebet bæredygtighed er væsentligt i forhold til samfundets anvendelse af ressourcer og energi. Det er vigtigt, at eleverne erkender betydningen af dette begreb.

Undervisningen baseres på såvel mundtlig, skriftlig og it-baseret kommunikation i samspil med elevernes egne eksperimenter og undersøgelser. Elevernes formidling af viden og resultater af det praktiske og eksperimentelle arbejde skal indgå i undervisningen med henblik på, at eleverne udvikler sprog og begreber.

I det daglige arbejde er faglig læsning et gennemgående vigtigt tema, så eleverne kontinuerligt får udvidet deres indsigt i fysisk/kemiske begreber, så de kan bruges i andre sammenhænge.

Arbejdet i undervisningen skal omfatte forskellige opgavetyper, der giver anledning til større eller 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 modelleres funktion, nytte og begrænsninger samt naturfagenes måde at systematisere og beskrive verden på.

Undervisningen omfatter især

- fænomener, der kan beskrives ved hjælp af fysiske og kemiske processer og begreber
- egenskaber ved nogle af hverdagens stoffer og materialer
- fysiske og kemiske fænomener, der danner grundlag for vejret og klimaet
- Jordens og Månens bevægelser samt de påvirkninger, der kan opleves på Jorden
- eksempler på energioverførsel
- generelle stofegenskaber
- eksempler på brugen af modeller, herunder forestillingen om, at alt stof er opbygget af partikler, molekyler, ioner, atomer
- sammenhængen mellem det begrænsede antal grundstoffer, som verden er opbygget af, og kemiske forbindelsers mangfoldighed
- fysiske eller kemiske kredsløb i naturen.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

I undervisningen indgår eksempler på, hvordan naturvidenskabelig erkendelse skabes og udvikles. Den viden, erkendelse og indsigt, vi har om stoffer, fænomener og forhold af fysisk eller kemisk karakter, er fremkommet gennem mange årtiers forskning og undersøgelser.

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

Vores kultur og samfund drager i utrolig grad nytte af de forskningsmæssige resultater, naturvidenskaberne gør og har gjort. 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

- 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 genanvendelse eller deponi
- enkle produktionsprocesser eller dele heraf
- eksempler på energioverførsel i hverdagen og i tekniken
- energiproduktion på grundlag af fossile brændsler og vedvarende energikilder
- følgevirkninger af forskellige former for energiproduktion.

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.

En væsentlig naturvidenskabelig tankegang er, at naturen er forudsigelig. Hvis vi har kendskab til alle parametre, der indgår i et fysisk eller kemisk fænomen, kan vi gentage eksperimentet eller produktionen når som helst.

Eleverne arbejder med at

- formulere spørgsmål og indsamle relevante data
- planlægge, gennemføre og evaluere praktiske og teoretiske undersøgelser
- benytte udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven
- benytte it-baserede redskaber til dataopsamling og præsentation
- formidle eksempler på fysisk, kemisk eller teknisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde.

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 med et mere konsekvent og præcist 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 og terminologier 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 reaktioner
- 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 miljøer.

Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse

I undervisningen indgår eksempler på, hvordan erkendelsen inden for naturvidenskaberne 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
- energiomsætninger, nyttevirkning og 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.

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

- formulere enkle problemstillinger, opstille og efterprøve hypoteser samt vurdere resultater
- vurdere og anvende informationer med fysisk, kemisk eller teknisk indhold
- benytte fysisk og kemisk viden, opnået ved teoretisk og praktisk arbejde
- vælge og benytte udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven.

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

- anvendelse af fysiske og kemiske begreber til at beskrive, forklare og forudsige fænomener
- benyttelse af enkle modeller til at beskrive fænomener og sammenhænge
- beskrivelse af udvalgte stofegenskaber og stofomdannelse ved forskellige forbindelser mellem atomer
- brug af kemiske stoffer eller materialer på et udvalgt område
- analyse af menneskeskabte indgreb i udvalgte stoffers kredsløb.

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

- den atomare beskrivelse af grundstoffer og kemiske forbindelser
- nogle af nutidens forestillinger om universets opbygning og udvikling
- eksempler på, at udviklingen i videnskabsfagene fysik og kemi og den kulturelle udvikling er indbyrdes afhængige
- eksempler på, at behovet for teknologi har fremmet en udvikling af praktisk og teoretisk viden
- indsigt i, at udvikling af ny viden kan give uforudsete muligheder.

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

- eksempler på overførsel af energi med brug af begreber som virkningsgrad og energikvalitet
- arbejde med energiplaner, blandt andet med brug af begreber som virkningsgrad, energikvalitet og bæredygtig udvikling
- udvalgte ressourcers vej gennem produktionssystemet
- udvalgte detaljer i en eller flere produktionsvirksomheder
- indsigt i handlemuligheder i forhold til forskellige produktionsprocessers påvirkning af miljøet
- at kunne sammenligne og argumentere for fordele og ulemper ved forskellige produktionsprocesser ud fra blandt andet ressource- og energiforbrug, effektivitet samt det fysiske arbejdsmiljø.

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

- 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
- formidle resultater af arbejde med fysiske, kemiske eller tekniske problemstillinger.



Undervisningsvejledning for faget fysik/kemi

Indhold

Styrkede naturfag for alle (fællesafsnit for alle naturfag)	20
Ændringer i Fælles Mål (fællesafsnit for alle naturfag)	20
Naturfaglig kultur på skolen (fællesafsnit for alle naturfag)	21
Flerfaglige trinmål i fysik/kemi	21
Fælles trinmål for fysik/kemi og biologi	21
Fælles trinmål for fysik/kemi og geografi	21
Fælles trinmål for og fysik/kemi, geografi, biologi	22
Forslag til flerfaglige undervisningsforløb	22
Landbrugets udnyttelse af jorden til fødevarereproduktion, 8. klasse	22
Jordens og livets udvikling, 9. klasse	23
Faglighed	23
Kernefaglighed	23
Skolefag - videnskabsfag	24
Brug af modeller	24
Fagets undervisningsmæssige rammer	25
Samarbejde med de andre naturfag og fagteamsamarbejde	26
Samarbejde med de andre fag	26
Udnyttelse af muligheder i lokalområdet	27
Lokaler, samlinger og sikkerhed	27
Elevers praktiske og undersøgende arbejde individuelt eller i grupper	29
Fællesundervisning	29
Individuelt arbejde og gruppearbejde	30
Udendørs aktiviteter	30
Lokalernes organisering og beliggenhed	30
Sikkerhed	30
De centrale kundskabs- og færdighedsområder	31
Fysikkens og kemiens verden	32
Udvikling af naturvidenskabelig erkendelse	32

Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund	32
Arbejds måder og tankegange	33
Vinkler på undervisningen	33
Den praktiske og undersøgende indfaldsvinkel	34
Den miljømæssige indfaldsvinkel	34
Den teknologiske indfaldsvinkel	34
Den samfundsmæssige og historiske indfaldsvinkel	35
Elevforudsætninger	35
Elevforudsætninger	35
Tosprogede elever	35
Undervisningens indhold	36
Planlægning af undervisningsforløb	36
Kriterier for valg af indhold	36
Elevindflydelse	36
Fra mål til emne, tema eller område	37
Brug af sprog og læsning	38
Elevernes formidling af arbejdet i fysik/kemi	38
Evaluerings	38
Læreren reflekser før, i og efter undervisningen	39
Undervisningsdifferentiering	39
Individuelt arbejde og gruppearbejde	39
Fælles arbejde i klassen	40
2-3 mands grupper	40
Individuel vejledning	40
Elevernes sociale forståelse og adfærd	40
Elevernes alsidige udvikling	40
Eksempler på undervisningsforløb	40
Astronomi, 7. klasse	40
Energi problematik, 8. klasse	41
Kulhydratforløb, 8. klasse	42
Hudpleje, 9. klasse	42

Styrkede naturfag for alle (fællesafsnit for alle naturfag)

Regeringen har i kølvandet på Globaliseringsrådets anbefalinger vedr. grundskolen sat sig som mål, at eleverne i folkeskolen skal være blandt verdens bedste inden for de fire grundlæggende fagområder: læsning, matematik, naturfag og engelsk. Baggrunden er for naturfagernes vedkommende, at flere internationale undersøgelser (TIMSS, PISA og ROSE) viser, at vi i forhold til målsætningen klarer os dårligere i forskellige målinger af børns og unges kompetencer, kundskaber og færdigheder sammenlignet med andre højtudviklede lande, og samtidig udviser danske unge manglende interesse for naturvidenskab.

I 2003 udsendte en ekspertgruppe nedsat af Undervisningsministeriet rapporten "Fremtidens Naturfaglige Uddannelser" – Uddannelsesstyrelsen temahæfte nr. 7, 2003 (FNU-rapporten) (<http://pub.uvm.dk/2003/naturfag/>), der på baggrund af analyser gav anbefalinger til styrkelse af naturfagsundervisningen gennem hele uddannelsessystemet. I 2006 fulgte rapporten fra "Udvalget til forberedelse af en handleplan for naturfagene i folkeskolen", hvor man specifikt gik i dybden med naturfagene i folkeskolen med henblik på konkrete anbefalinger til ministeren. Denne rapport fik titlen "Fremtidens naturfag i folkeskolen" (FNI-rapporten) (http://www.uvm.dk/~media/Files/Udd/Folke/PDFo6/060302_handlingsplan_naturfag.ashx). Rapporten gav ministeren 9 forskellige anbefalinger, der rettede sig mod forskellige aktører i skolens verden. En af anbefalingerne (nr. 5) var rettet mod fagernes målbeskrivelser og altså mod Fælles Mål.

Målbeskrivelserne for naturfagene skal præciseres og samtænkes for at sikre progression og bedre synergi mellem fagene.

Bag anbefalingen ligger kort fortalt denne analyse: De samlede naturfagsressourcer i form af timetal til naturfagene udnyttes for dårligt i skolen. Det skyldes dels, at naturfagene typisk har levet hver deres liv på skolen uden samspil og synergi med hensyn til indhold, begreber og arbejdsformer, dels at progressionen i det naturfaglige forløb fra 1.-9. klasse er for usikker. Hertil kommer, at natur/teknik på mange skoler er reelt nødlidende som følge af manglen på lærere med den nødvendige uddannelsesbaggrund i faget. (FNI-rapporten har på den baggrund foreslået en national redningsplan for natur/teknik, som nu er ved at blive implementeret i form af styrket efteruddannelsesindsats).

Overgangen mellem natur/teknik og de efterfølgende naturfag har været oplevet endda særdeles uskarpt, og det betyder selvfølgelig, at det har været svært at bygge videre på de kundskaber og færdigheder i 7. klasse, som eleverne bringer med sig fra natur/teknik. Og på 7.-9. klassetrin har eleverne typisk mødt en række meget cen-

trale begreber, emner, problemstillinger og arbejdsformer i flere af fagene biologi, fysik/kemi og geografi på en måde, som ikke har været koordineret, dvs. med uklar faglig progression og en god portion dobbeltkonfekt som resultat.

Ændringer i Fælles Mål (fællesafsnit for alle naturfag)

De vigtigste ændringer er:

- Progressionen fra 1.-9. klasse (i begreber, problemstillinger, arbejdsformer, fagsprog osv.) er gjort klarere ved en revision, først og fremmest af trinmålene. Progressionen fremtræder klart, når man sammenholder trinmålene for de forskellige trin synoptisk.
- De obligatoriske indholdsområder er beskrevet mere præcist. Når et trinmål eksempelvis bruger terminologien "herunder", omfatter det de indholdsområder, der som minimum skal være omfattet
- For natur/teknik (1.-6. klasse) er der flere mere præcise trinmål – ikke som udtryk for højere faglige ambitioner, men for at styrke progressionen fra 1.-6. klasse, og for at faget kan fungere som et mere præcist afsæt for de efterfølgende naturfag på 7.-9. klassetrin.
- Der er indført et antal flerfaglige trinmål fælles for 2 eller 3 fag med sigte på et tættere samspil mellem fagene biologi, fysik/kemi og geografi, så enkeltfaglige forløb i perioder afveksler med flerfaglige forløb, hvor to eller tre af fagene samlæses eller samordnes på anden måde.
- En mere præcis overgang mellem natur/teknik og de efterfølgende naturfag fra 7. klassetrin sikres imidlertid ikke alene gennem mere præcise trinmål. Det anbefales også, at skoleledelsen lokalt sikrer, at der som led i en god evalueringskultur gennemføres en "overleveringsforretning" ved afslutningen af natur/teknik-forløbet. Med andre ord en dokumenteret beskrivelse som naturfagslærerne på 7. klassetrin kan tage afsæt i, når de planlægger deres undervisning.

Skoleledelsen skal også sikre, at de overlappende områder mellem naturfagene på 7.-9. klassetrin bliver koordineret i et samarbejde mellem naturfagslærerne. Herved undgår eleverne at opleve en helt ukoordineret undervisning (i fx fotosyntese, ånding, plante- og klimabælter, vejrfænomener, ozonlag og klimatrusler) i 2 eller 3 af fagene. De fælles trinmål – fælles for enten 2 eller 3 af naturfagene – er et udtryk for meget vigtige områder, der bedst tilgodeses, når undervisningen samlæses eller som minimum koordineres. Herved undgås unødigt dobbeltkonfekt og endnu vigtigere: Eleverne oplever, at naturfagene har noget vigtigt at give hinanden – at de belyser forskellige sider af samme virkelighed, og derfor er komplementære fag.

Naturfaglig kultur på skolen (fællesafsnit for alle naturfag)

Flere af de anbefalinger, der blev givet i "Fremtidens naturfag i folkeskolen" (2006) (FNiF-rapporten), skal ses som ønsker til det centrale og decentrale skolesystem (staten, kommunerne og den enkelte skole) om at tilvejebringe de rette incitamenter og forudsætninger for etableringen af en naturfaglig kultur i skolen. En naturfaglig (el. naturfagsdidaktisk) kultur, hvor naturfagslærerne arbejder sammen, er fraværende på mange skoler i Danmark. Fagene har typisk levet hver deres liv – uden samspil og synergi.

Naturfagslærerne på skolen føler sig ofte fagligt og fagdidaktisk ensomme, og det giver ikke de bedste vilkår for fortsat udvikling og læring. At naturfagene ikke samarbejder, betyder jo ikke nødvendigvis, at undervisningen eller børnenes læring er dårlig i de enkelte fag, men det betyder, at eleverne får sværere ved at opleve, hvad naturfagene kan bidrage med i et samspil med hinanden. Ønsket om at styrke fagenes samspil har ved revisionen af Fælles Mål udmøntet sig helt op i fagenes formål. I biologi, fysik/kemi og geografi finder vi nu i formålenes stk. 1 denne nye formulering (her med biologi som eksempel):

Undervisningen skal give eleverne fortrolighed med naturvidenskabelige arbejdsformer og betragtningsmåder og indblik i, hvordan biologi – og biologisk forskning – i samspil med de andre naturfag bidrager til vores forståelse af verden.

Sammen med ændringen af formålet er de fælles trinmål de væsentligste incitamenter til at styrke den naturfaglige kultur på skolen.

En naturfaglig kultur indebærer i sit ideal, at naturfagslærerne arbejder sammen om fx:

- udformning af konkrete undervisningsplaner
- evaluering og evalueringsværktøjer
- mere præcise overdragelsesforretninger ved nødvendige lærerskift og ved overgangen mellem natur/teknik og de overliggende naturfag ved afslutningen af 6. klasse
- undervisning på tværs af naturfagene med flerfaglige emner og problemstillinger
- mere systematisk inddragelse af ressourcer uden for skolen i undervisningen, fx lokale naturområder, museer, zoologiske anlæg, naturskoler, akvarier, virksomheder mv.
- lokalt naturfagligt udviklingsarbejde, evt. i samspil med efteruddannelse
- samarbejde om indretning og udnyttelse af lokaler, laboratorie- og it-udstyr
- formulering af planer for udvikling og efter- og videreuddannelse
- løbende dialog om fagene med skolens ledelse (herunder skolebestyrelsen)
- synliggørelse af fagene på skolen og i kommunen.

Det lyder enkelt, men er ikke så enkelt endda, fordi mange lærere skal indgå i flere forskellige typer af team på skolen. Man kommer heller ikke uden om, at ledelsen på skolen skal kunne indse nødvendigheden af naturfagenes samspil midt i alle de mange dagsordener, der præger skoledebatten og lederens hverdag. Ledelsen skal med andre ord være i løbende og udviklende dialog med naturfagsteamet. Lærere, som oplever sig selv som værdsatte i en lærende naturfaglig "organisation", vil formentlig være nemmere at fastholde som naturfagslærere på skolen. Det perspektiv kan få stor betydning, når der for alvor kommer til at mangle lærere med naturfaglige kompetencer. "Fremtidens naturfag i folkeskolen" giver idéer til, hvordan man kan organisere og forankre en naturfaglig kultur på skolen og i kommunen og sikre samspillet med andre aktører uden for skolen.

Flerfaglige trinmål i fysik/kemi

For at fremme synergien mellem naturfagene i 7.-9. klasse er der skrevet nogle trinmål med samme formulering i 2 eller 3 af fagene biologi, fysik/kemi og geografi.

Det drejer sig om følgende:

Fælles trinmål for fysik/kemi og biologi

8. klasse

- beskrive hovedtræk af vands og kulstofs kredsløb i naturen
- gøre rede for hovedtræk ved fotosyntese og respiration, herunder disse processers betydning i økosystemer.

9. klasse

- beskrive hovedtræk af nitrogens kredsløb i naturen og problemer, der knytter sig til brug af nitrogenholdig gødning i moderne landbrugsformer
- forklare fødens sammensætning, dens energiindhold og sundhedsmæssige betydning, herunder proteiner, kulhydrater og fedtstoffer
- kende til biologiske virkninger og anvendelser af ioniserende stråling.

Fælles trinmål for fysik/kemi og geografi

8. klasse

- anvende enkle fysiske begreber og sammenhænge i beskrivelsen af fænomener, der knytter sig til vejr og klima, herunder vands tilstandsformer, temperatur, tryk, luftfugtighed, gnidningselektricitet og vindhastighed.

9. klasse

- beskrive vigtige fysiske forhold med indflydelse på vejr og klima, herunder menneskelige aktiviteter der kan påvirke vejr og klima

- give eksempler og forklaringer på hvordan energiproduktion kan ske på bæredygtig måde i forskellige dele af verden.

Fælles trinmål for fysik/kemi, geografi og biologi

8. klasse

- beskrive hovedtræk af vands og kulstofs kredsløb i naturen
- kende til grundvandsdannelse i Danmark og forhold, der har indflydelse på vores muligheder for at indvinde rent drikkevand
- anvende it-teknologi til informationsøgning, dataopsamling, kommunikation og formidling.

9. klasse

- vurdere anvendelse af naturgrundlaget i perspektivet for bæredygtig udvikling og de interesseudsætninger, der knytter sig hertil
- gøre rede for hovedtræk af Jordens tilblivelse, de grundlæggende betingelser for liv og naturvidenskabelige forestillinger om Jordens og livets udvikling.

De fælles trinmål gælder ligeværdigt for 2 eller 3 fag. Det betyder fx, at målene kan og skal evalueres i de omfattede fag. Det har fx praktisk betydning i forhold til den løbende evaluering, de nationale test, den praktisk/mundtlige prøve (fy/ke) og de afsluttende it-baserede skriftlige prøver (bio og geo).

De fælles trinmål afspejler ikke nødvendigvis – mål for mål – bestemte flerfaglige undervisningstemaer. Men målene er i sig selv anledning til, at lærerne i fagene må planlægge dele af undervisningen i fagene sammen. I princippet kan flerfaglige mål tilgodeses i undervisningen på mindst 3 forskellige måder:

- gennem flerfaglig undervisning, hvor fagenes timer så at sige lægges sammen, og hvor lærerne indbyrdes aftaler deres respektive opgaver
- ved parallelle (samtidige) og koordinerede undervisningsforløb i de omfattede fag, hvor hvert fag anvender sin særlige vinkel på området
- ved at koordinerede undervisningsforløb i de enkelte fag følger efter hinanden på en hensigtsmæssig måde.

Alle 3 organiseringsformer kræver fælles planlægning. Den flerfaglige undervisning vil nok generelt give det bedste udbytte.

Forslag til flerfaglige undervisningsforløb

De flerfaglige trinmål, som er indskrevet i denne udgave af Fælles Mål, sigter mod at skabe et tættere samspil mellem fagene biologi, fysik/kemi og geografi, så synergieffekten mellem naturfagene kan udnyttes. De flerfaglige mål kan – som beskrevet tidligere – tilgodeses på 3 forskellige måder. Neden for er skitseret temaer, hvor to

eller tre af fagene samarbejdes med udgangspunkt et fælles trinmål.

Landbrugets udnyttelse af jorden til fødevarerproduktion, 8. klasse

Landskabsdannelsen under den sidste istid har haft stor betydning for jordbundsforholdene. Rundt omkring i Danmark er dyrkningsforholdene meget forskellige. Nogle steder er det overvejende sandjord, andre steder lerjord og atter andre steder blandinger. Jordens beskaffenhed har direkte indflydelse på den naturlige plantevækst, men jorden har naturligvis også stor betydning for landbrugsproduktionen – og dens påvirkning af miljøet. I undervisningen kan det give anledning til en række spørgsmål, som fx

- Hvordan er jordbundstyperne fordelt i Danmark?
- Hvordan er de forskellige jordbundstyper dannet?
- Hvordan er bosætningsmønstret i forhold til jordbundstyper og landskabsformer?
- Hvordan er forskellige landbrugsproduktioner fordelt i landet/i regionen i forhold til jordbrudstyper?
- Hvilke forskelle i dyrkningen af jorden er der mellem det konventionelle og det økologiske jordbrug?
- Hvordan bekæmper konventionelt henholdsvis økologisk jordbrug plantesygdomme og skadedyr?
- I hvilket omfang påvirkes miljøet ved forskellige former for jordbrug?
- Er der sammenhæng mellem de jævnlige forekomster af iltsvind i indre danske farvande og landbrugsdrift?

Ved eksempelvis at arbejde i flerfaglige forløb med sådanne spørgsmål, som også kan give anledning til praktiske undersøgelser i marken, kan de to fag opfylde det fælles trinmål for geografi og biologi på 7.-8. klassetrin:

“give eksempler og forklaringer på, at forskellige dyrkningsmønstre er afhængige af og har indflydelse på naturforholdene”

Ved samtidig at inddrage faget fysik/kemi i dette tematiske undervisningsforløb, som derfor må suppleres med flere tilhørende spørgsmål og problemstillinger, fx

- Hvordan opbygger de dyrkede planter energi og næringsstoffer?
- Hvilke stofkredsløb har betydning for planternes vækst – og hvilken betydning har vandkredsløbet i den forbindelse?
- Hvordan frigøres planternes bundne energi og næringsstoffer i fødekædens næste led?
- Hvor bliver energien og næringsstofferne af efter at have været gennem alle fødekædens led?

kan flere relevante fælles trinmål mellem både biologi og fysik/kemi samt mellem biologi, fysik/kemi og geografi blive tilgodeset:

“gøre rede for hovedtræk ved fotosyntese og respiration, herunder disse processers betydning i økosystemer.” (Fælles for biologi og fysik/kemi) – samt

“beskrive hovedtræk af vand og kulstofs kredsløb i naturen.”
(Fælles for biologi, fysik/kemi og geografi).

Jordens og livets udvikling, 9. klasse

Hvor kommer vi fra? Hvad var der før mennesket? Hvordan er Universet og Jorden opstået? Spørgsmålene har de fleste elever gjort sig forestillinger om allerede tidligt i deres skoleforløb. Når eleverne skal arbejde med naturfagene i overbygningen, bliver det muligt for dem for alvor at fordybe sig i mange aspekter af disse svære spørgsmål. Også i arbejdet med et sådant tema vil det være meget relevant, at eleverne arbejder tværfagligt, hvor faglærerne sikrer, at eleverne oplever undervisningen som en helhed – på højt fagligt niveau.

I et undervisningsforløb med temaet “Jorden og Livets Udvikling” vil eleverne især inddrage det biologiske område vedr. evolutionen og herunder sætte fokus på betydningen af faktorer som tilpasning, gener og mutationer, variation, isolation og selektion samt fødselsoverskud og konkurrence. Undervisningen bør desuden komme omkring de biologiske principper for artsdannelse og sammenhængen med biologisk mangfoldighed gennem eksempler på naturlige ændringer i økosystemer og deres betydning for den biologiske mangfoldighed.

Fra fysik/kemi-faget vil eleverne kunne sætte nogle tidligere kulturers forestilling om universets opbygning i perspektiv i forhold til nutidens forestilling om solsystemets opbygning. Hovedtræk af Jordens tilblivelse, de grundlæggende betingelser for liv og naturvidenskabelige forestillinger om Jordens og livets udvikling vil helt naturligt også blive inddraget.

Geografi-faget vil bidrage med at sætte fokus på de sammenhænge mellem pladetektonik og bjergkædedannelse, vulkanisme og jordskælv, der har skabt grundlaget for livets udvikling på Jorden.

Tilsammen får eleverne derved et dybere indblik i naturvidenskabelige forestillinger om, hvordan naturvidenskaben har opbygget vores viden om Jorden og livets udvikling, og derved en større forståelse af de komplicerede sammenhænge, der er baggrunden for nutidens viden – som jo ikke er endegyldig.

Et sådant undervisningsforløb, som her er antydnet, kan bidrage til at opfylde det fælles trinmål for fysik/kemi, geografi og biologi på 9. klassetrin:

“gøre rede for hovedtræk af Jordens tilblivelse, de grundlæggende betingelser for liv og naturvidenskabelige forestillinger om Jordens og livets udvikling.”

Faglighed

Der er et udbredt ønske om at højne fagligheden i naturfagsundervisningen i Danmark, hvilket først og fremmest er afledt af de noget nedslående resultater af flere PISA-undersøgelser, og af ROSE-undersøgelsen, der giver et billede af elevernes manglende interesse for de dele af naturfagene, der udgør indholdet i skolens naturfag.

Det er imidlertid ikke tilstrækkeligt blot at have et generelt ønske om at højne fagligheden. Man er nødt til at forholde sig til, hvilken form for faglighed der er tale om. Der kan således både være et ønske om at beskrive og præcisere *kernefagligheden* i det enkelte naturfag, at lade indholdet i højere grad være bestemt af *videnskabsfagernes* indhold og at beskrive og præcisere *skolefagernes* rolle i kompetenceudvikling og dannelse for den enkelte elev.

Kernefaglighed

Begrebet kernefaglighed lægger op til en definition af det, der står helt centralt i faget, altså kernen, set i forhold til det, der udgør omgivelserne for den. Når vidensmængden vokser eksplosivt, er det til tider nødvendigt med en sådan præcisering af, hvad der er det vigtigste i faget. Inspireret af den tyske pædagog Wolfgang Klafki kan man tale om paradigmatisk eksempler. Blandt de overvældende mange muligheder for at vælge indhold i undervisningen bliver det således den centrale pædagogiske opgave at vælge eksempler, som

- klart og tydeligt repræsenterer fagets metode og genstandsområde
- i den aktuelle kulturelle og samfundsmæssige situation er betydningsfulde
- på denne måde er aktuelle og nutidige.

Det stiller imidlertid store krav til den enkelte lærer, ikke mindst kravet om aktualitet. I valget af undervisningsindhold er der således hele tiden brug for dynamik og dømmekraft, men samtidig mulighed for at undgå formidling af forældet undervisningsstof, som ofte virker demotiverende på eleverne.

Set i et andet perspektiv kan begrebet kernefaglighed beskrive det forhold ved formidlingen af et fag, at der findes en fælles kerne, som alle elever skal præsenteres for og arbejde med, og at der uden om denne kerne findes en række områder, som elever i forskelligt omfang kan beskrive, forstå og perspektivere under anvendelse af bl.a. de kompetencer, de har erhvervet sig netop i arbejdet med kernen. Denne måde at formidle naturfagene på ligger meget tæt på en projektorganiseret undervisningsform.

Skolefag – videnskabsfag

Skolefaget fysik/kemi henter, som navnet antyder, faglige elementer fra videnskabsfagene fysik og kemi. Der indgår endvidere elementer fra en række tilgrænsende fag som astronomi, meteorologi og biokemi. Skolefaget bør imidlertid under ingen omstændigheder 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 antagelser og hypoteser samt empiriske undersøgelser og tolkning af resultater af disse undersøgelser. I tolkningen af resultater spiller 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 benyttede en model, hvor varme opfattes som et stof, medens den anden benyttede en model, hvor varme er en energiform, der er et resultat af omsætning fra en anden energiform. I en moderne opfattelse af naturvidenskab kan man således ikke tale om objektive observationer, idet enhver indsamling og fortolkning af data sker under indflydelse af det teoretiske perspektiv, der ligger til grund for observationen.

I skolefaget skal eleverne have indblik i, hvordan der arbejdes i videnskabsfagene. De skal derfor også arbejde med modeller, dataindsamling og fortolkning af data, men de skal naturligvis ikke være styret af videnskabsfagernes indre logik og stringens. De skal se videnskabsfagene som visionære og kreative fag, der medvirker til udvidelse af vores erkendelse og til udvikling af teknologien på godt og ondt i hverdag og samfund. Men videnskabsfagene er hele tiden i bevægelse, de har en foreløbig karakter og er de bedste foreløbige bud på en beskrivelse af vores fysiske omverden. Eleverne skal derfor se videnskabsfagene og deres beskrivelser af fænomener og årsagssammenhænge som noget, der er skabt af mennesker, og derfor også kan ændres af mennesker. Hertil kommer, at eleverne skal se eksempler på, hvordan de naturvidenskabelige fag spiller sammen i udvikling af vores erkendelse og i udviklingen af moderne teknologi, (jf. fagformålets stk. 3).

Brug af modeller

I videnskabsfagene arbejder man i stor udstrækning med modeller af virkeligheden, men også i skolefaget spiller brugen af modeller en stor rolle i forbindelse med læring af fysiske og kemiske teorier og forklaringer. Som lærer må man nøje overveje, hvilke modeller man kan og bør anvende i forskellige sammenhænge. Det handler både om den enkelte models gyldighedsområde og dens brugbarhed i formidlingen til eleverne.

Mange elever opfatter fysik/kemi som et svært fag, og en af grundene kan være, at de har en opfattelse af, at der er et krav om, at de skal kunne forstå de fænomener og sammenhænge, som udgør indholdet i undervisningen. Brug af modeller i undervisningen kan være et middel til at beskrive fænomener og sammenhænge. Men undertiden har eleverne svært ved at forstå, at modellen bliver brugt til at beskrive og 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 beskrive og forstå, og hvad det er, der skal forstås.

Brug af modeller og billeder i undervisningen er vigtige redskaber som hjælp til beskrivelse og forklaring. Men det kan være forvirrende, at brugen af ordet model kan betyde så meget forskelligt, lige fra at være et matematisk udtryk for en fysisk sammenhæng til en fysisk model af en damp turbine.

Analogier

Analogier benyttes ofte i undervisningen. Fx kan elektrisk strøm beskrives ved at sammenligne med et vandkredsløb. Den slags forklaringer, hvor noget opfører sig ligesom noget andet, kan være gode at bruge for at give eleverne konkrete billeder at forholde sig til. Men det er vigtigt kun at bruge modellen, så langt analogien rækker, og gøre begrænsningerne i modellen klar for eleverne. Værdien af modellen afhænger af, om eleverne har bedre kendskab til analogien end den virkelighed, den skal forestille.

Fysiske modeller

I undervisningen bruges ofte forenklede modeller til at vise principper i fx en dynamo eller en transformer. Modellen har i denne situation en værdi i sig selv, idet den selv virker som en dynamo eller en transformator samtidig med, at den er en model af virkelighedens apparat.

Arbejdet med modeller kan være en god hjælp til at forklare dele af virkeligheden, men der vil altid være noget, som modellen ikke får med. Når eleverne fx bygger sømbræthuse eller tredimensionale modeller af huse for at arbejde med principper for elinstallationer i hjemmet, er det ikke strengt nødvendigt, at modellerne ligner rigtige hjem. Men i et stort antal klasser, som har arbejdet med den 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.

Molekylmodeller i form af farvede plastkugler benyttes ofte i undervisningen. Molekylmodeller er velegnede som hjælp til, at eleverne lærer et kemisk tegnsprog og får indhold i begreber som grundstof, kemisk forbindelse og molekyle. Endvidere kan arbejdet med molekulmodeller



Cavendish-laboratoriet lørdag den 22. februar 1953. Watson (til venstre) og Crick med deres model af DNA-strukturen.

bidrage til forståelse af, hvad kemiske formler og reaktionsskemaer repræsenterer. Men mange elever kan sidde med en fornemmelse af, at de skal forstå, hvorfor hydrogen er hvid, oxygen rød og nitrogen blå, – og hvorfor er der kun et hul i de grønne kugler og forskelligt antal huller i de gule kugler? Her kan det være på sin plads at informere eleverne om, at plastikkuglerne er konstrueret ud fra en række kendte data om grundstoffer og kemiske forbindelser. I den sammenhæng kunne en fortælling om Watson og Cricks beskrivelse af DNA's struktur i 1953 måske være på sin plads.

De benyttede sig netop af fysiske modeller i deres beskrivelse af dobbeltspiralen i DNA.

Diagrammer, illustrationer og symboler

Det omtalte sømbrædthus er i sig selv en forenkling af virkeligheden, og det næste trin i forenklingen er repræsentationen i form af diagramtegninger af husets elektriske installationer. Eleverne skal gennem undervisningen også lære at arbejde med arbejdstegninger og diagrammer som endnu et eksempel på modeller. I arbejdet med diagrammer af elektriske kredsløb er det også hensigtsmæssigt at arbejde med enkle diagramsymboler.

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 en tekst i en bog eller på nettet. 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 pendullængde og svingningstid.

Når fysiske sammenhænge skal undersøges, er det vigtigt som en indledning til undersøgelserne at vælge, hvilke fysiske størrelser der skal varieres, og hvilke der holdes konstant. Man skal også omhyggeligt fastlægge, hvilke tilnærmelser og antagelser der foretages. Denne form for planlægning af undersøgelsen er mindst lige så vigtig som selve undersøgelsen, og for elevernes læringsmæssige udbytte er det helt essentielt.

Computeren er et helt centralt hjælpemiddel, når man arbejder med matematiske modeller. Man har mulighed for bearbejdning af store mængder data, og man undgår problemer med at skulle konstruere opstillinger, som fx kun giver resultater med pæne runde tal.

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 simuleringer ved hjælp af computer-programmer.

Simuleringer

Computeren giver også mulighed for andre former for arbejde med modeller. Eleverne kan udføre afprøvninger inden for modellens gyldighedsområde. I et astronomiprogram kan eleverne fx se billeder af stjernehimlen til forskellige tider og på forskellige steder på Jorden, følge planeters gang mellem stjernerne og finde opgangstider for sol og måne.

Simulationsprogrammer kan give mulighed for at arbejde med eksperimenter, som ellers ikke kunne udføres, fx ved at simulere satellitopsendelse eller styring af el-produktionen på et kraftværk. Der kan hentes forskellige mindre programdele på nettet, de såkaldte physlets: <http://webphysics.davidson.edu/physletprob/default.htm>

Fagets undervisningsmæssige rammer

En skole skriver på sin hjemmeside:

“Vi har samlet fysik/kemiundervisningen for 8. og 9. klassetrin i det første halve år af skoleåret. – 8. og 9. klassetrin har en ugentlig naturfagsblok på fire lektioner. – Der er også to naturfagsuger i løbet af året. – 9. classes eleverne går til afsluttende prøve i januar måned.”

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 og gør det også lettere at arrangere mindre ekskursioner samt undersøgelser på skolen eller i skolens nærmeste omegn.

På nogle skoler læses fysik/kemi som semesterlæsning, og skolerne kan benytte sig af muligheden af at gennemføre prøven i december/januarterminen. Semesterlæsningen giver en række fordele, idet faget bliver mere 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 klokke timer, uafhængig af på hvilken måde undervisningen organiseres.

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

Projekt- og emneorienteret undervisning er i god overensstemmelse med de arbejds måder, der tilstræbes i den naturfaglige undervisning. Projektuger, fordybelsesuger, skemafrie uger og lignende perioder bør tilgodeses alle skolens fag og derfor også fysik/kemi.

Pas på timetallet: I den daglige skolepraksis forsvinder skemalagte timer til forskellige andre formål. Det er derfor vigtigt hele tiden at have overblik over det læste antal timer, så fagområdets minimumstimetal er overholdt. Timetallet i klokke timer fremgår af timefordelingsplanen: <http://presse.uvm.dk/nyt/pm/plan.htm>

Følgende tekst er hentet fra en artikel i "Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser (2003)":
<http://pub.uvm.dk/2003/naturfag2>

"De helt nødvendige initiativer til at skabe en mere engagerende skole har haft katastrofale konsekvenser for skolens mindre fag og herunder naturfagene. Som et beskrivende eksempel kan nævnes undervisningstiden i fysik/kemi i perioden fra starten af 1980'erne og frem til seneste lovændring i 1993. En karakteristisk kommunal timefordelingsplan på en bestemt skole tildelte fysik/kemi to lektioner ugentligt på 9. klassetrin eller mere korrekt formuleret 80 lektioner om året. En årsnorm på 80 lektioner har længe været en illusion, og et typisk tal i 9. klasse ligger omkring de 56 lektioner. Siden lovændringen

i 1993 er udviklingen med et faldende timetal blevet accentueret. Et konkret eksempel fra planlægningen af skoleåret 2002/03 viste et timetal i 9. classes fysik/kemi, hvor to ugentlige lektioner på skemaet var blevet til cirka 50 lektioner. Erkendelsen af den katastrofale udvikling skete heldigvis på et tidligt tidspunkt i skolens planlægning. Ledelsen forstod situationen og tilførte yderligere 12 lektioner. Årsagen til det lave timetal på 9. klassetrin er, at klasserne typisk kun undervises i faglige rammer cirka tre fjerdedel af året, og den sidste fjerdedel går til prøveafholdelse, praktik, lejrskole, projektarbejde etc."

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 en hensigtsmæssig progression i folkeskolens naturfagsundervisning fra børnehaveklassen til 9./10. klassetrin. Endvidere skal sammenhængen mellem de forskellige naturfag, der ligger på samme klassetrin, øges. Der er nu indført flerfaglige trinmål, der spænder over 2 eller 3 af naturfagene, og læreren i fysik/kemi må derfor meget tættere end før samarbejde med sine kolleger i biologi og geografi. Samarbejdet må omfatte samordning af årsplaner, så fagene mere hensigtsmæssigt end før bygger på hinanden, og et egentligt fællesskab i perioder, hvor timerne så at sige lægges sammen i flerfaglige forløb.

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. Samarbejdet vil med andre ord bidrage til at styrke skolens naturfaglige kultur og bidrage til, at børn får et mere sammenhængende billede af naturfagenes rolle og betydning.

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 den praktiske organisering 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 forskellige synsvinkler. 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 "jernalderen" i historie kan udbygges med kemisk fremstilling af jern.

Tilrettelæggelse og gennemførelse af praktisk undersøgende arbejde er traditionelt knyttet til de fag, som involverer laboratoriearbejde 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.

Hvis en klasse i et tværfagligt emne arbejder med den kommunale renovation, kan fysik/kemi indgå 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 fx astronomi (Tycho Brahe). 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 og brug af atombomben 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, fx gennem skolens udadrettede aktiviteter som 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 nitrogenkredsløbet i de områder, hvor de lokale vandboringer bliver lukket på grund af for høj nitratkoncentration. Det vil være naturligt at arbejde med kulstoffets kredsløb 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 oplagt i byer med store industrihavne eller navigationsskoler. I områder med naturgenopretning af vandløb og søer vil det være relevant at behandle et NPO-tema (Nitrogen, Phosphor, Oxygen-tema). Har man en plastfabrik i sit nærområde, er plast et oplagt emne. Hvilket materiale har revolutioneret og beriget vor hverdag med så mange nyskabelser og nye muligheder som netop plast? Plast har mange facetter: råstoffer, design, produktion, anvendelse, nedbrydning og deponi.

Slutmålene i faget fysik/kemi udpeger nogle centrale områder, som eleverne skal opnå sammenhængende indsigt i. Men det enkelte slutmål skal ikke ses som udgangspunkt for tilrettelæggelse af undervisningen.

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.

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 sigte mod flere af slutmålene og inddrage stof fra både fysik og kemi.

I kundskabs- og færdighedsområdet "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 vigtige stofkredsløb i naturen."

Her vælger læreren, i samråd med eleverne, et relevant emneområde. Det kan fx handle om kulstofkredsløbet, affaldsbehandling, genbrug af metaller, vandkredsløbet osv. Uanset hvad man vælger at behandle, vil der også sigtes mod 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.

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 forskning, 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. Eller eleverne modtager oplysninger fra det lokale elværk via internettet og har derfor brug for en internetopkobling, datalogger og dertilhørende programmer.

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 at lodde, 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. Samtidig skal læreren have et øje for, at både arbejdsmiljø- og sikkerhedskrav til enhver tid er overholdt.

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 i opslagsbøger og på internettet. Senere undersøger eleverne nogle af kemikalierne for at kontrollere, om de nu også indeholder de ioner, der er angivet på varedeklarationen. I den forbindelse arbejdes der med faresymboler og regler for opbevaring. Laboratoriets sikkerhedsudstyr som forklæder, briller, øjenskyllflasker, brandudstyr mv. inddrages også i undervisningen sammen med lidt elementær førstehjælp.

En 8. klasse er i gang med et projekt om vand og vandforurening i samarbejde med 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 oxygen (ilt), mens en tredje gruppe måler vandets pH-værdi og undersøger vandet for forskellige salte. Udstyret er færdige sæt, som eleverne både kan anvende "ude i marken" og hjemme i laboratoriet sammen med det faste udstyr. De medbragte dataloggere gemmer alle måleresultater, som bliver tilgængelige, når de senere sættes til computerne hjemme i laboratoriet. Eleverne kan derfor hurtigt og nemt behandle talmaterialet med særlige grafiske pro-

grammer hjemme på skolen og lave en nydelig og klar grafisk fremstilling af resultaterne.

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 en computersimulering af, hvordan stjernehimlen så ud, da de blev født og i år 1. Der læses en række bøger om berømte astronomer fra dengang, astronomi og astrologi hørte sammen, og man diskuterer, hvorfor og hvordan astronomi udskilte sig som en videnskab. Emnet afsluttes med billedserier hentet via internettet fra fx NASA' mange hjemmesider om forskellige galakser, heriblandt billeder fra Hubble og en computersimulering af universets skabelse. Senere bruges det hele til en delvis interaktiv udstilling i fysik/kemilokalet, så andre kan få glæde af deres optegnelser og oplevelser. Evt. vises udstillingen på en af skolens interaktive tavler.

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 eventuelle mutationer, og et par elever læser om Hiroshima og Nagasaki i bøger og på internettet og ser historiske filmklip.

Undervisnings- og læringssituationer betinges til en hvis grad af de fysiske rum, hvori disse aktiviteter udfoldes. I faget fysik/kemi indgår en del forskellige arbejdsituationer, 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.

Hver af disse situationer stiller forskellige krav til lokaliteterne. Her kan man med fordel overveje, fordelene ved at bryde med strengt fagopdelte faglokaler og i stedet for indrette naturfagsområder, hvori alle naturfaglige lokaler indgår sammen med eventuelle fællesområder eller rum uden for faglokalerne – områder, som naturfagene kan være fælles om. 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 og sikkert arbejdsmiljø.



Elevers 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 undervisningsmaterialer 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?
- Hvilke former for udstyr – tavler, interaktive 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 betyde-

lig 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.

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 arbejdssituationer 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?
- Hvilke undervisningsmaterialer skal lokalet kunne rumme?
- Hvordan kan lokalets indretning befordre projektorganiseret undervisning?
- Hvordan sikres størst mulig fleksibilitet?
- Hvilke former for 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, og der skal udarbejdes præsentationer. 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, hos specialister og på internettet. Både den valgte form og graden af informationsøgning på den enkelte skole og i klassen er afhængig af organisationsformerne både i undervisningen og i bygningernes indretning.

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 hjembringes forskelligt materiale til nærmere analyse i laboratoriet.

Lokalernes organisering og beliggenhed

Fysik/kemilokalerne kan med fordel placeres som en del af skolens 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 elevernes 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." I vejledningen af 10. januar 1995 præciseres det skærpede tilsyn.

Undervisningsministeriets bekendtgørelse nr. 38 af 10. januar 1995:
<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=72919>

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.

• Stoffer og materialer:

Elever og studerendes arbejde med stoffer og materialer er reguleret af arbejdsmiljølovens udvidede område. Med hensyn til, hvilke regler der gælder, når man udfører praktiske øvelser af arbejdsmæssig karakter, siger visionsrapport 2009 på side 21 følgende: "Visse af lovens hovedbestemmelser om bl.a. arbejdets udførelse, stoffer og materialer og tekniske hjælpemidler hører under arbejdsmiljølovens udvidede område".

Følgende AT-meddelelse har fokus på brugen af stoffer og materialer i folkeskoler og gymnasier:

AT-meddelelse nr. 4.01.7 af september 1998 om "Elevens anvendelse af stoffer og materialer i grundskolen".
<http://at.dk/sw4662.asp>

AT-meddelelse nr. 4.01.9 af januar 1999 om "Elevens praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser"
<http://dcum.dk/neobuilder.php?id=200503291346800000030891>

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.

Det er Arbejdstilsynet, som fører tilsyn med og rådgiver inden for området. På Arbejdstilsynets hjemmeside www.at.dk kan man finde relevant AT-materiale og adresser på de lokale AT-afdelinger.

Det er ikke nemt at skaffe sig et sikkert overblik over de lovmæssige krav til undervisningslokaler, -materialer og -miljø. Men DCUM, Dansk Center for Undervisningsmiljø, et uafhængigt statsligt center, er et sted at begynde: <http://www.dcum.dk/dcum>

- **Arbejdsmiljø:**
BAR er en forkortelse for BrancheArbejdsmiljøråd. BAR Undervisning & Forskning (U&F) kortlægger de enkelte branchers særlige arbejdsmiljøproblemer og hjælper virksomhederne med at løse dem ved bl.a. at lave information, temamøder, uddannelse og foreslå forskning. På baggrund af Arbejdsmiljørådets 2010-handlingsplan har BAR U&F udarbejdet en brancheret plan, som indeholder rådets prioriterede indsatser for årene 2008-10.
Se http://www.arbejdsmiljoweb.dk/Om_arbejdsmiljoweb/BAR_U_F.aspx
- **Risikomomenter i undervisningen:**
På BAR U&F's informationshjemmeside: <http://www.arbejdsmiljoweb.dk/> kan en branchevejledning om risikomomenter i undervisningen downloades eller bestilles: "Når klokken ringer", udgivet af Branchearbejdsmiljørådet, Undervisning og forskning –
Man skal være opmærksom på evt. ændringer: http://www.arbejdsmiljoweb.dk/Din_arbejdsplads/Undervisning/Materiale_undervisning/Naar_klokken_ringer.aspx
- **El, gas og vand:**
El-branchen, gas og vvs-branchen sorterer under Sikkerhedsstyrelsen, der fungerer som tilsynsmyndighed på disse områder – også på skolen. Styrelsen sørger for, at stærkstrømsbekendtgørelsens bestemmelser overholdes, og påtaler overtrædelser. <http://www.sik.dk/>

- **Strålebeskyttelse:**
Ved tvivlsspørgsmål vedrørende ioniserende stråling, er det Statens Institut for Strålebeskyttelse, man skal henvende sig til.
<http://www.sst.dk/Sundhed%20og%20forebyggelse/Straalebeskyttelse.aspx>
Det er et institut under Sundhedsstyrelsen. Institutet varetager myndighedsopgaver af strålebeskyttelsesmæssig karakter inden for de områder, hvor der anvendes ioniserende stråling, særligt i forbindelse med medicinsk anvendelse og inden for industri, forskning og miljø.
- **Anden hjælp:**
Der vil ofte i nogen udstrækning være hjælp at hente hos de faglige foreninger, fx Danmarks Fysik- & Kemi-lærerforening: <http://www.fysik-kemi.ffw.dk/>, ligesom Undervisningsministeriets fagkonsulent vil kunne hjælpe med råd og vejledning i særlige tilfælde.

De centrale kundskabs- og færdighedsområder

De fire forskellige kundskabs- og færdighedsområder udtrykker forskellige perspektiver eller vinkler på undervisningen i fysik/kemi. I "Fysikkens og kemiens verden" er perspektivet, hvad fagene som videnskabsfag grundlæggende beskæftiger sig med, udtaler sig om og søger at forklare. Med andre ord grundlæggende fysiske og kemiske fænomener, begreber, teorier og modeller. I "Udvikling af naturvidenskabelig erkendelse" er perspektivet historisk og udviklingsmæssigt med sigte på, hvordan man i fagene har anskuet og forklaret verden til forskellige tider og udformet verdensbilleder af makrokosmos og mikrokosmos. I "Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund" ser man på vigtige anvendelser af faget i dagligdagen, fx energiproduktion, anvendelse af råstoffer, produktion af stoffer og materialer, kommunikation og affaldsbehandling. Arbejds måder og tankegange er det perspektiv, der synliggør arbejds måder og tankegange, som er karakteristiske for arbejdet med fysik og kemi – og som i øvrigt med tiden har vist sig nyttige i mange andre sammenhænge.

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.

De enkelte kundskabs- og færdighedsområder er med andre ord ikke rammer for opdeling af indholdet. Tværtimod vil ethvert undervisningsforløb rumme elementer fra flere 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 skal kunne referere til "virkeligheden". Det vil fx i arbejdet med atommodeller af plast (omtalt i afsnittet om faglighed) betyde, at det ikke er ligegyldigt, hvordan man bygger molekylerne. En molekylmodel skal kunne repræsentere et virkeligt eksisterende molekyle. I naturfagene er det et ønske at reducere det komplicerede til noget, der bliver enkelt, og at opbygge et simpelt og præcist begrebsapparat.

Modeller – elevernes arbejde med modeller, deres nytte, men også deres begrænsninger – spiller en meget væsentlig rolle inden for naturfagene. 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 (trinmål efter 8., 9. og 10. klasse) 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.

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 i et samspil mellem observationer, tankevirksomhed, og eksperimenter. I fysik og kemi er der rigtig gode historiske eksempler, der kan belyse, hvordan erkendelsen i fagene har udviklet store forståelser i form af verdensbilleder (makrokosmos, solsystemet og universet) og mikrokosmos (atomernes og molekylernes verden).

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 samfundskulturens selvpfattelse både nutidig og historisk spiller en vigtig rolle, når man i undervisningen beskæftiger sig med udviklingen af naturvidenskabelig erkendelse.

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

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.

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.

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.

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 tilegner 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. 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, vurdere og formidle undersøgelser.

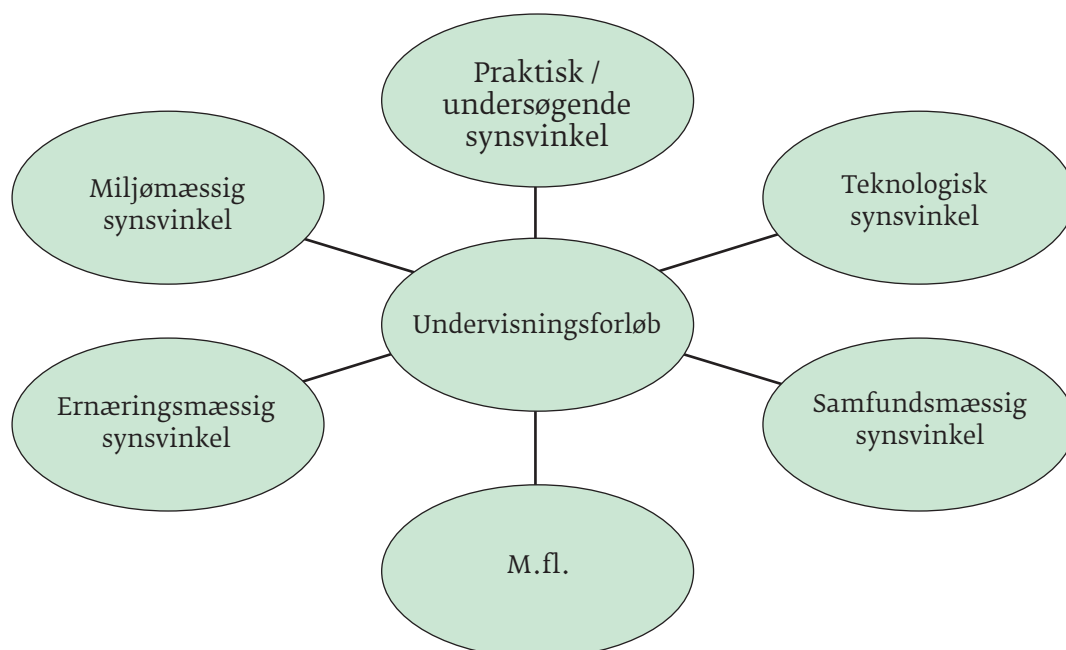
Arbejdet med fagets arbejds måder og tankegange inddrager både fagets praktiske og teoretiske dimensioner. Der er dog ingen nødvendig parallel mellem den måde, videnskabsfolk finder frem til ny viden på, og den måde elever tilegner sig ny viden på. Det praktiske arbejde bruges fx ofte til at anskueliggøre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

Vinkler på undervisningen

I læseplanen beskrives, hvordan fysik/kemi beskæftiger sig med fænomener i vores omverden, som kan beskrives ved hjælp af fysiske og kemiske begreber, samt behandler udvikling af erkendelse som samspillet mellem teori, observationer, undersøgelser og eksperimenter.

Når der arbejdes med emner, temaer eller områder inden for fysik/kemi, er den praktisk undersøgende vinkel dominerende. Afhængig af elevernes interesseområder, nærmiljøets muligheder, aktuelle emner og problemstillinger eller oplevelser af naturfænomener er der mange muligheder for at vælge forskellige vinkler til at belyse et område. Ifølge læseplanen skal der med udgangspunkt i trinmålene arbejdes med miljømæssige, teknologiske og samfundsmæssige synsvinkler.



Det vil næppe være hensigtsmæssigt, at en klasse udelukkende arbejder ud fra én synsvinkel. Emnets karakter, elevernes udvikling eller deres interesser gør det nødvendigt at vurdere, om et emne eller tema skal ansues fra en anden vinkel end den, klassen eller den enkelte elev normalt har brugt. Der kan i en klasse være elever, som ønsker at arbejde primært med den teknologiske eller miljømæssige side af et emne eller tema, mens andre ønsker at arbejde med den praktiske 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.

Det er vigtigt, at læreren opmuntrer den enkelte elev til at vælge varierede arbejdsformer og indfaldsvinkler.

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.

Boligen kan 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.

I et forløb, der drejer sig om energi og fordele og ulemper ved forskellige energikilder, er det oplagt 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.

En praktisk og undersøgende aktivitet kan også være, når en gruppe elever efterligner et eksperiment for at få en dybere indsigt i en årsag/sammenhæng. Det kunne for eksempel være H.C. Ørsteds arbejde med elektricitet og magnetisme, der førte til opdagelsen af, at der omkring enhver strømførende ledning opstår et magnetfelt.

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

Det er vigtigt at understrege, at der i ethvert forløb i fysik/kemiundervisningen må tilstræbes en høj grad af praktisk og undersøgende arbejde.

Den miljømæssige indfaldsvinkel

Problemstillinger af miljømæssig art står også meget centralt i faget fysik/kemi. Eleverne skal i løbet af deres fysik/kemi-undervisning opnå evnen til at kunne tage stilling til og diskutere forskellige forhold, bl.a. menneskets påvirkning af miljøet samt begrebet bæredygtighed. Når en klasse arbejder med et miljømæssigt perspektiv, kommer eleverne til at arbejde meget med ressourcer og sammenhænge.

I forbindelse med et forløb om emballage og brug af forskellige materialer hertil kan eleverne se på, hvilken påvirkning plast og aluminium har på ressourceforbruget, miljøet og affaldsmængden fra fremstilling til anvendelse, genanvendelse eller deponering.

Det moderne samfunds energibehov er stort. Eleverne kan arbejde med, hvordan samfundet kan skaffe sig den nødvendige energi ved omsætning af fossile brændsler, kerneenergi, alternative energikilder, 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 omkostningers størrelse. Her bliver bæredygtighed et vigtigt omdrejningspunkt, når eleverne skal give eksempler på, hvordan energiproduktionen hensigtsmæssigt kan ske i Danmark og i andre dele af verden.

Eleverne kan i et arbejde med intensive landbrugsformer vurdere, hvilke krav dette stiller til tilførslen af næringsalte til afgrøderne og virkningen for miljøet. Eleverne kan undersøge forskellige saltes betydning for udvalgte afgrøder, og hvordan disse salte kan fremstilles i form af kunstgødning. Eleverne 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 næringsalte i vandløb og søer.

Den teknologiske indfaldsvinkel

Behovet for teknologi har været med til at fremme en udvikling af praktisk og teoretisk viden. Tag blot eksemplet med rumfartsteknologien. Eleverne skal opnå kendskab til, at teknologiudviklingen er tæt forbundet med fysisk og kemisk viden.

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 store afstande, fx ved hjælp af mobiltelefoner, kommunikationsmaster, satellitter mv.

I forbindelse med et arbejde om sæbe kan eleverne se på, hvordan forskning i enzymteknologi har givet nye muligheder for vaskepulverindustrien, og dette kan være udgangspunktet for en dialog omkring fordele og ulemper ved forskning i ny teknik og nye produkter.

Den samfundsmæssige og historiske indfaldsvinkel

Ifølge læseplanen skal undervisningen se på både de positive og negative sider af samfundets brug af fysiske og kemiske opdagelser og opfindelser. Hvilke konsekvenser har det for vores nuværende og kommende generationer? Eleverne skal gerne opnå handlekompetence i forhold til disse problemstillinger.

Kernekraft og forskning i kerneenergi giver rig mulighed for en historiske og samfundsmæssige indfaldsvinkel. Manhattanprojektet og Tjernobylyllykken er to eksempler, hvor eleverne kan se på det historiske aspekt, men som også giver mulighed for et forløb, hvor eleverne opnår viden, som gør dem i stand til at diskutere og tage stilling til den samfundsmæssige debat om fordele og ulemper ved atomkraft.

Hvis eleverne arbejder med et forløb, som omhandler råstofudnyttelse eller affaldsproblematik og spørgsmål om genanvendelse eller deponering, er det oplagt at undersøge forholdene i lokalområdet eller finde aktuelle artikler, som kan belyse problematikken lokalt og globalt.

Elevforudsætninger

Elevforudsætninger

I faget fysik/kemi har der altid været lagt vægt på elevernes selvstændige arbejde. I bestemmelserne har der altid været lagt vægt på det praktiske arbejde, såvel i som uden for laboratoriet. En af begrundelserne har været, at ny viden og erkendelse i videnskabsfagene skabes i vekselvirkning mellem teori og eksperiment.

Det praktiske arbejde er desuden en væsentlig kilde til elevernes læring. 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 for 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.

Tosprogede elever

Ethvert fagområde har sit særlige sproglige register, dvs. de sproglige mønstre, der gør sig gældende, når fagfolk bruger sproget, og som er bestemt af fagets genstandsområde og den funktion, faget har. Dette faglige register kommer til udtryk i bl.a. teksters opbygning, mundtlige og skriftlige formuleringer og det fagspecifikke ordforråd. I klasser med tosprogede elever må faglæreren derfor tilrettelægge en undervisning, som skaber gode betingelser for tilegnelse af det faglige såvel som det fagsproglige stof. Tosprogede elever har for manges vedkommende kun fagundervisningen til at tilegne sig det faglige register, inkl. de førfaglige ord, og deres udgangspunkt på andetsproget er ofte utilstrækkeligt i forhold til, hvad der forudsættes i undervisningen og i læsning af fagtekster.

Det betyder, at nogle tosprogede elever ikke har de sproglige ressourcer på andetsproget, som skal være på plads for at tilegne sig det nye sprog, nemlig fagsproget, og konsekvensen er, at de skal tilegne sig nyt vha. nyt.

Ud over de egentlige fagudtryk, som er nye for alle elever, rummer fagsprog sædvanligvis mange ord og begreber, som ikke er hyppigt forekommende i hverdagssproget, og derfor ikke nødvendigvis beherskes på andetsproget dansk. Det er de såkaldte førfaglige ord og begreber, fx *landbrug, cirkel, fjer*.

Forud for tilrettelæggelsen af undervisningen bør man overveje, hvilke fagsproglige udfordringer der ligger i det pågældende tema:

- Hvilke fagsproglige mål kan der opstilles for et givent emne? Hvilket relevant fagsprog skal eleverne tilegne sig gennem undervisningen?

- Hvilke kommunikative mål lægges der op til i trinmålene i det pågældende faghæfte?
- Hvilke sproglige kompetencer skal eleverne have for at læse fagteksterne? Kender de fx de relevante ord og begreber? Og kender de den særlige måde, hvorpå en fagtekst formidles i det pågældende fag?

Undervisningens indhold

Planlægning af undervisningsforløb

Det er en væsentlig forudsætning for elevernes engagement, at de kender til begrundelserne for, at netop dét 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 undervisningen, som kan være med til at styrke elevernes engagement og læring i naturfag. Der er således mange muligheder for at variere de pædagogiske hjælpemidler i undervisningen.

Der kan være et ønske om samarbejde på tværs af klassetrinnet, eller der kan være planlagt et tværfagligt emne i klassen, hvor flere af klassens fag indgår. Der er i trinmål for fagene biologi, fysik/kemi og geografi skrevet en række trinmål, som er ens for to eller alle tre naturfag.

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.

Spørgsmål om "Hvor kommer vi fra, og hvor skal vi hen?" er der fokus på både i astronomi og religion. Tværfaglige emner mellem fysik/kemi og kristendomskundskab er en oplagt mulighed for, at eleverne kan få indblik i forskelle fags behandling af nogle af livets store filosofiske spørgsmål. Naturvidenskaberne har fx sit bud på verdens tilblivelse og livets udvikling, som adskiller sig væsentligt fra de religiøse skabelsesfortællinger.

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 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, og 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 situation vil det være let, dels at vælge det faglige udgangspunkt, dels at fremkalde elevernes erindringer på det faglige område. I andre tilfælde kan det være sværere at finde frem til elevernes viden og forståelse, opnået gennem den foregående undervisning. På den enkelte skole må der opbygges en praksis, der sikrer et samarbejde mellem naturfagslærerne, således at biologi-, geografi- og fysik/kemiundervisningen kan foregå med udgangspunkt i kendskab til elevernes forudsætninger fra natur/teknik.

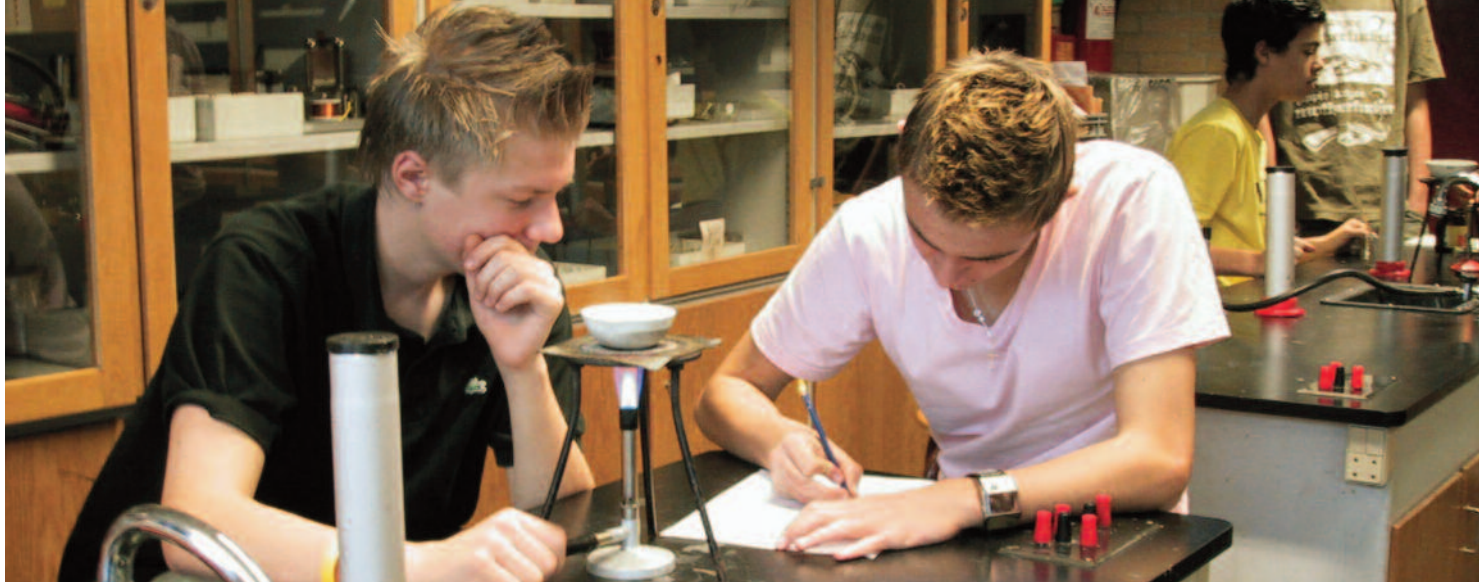
Elevindflydelse

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 det handle om den enkelte husholdnings anvendelse af energi og derudfra en perspektivering til hele samfundet? Skal der arbejdes med principper for energi-produktion med fokus på brugen af fossile brændsler over for anvendelse af vedvarende energikilder? Eller skal der arbejdes med ressourceforsyningen, miljøet og affaldsmængden?



Eleverne kan være med til at bestemme, hvordan der skal arbejdes. Skal klassen fx deles op i 2 arbejdsgrupper, hvor den ene gruppe arbejder med energiforsyningen i Danmark, mens den anden arbejder med den enkelte husstands brug af energi. Arbejdet kan munde ud i en "meningsudveksling" – et rollespil om dilemmaet mellem den enkelte husstands behov og samfundets muligheder.

En anden opdeling af klassen kunne være i tomandsgrupper, der fik til opgave at arbejde med et apparat til energiforsyning. Nogle kunne arbejde med solceller, mens andre arbejdede med termogeneratore og andre igen med brændselsceller. Der kunne også være et par grupper, der havde fokus på anvendelse af fossile brændstoffer.

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 fordeles 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 skrivearbejdet 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 én, som er god til at regne i hver gruppe, og i en anden situation er det måske én med 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 samarbejdet i gruppen.

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.

Man skal være opmærksom på, at nogle elever har vanskeligt ved at arbejde med emner, der rækker over lange perioder som fx 4-6 uger. De finder det uoverskueligt og vil hellere, at man inden for få lektioner kunne afslutte et arbejde, mens andre finder det givtigt at fordybe sig i et emne over en længere periode. Det er vigtigt at variere tilrettelæggelsen af undervisningen således, at begge gruppers behov kan opfyldes.

Eksemplet med samfundets energiforsyning kræver en længere periode, mens et arbejde med syre/base-titrering kan tilrettelægges således, at det praktiske arbejde kan afsluttes og evalueres inden for 1 til 2 lektioner.

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 bør være i stand til at honorere ved 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.

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.

Brug af sprog og læsning

Det er af stor betydning i faget fysik/kemi, at klassen og læreren taler om, hvorfor og hvordan det praktiske og eksperimentelle arbejde skal indgå i undervisningen. Det får betydning for elevernes brug af den sproglige kommunikation, elevernes forhold til skolefaget fysik/kemi, elevernes interesse i erkendelsesteoretiske aspekter og elevernes refleksion over undervisningen. Når læreren og klassen indledende taler om, hvorfor et bestemt laboratoriearbejde skal udføres i fysik/kemiundervisningen, viser der sig en tydelig effekt på elevernes positive opfattelse af undervisningssituationen.

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 de iagttagelser, der gøres i forbindelse med det praktiske arbejde.

Det er af betydning at benytte et fagsprog, dels for at fremme den gensidige forståelse mellem afsender og modtager i en kommunikation, dels for at øge elevernes muligheder for at læse og forstå litteratur med naturfagligt indhold. Læreren skal være opmærksom på, at mange fagtermer anvendes forskelligt i hhv. naturfaglige sammenhænge og i hverdagssammenhæng: fx er begrebet alkohol i naturfaglig sammenhæng betegnelse for en gruppe af kemikalier, hvor det i hverdagssammenhæng ofte opfattes som et enkelt kemikalie. Ligeledes med begrebet salt.

De materialer, læreren tilbyder eleverne, bør omfatte varierede tekstformer og medier til formidling af det valgte undervisningsindhold. Læreren skal ligeledes være opmærksom på at vejlede eleverne i brug af forskellige teksttyper i "den faglige læsning". 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", brug af hjemmesider, aviser 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.

Elevernes formidling af arbejdet i fysik/kemi

Formidling af udbyttet af både det praktiske arbejde i fysik/kemi og af teorien, der anvendes for at beskrive disse iagttagelser, er meget vigtig, da en sådan formidling dels er med til at klargøre og uddybe elevens egen læring, dels er et middel til evaluering af undervisningen.

Eleverne kan enten individuelt eller samlet i klassen føre logbog over, hvad der er arbejdet med i undervisningen. Grupper af elever kan under laboratoriearbejdet føre logbog over forsøg og resultater med bemærkninger om deres egne forestillinger, forventninger, hypoteser og overvejelser undervejs.

I forbindelse med arbejdet med el-forsyningen 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 mindmapping, rapporter, forsøgsbeskrivelser, artikler om et naturfagligt emne, argumenterende tekster eller "klassens egen lærebog".

Evaluering

Nogle elever har slet ikke fornemmelsen af, at de lærer noget, når de arbejder praktisk i faget. Det gælder særligt 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 idéer, som eleverne udtrykte ved begyndelsen af arbejdet med et tema eller stofområde. Derved bliver 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 ved afslutning af et emne igen lave begrebskortlægning. De kan så se i logbogen, som er ført under arbejdet med temaet, hvor meget der er kommet til af viden og forståelse, siden de begyndte at arbejde med emnet.

Læreren kan udarbejde en videns- eller færdighedsprøve, hvor eleverne 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.

I 8. klasse skal alle elever gennemføre en fysik/kemi-test, udarbejdet og administreret af Skolestyrelsen. Denne test er en adaptiv test, der viser, hvilket niveau i erkendelse, viden og indsigt eleven har på få udvalgte områder inden for fysik/kemi. Den viser ikke direkte, om eleven har arbejdet med områderne, eller om eleven lever op til det, læreren kunne forlange. Resultatet af denne test bidrager til, at læreren kan vurdere det faglige niveau hos den enkelte elev.

Evaluering finder også sted ved den bundne praktisk/mundtlige prøve efter 9. klasse og evt. ved prøven efter 10. klasse. Her er det status for eleven, set i forhold til det der har været undervist i, der evalueres.

På Skolestyrelsens hjemmeside (www.evaluering.uvm.dk) findes beskrivelser af en lang række evalueringsværktøjer, som umiddelbart eller med modifikationer kan

anvendes som evalueringsværktøjer i fysik/kemi i undervisningen.

Læreren reflekser 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 undervisningen skal man naturligvis stille sig spørgsmål som: Hvad er målet med undervisningen? Hvad skal eleverne tage med sig fra fysik/kemitimerne 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 tilstrækkeligt interesserede og engagerede? Har eleverne fat i timens "dagsorden"? Hvordan er elevernes adfærd? Hvad er adfærdens 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? Nåede vi undervisningsmålene? Nåede eleverne læringsmålene?

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.

Individuelt arbejde og gruppearbejde

Fysik/kemiundervisningen rummer arbejdssituationer, hvor der teoretiseres, tænkes, skrives, vurderes, overvejes og bearbejdes. Disse arbejdssituationer finder sted både som gruppearbejde 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.

Fælles arbejde i klassen

kan anvendes ved introduktion 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.

Individuelt arbejde

bruges ved skrivning af logbøger, læsning af populærvidenskabelige artikler, faglige tekster og andre relevante tekster, skrivning af noter og beskrivelser af det gennemførte praktiske og undersøgende arbejde, it-baseret informationsøgning.

2-3 mands grupper

er formålstjenligt ved 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. Endvidere ved større projektorienterede opgaver, fremlæggelser, mindmapping, evalueringsprocesser, fremstilling af omfangsrige modeller.

Individuel vejledning

anvendes fx ved arbejde med brug af nye ord og nyt begrebsindhold, som 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. 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 gruppearbejdssituationer, hvor læreren kan variere intensiteten af støtte, vejledning, supervision af den enkelte gruppe afhængig af de enkelte elevers behov.

Elevernes sociale forståelse og adfærd

kan fremmes gennem skiftende organisationsformer og samarbejde i forskellige elevgrupper. Bevidstgørelse af naturfagernes internationale dimensioner og samarbejdsrelationer kan også være med til at øge elevernes sociale forståelse og adfærd.

Elevernes alsidige udvikling

kan fremmes gennem elevforedrag, fremlæggelser foran eleverne eller forældrene, produktion af informationsmateriale eller brochurer, deltagelse i demokratiske beslutningsprocesser eller gennem at gøre rede for, diskutere og tage stilling til forskellige naturfaglige problemstillinger.

Det praktiske og undersøgende arbejde, fx i laboratoriet, værkstedsorienteret undervisning, gruppearbejdssituationer, hvor man kan arbejde med samme emne på flere niveauer, i forskelligt arbejdstempo, med anvendelse af it-baserede undervisningsmaterialer osv., er med til at fremme tilegnelsen hos alle elever, både hos elever der har svært ved at tilegne sig nyt, såvel som hos dem, der har nemt ved det.

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.

Eksempler på undervisningsforløb

Astronomi, 7. klasse

Nøgleord: Big Bang – Jorden – Solsystemet – Universet
Tid: ca. 6 uger

Eleverne får i en spændende fortællende form, støttet af billeder og modeller – hentet fra forskellige hjemmesider – introduceret den moderne teori om universets skabelse. Fortællingen fremprovokerer et utal af spørgsmål, som samles sammen på tavlen. Fx af typen: Hvad er der udenfor? Hvad var der før Big Bang? Er universet uendeligt, når det også udvider sig? Hvor ved man det fra? Og hvad så med Bibelen? Hvor langt kan man se ud i universet?

Nogle af spørgsmålene lader sig besvare, andre ikke, men det er jo en del af videnskabens væsen!

Eleverne bliver i grupper sat på forskellige opgaver med hjælp af ressourcer fra internettet (leksika, astrofysiske hjemmesider osv.) Det kunne fx dreje sig om Bibelens skabelsesmyte, den oldnordiske skabelsesmyte, en tidsakse fra Big Bang til nu (der både fortæller om de første sekunder efter Big Bang, og som viser, hvornår vores eget solsystem og herunder Jorden blev dannet), fortælling om hvad galakser er (og hvad de består af – herunder vores egen galakse, Mælkevejen)?

De forskellige grupper formidler og diskuterer deres arbejde i klassen.

Senere tager man mere konkret fat på vores eget solsystem, herunder teorier om, hvordan Jorden og de andre planeter er dannet. Der arbejdes kvalitativt med de gravitationskræfter, der holder planeterne i baner om Solen. Og man ser på modeller af planetsystemet.

Med udgangspunkt i Jordens rotationsakse, egenrotation og rotation omkring Solen, arbejdes der med dag/nat, årstider osv. I arbejdet indgår modeller og simuleringer på nettet.

Eleverne får opgaver i grupper om nogle af de andre planeter og om Månen. Fx beskrivelse af deres størrelse, hvad de består af, afstand fra solen, omløbstid, temperatur, billeder, rejsetid derudtil med alm. raket fart osv. Det hele samles i en udstilling.

Tidligere tiders forestillinger om rummet bliver genstand for et par timers undervisning, herunder Ptolemæus (Jorden som universets centrum), Kopernikus (Solen som universets centrum) til nutidens forestillinger om universet. Observationsmetoder gennem tiderne – herunder opdagelsen af kikkerten – indgår i arbejdet.

I fællesskab med matematik laves der udkast og beregninger til en planetsti, som evt. senere skal anlægges i en park i nærheden. Her skal astronomiske afstande omsættes til alm. gangafstand.

Gennem dette forløb dækkes en lang række trinmål, bl.a.:

- kende jordens og månens bevægelser og nogle af de virkninger, der kan iagttages på jorden, herunder årstider, tidevand og sol- og måneformørkelser
- kende nutidens forestilling om solsystemets opbygning
- kende nogle af fortidens forestillinger om universets opbygning
- formulere spørgsmål og indsamle relevante data
- anvende it-teknologi til informationssøgning, dataopsamling, kommunikation og formidling. (*fælles med biologi og geografi*)

Energiproblematik, 8. klasse

Nøgleord: energiforsyning – nyttevirkning – energikvalitet – global opvarmning – Ca. 8 ugers
Emnet kan evt. behandles i samarbejde med biologi og geografi.

På 8. årgang har eleverne et tværfagligt forløb om energi med geografi og biologi.

I fysik arbejdes som intro med energi og energiomsætninger. Dernæst skal eleverne præsenteres for den primære leverandør til energiproduktionen i Danmark – kul, olie og gas – og se på, hvilke fordele og ulemper der er i denne produktionsform. Eleverne skal opnå en viden

om, at der ved denne energiforsyning ofte produceres stoffer og varme, der påvirker miljøet. Eleverne kan lave forsøg med afbrænding af forskellige materialer og påvise indhold af kuldioxid og evt. svovldioxid. Ligeledes kan man lave forsøg med syrerregn og diskutere den sure nedbørs påvirkning af miljøet.

Desuden arbejdes der med begreberne nyttevirkning og tab i energikvalitet.

Eleverne præsenteres dernæst for forskellige forskeres udtalelser omkring global opvarmning samt de mulige konsekvenser af CO₂-udledningen. Der lægges op til debat, hvor eleverne bliver bedt om at forberede sig på forskellige holdninger, som de kan bruge i en paneldiskussion.

Næste del af forløbet er en emneuge, hvor eleverne får 25 lektioner til at arbejde med en alternativ energikilde. (Kunne som alternativ foregå i de respektive fag over 5 uger.)

Eleverne skal vælge sig ind på en energikilde som repræsenterer "lagret og omsat solenergi", fx vandkraft, bølgekraft, vindkraft eller biobrændsler. De skal lave forsøg, der kan supplere deres informationssøgning om, hvordan energikilden fungerer. Desuden skal de undersøge, om der er miljømæssige gener ved den produktionsform, samt begrunde, hvor i verden det vil være oplagt at placere deres energikilde.

Eleverne opfordres til at besøge lokaliteter, som anvender solceller/solfangere, vindenergi eller biomasse, for at kunne supplere den viden, de har indhentet fra bøger, internettet og leverandørmaterialer. Ugen sluttet af med, at hver gruppe fremlægger deres forsøg, data og konklusioner samt udleverer et informationsmateriale – fx en folder – om deres energikilde.

Gennem dette forløb dækkes en lang række trinmål, bl.a.:

- beskrive og forklare eksempler på energiomsætninger
- give eksempler på, at der ved energiforsyning ofte produceres stoffer og varme, der påvirker miljøet
- kende fordele og ulemper ved udnyttelsen af forskellige energikilder
- gøre rede for energiomsætninger, nyttevirkning og tab i energikvalitet i forbindelse med samfundets elektriske energiforsyning og brug af solceller, solfangere, biogas og brændselsceller
- forklare, hvordan indgreb i naturens stofkredsløb kan påvirke miljøet, herunder anvendelse af fossilt brændsel
- beskrive, hvorledes anvendelse af råstoffer eller materialer kan påvirke ressourceforbrug, miljø og affaldsmængde, herunder kul, plast og træ
- give eksempler og forklaringer på, hvordan energiproduktion kan ske på bæredygtig måde i forskellige dele af verden (*fælles med geografi*)

- vurdere anvendelser af naturgrundlaget i perspektivet for bæredygtig udvikling og de interesse modsætninger, der knytter sig hertil (*fælles med biologi og geografi*)
- anvende it-teknologi til informationsøgning, dataopsamling, kommunikation og formidling (*fælles med biologi og geografi*)
- beskrive vigtige forhold, der har indflydelse på vejr og klima, herunder menneskelige aktiviteter (*fælles med geografi*).

Kulhydratforløb, 8. klasse

Nøgleord: kemisk produktion – molekylmodeller – ernæring – enzymer
 Tid: ca. 10 uger
 Emnet kan evt. behandles i samarbejde med biologi og geografi.

Menneskets udnyttelse af forskellige planters indhold af sødestoffer har en lang historie. Sakkarosens naturlige forekomst i sukkerroer og sukkerrør har i mange år været kendt og udnyttet som sødemiddel. I dag bruges det også til mange andre formål, fx til konservering og som råprodukt til fremstilling af ethanol (alkohol).

Nutidens sukkerforbrug har for nogen medført sundhedsmæssige konsekvenser, og eleverne kan med udgangspunkt i deres egen livsstil deltage i dette forløb.

Et forløb omkring sukker kan tage udgangspunkt i landbrugsproduktet sukkerroer og roefabrikens udvinding af sukker. Landbrug med roeproduktion i nærmiljøet eller internettet kan hjælpe eleverne i gang med informationsøgning om industriel sukkrefremstilling. Eleverne kan herefter i laboratoriet selv gå i gang med at udvinde sukker af sukkerroer. Eleverne udtrækker sukker fra roerne og inddamper tyndsafte til fast sukker. Der kan også arbejdes videre med fremstilling af alkohol ud fra tyndsafte. Dette gøres ved at tilsætte gær til tyndsafte og en gæringsproces danner ethanol og kuldioxid. Eleverne kan så beregne alkoholprocenten.

Industrien fremstiller sukker ved fx at spalte polysakkarider til monosakkarider. Det gøres ved hjælp af enzymer. Eleverne kan i laboratoriet efterligne industrien på dette område. Desuden kan menneskets fordøjelsesapparat i samarbejde med biologi inddrages.

I arbejdet med den organiske kemi kan der med stor fordel anvendes atommodeller, som eleverne selv kan konstruere molekyler ud fra.

Molekylarbejdet kan tage udgangspunkt i monosakkarider, disakkarider og polysakkarider og der arbejdes videre med alkaner og alkener m.m. i forhold til molekylestrukturer og navngivning.

I forbindelse med arbejdet med sukker og ethanol kan der bruges forskellige perspektiver:

børn og unges livsstil i Danmark i forhold til mad og alkoholindtag

anvendelse af ethanol som brændstof til biler – herunder klimaproblematik.

Forløbet kan tilrettelægges i forhold til 8. klasse og gennemføres over en periode på 9-10 uger á 2 lektioner, eventuelt med opstart ved roekampagnens start i efteråret.

Arbejdsformen kan variere mellem klasseundervisning, gruppearbejde af teoretisk, praktisk eller skriftligt karakter.

Forløbet vil kunne dække følgende trinmål:

- beskrive nogle grundstoffer og kemiske forbindelser, der har betydning for liv eller hverdag
- kende enkle modeller, herunder forestillingen om, at stof er opbygget af partikler
- beskrive og forklare energioverførsel, herunder elektrisk energioverførsel
- gøre rede for hovedtræk ved fotosyntese og respiration, herunder disse processers grundlæggende betydning i økosystemer
- beskrive hovedtræk af vands og kulstofets kredsløb i naturen
- kende eksempler på produktionsprocesser og deres delprocesser, herunder gæring.
- kende fordele og ulemper ved udnyttelsen af forskellige energikilder
- forklare fødens sammensætning, dens energiindhold og sundhedsmæssige betydning, herunder proteiner, kulhydrater og fedtstoffer.

Forløbet kan med stor fordel tilrettelægges sammen med biologi og geografi. Biologi kan inddrages i forhold til planternes fotosyntese, menneskets energibehov, sundhed og livsstil i forhold til mad og alkohol. Geografi kan inddrages i forhold til roefabrikernes samfunds betydning tidligere og i dag.

Hudpleje, 9. klasse

Nøgleord: kemisk produktion – faglig læsning – sundhed/kropspleje – modeller
 Tid: ca. 8 uger
 Emnet kan evt. behandles i samarbejde med biologi.

Ifølge reklamerne er der næsten ingen grænser for ens velvære, blot man benytter de rigtige kropsplejemidler. Der er cremer, der fjerner rynker, og får os til at se mange år yngre ud, der er shampooer, der næsten kan få håret

til at lyse i mørke, der er sæber, der får os til at føle os som nyfødte, der er bodylotioner, der trænger dybt ind i huden og fjerner selv muskelsmerter osv. Læser man på varedeklarationen på alle disse præparater, bliver man ofte ikke meget klogere. Enten er fortegnelsen så kortfattet, at der ingen reelle oplysninger er, eller også er den så omfattende og med et ordvalg, der er så uforståeligt, at mange opgiver at finde ud af, hvad det er, de plejer deres krop med, og i stedet hengiver sig til tro på, at producenterne er reelle. Det er der formodentlig heller ikke tvivl om, at de er, men det kunne måske være godt at have et lille kendskab til, hvad grundelementerne i disse produkter består af, og hvilke kemiske processer der danner grundlag for produktionen.

I 9. klasse kan der arbejdes med et emne om kemien bag kropsplejemidler.

Der kan fokuseres på sæbe, dels på produktion, dels på kemien bag sæben – syre/base reaktion – og på den fysik og kemi, der ligger i brugen.

Produktion og anvendelse af bodylotion er et område, der ligner sæbe en del, men også indeholder forskelle. Ligheden ligger i fremstillingsmetoden – fedtfase/vandfase – mens forskellen ligger i anvendelsen af produktet. Der kan i den forbindelse fokuseres både på animalske, vegetabiliske eller petrokemiske fedtstoffer som råprodukt.

Forskellige former for fedt og olier anvendes direkte i mange plejemidler til kroppen, fx massageolier, læbestifter og læbepomader. Eleverne kan lave en lille minifabrik, hvor der fremstilles diverse produkter, evt. med mulighed for afsætning i forbindelse med en forældredag på skolen.

Et særligt emne inden for arbejde med fedt er, hvordan og med hvilke metoder man kan få fedtet ud af planter, dyr og råolie.

I et arbejde med fedtstoffer til brug i kropspleje er det vigtigt, at man fremskaffer "anvendelige" opskrifter på de forskellige produkter, således at det, der produceres, evt. kan anvendes. Man kan i arbejdet inddrage it til produktion af labels til at sætte på det fremstillede produkt – en formidlingsopgave.

Der kan evt. samarbejdes med dansk omkring analyse af reklamer.

Trinmål man kan komme omkring med et emne som fedt i kropsplejen:

- gøre rede for anvendelse af modeller og simuleringer som led i en beskrivelse af fænomener og sammenhænge (herunder solsystemet, stjernehimlen og halveringstid)
- beskrive eksempler på organiske og uorganiske kemiske forbindelser og deres indbyrdes reaktion, herunder syre/base (redoxprocesser og ligevægt)

- beskrive industriel produktion af nogle af hverdagslivets produkter og materialer
- vurdere og anvende informationer med fysisk, kemisk eller teknisk indhold
- vælge og benytte udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven (herunder feltudstyr og data-loggere)
- formidle resultater af arbejde med fysiske, kemiske eller tekniske problemstillinger.