

Vejledning for faget fysik/kemi

På denne side kan du læse vejledningen for faget fysik/kemi. Vejledningen indeholder blandt andet en beskrivelse af undervisningens tilrettelæggelse og indhold og en uddybning af fagets kompetenceområder.

Fold alle afsnit ind ✕

1. Fysik/kemis identitet og rolle

Fysik/kemifaget skal bidrage til at udvikle elevernes naturfaglige kompetencer, viden og færdigheder, herunder en forståelse af fysik/kemis samspil med de øvrige naturfag. Faget skal give eleverne interesse for og nysgerrighed over for fysik, kemi, naturvidenskab og teknologi gennem varierede arbejdsformer, herunder elevernes egne iagttagelser og undersøgelser. Eleverne skal opnå en forståelse af, at naturvidenskab og teknologi er en del af vores kultur og verdensbillede og skal videreudvikle deres ansvarlighed og handlekompetence i forhold til naturressourcer og teknologi.

Fysik/kemi bygger videre på undervisningen i natur/teknologi, og forløbene i faget skal vekselvirke med tværfaglige undervisningsforløb, bl.a. med de øvrige naturfag i udskolingen.

I fysik/kemi er der en tradition for at arbejde med autentiske problemstillinger fra den nære og fjerne omverden. Det har betydning for elevernes motivation og trivsel i skolen, at der er en mening med de emner, de skal lære om. Ligeledes er der i faget rig anledning til at besøge fx virksomheder eller uformelle læringsmiljøer og anvende faget i praksis i fx undersøgelser i naturen eller i forbindelse med målinger af energiforbruget i eget hjem eller på skolen. Der er behov for, at alle elever oplever, at faget er relevant og anvendeligt – også selv om de ikke kan forestille sig, at de skal have et fremtidigt erhverv, hvori elementer fra kemi, fysik, naturvidenskab og teknologi indgår.

Undervisningen i fysik/kemi skal være alment dannende for alle elever, og læreren skal i sit emnevalg tilgodese elevernes hverdagsverden og -interesser samt tydeliggøre læringsmålene i et givent forløb, så det bliver tydeligt, hvad eleverne skal lære, både for eleverne selv, for forældrene og for andre interessenter.

I vores samfund er der nu og i fremtiden et stort behov for unge med naturvidenskabelige og tekniske uddannelser. Da der i undervisningen i fysik/kemi udvælges autentiske kontekster og problemstillinger fra virkeligheden, får eleverne mulighed for at se, at der er talrige uddannelses- og erhvervsmuligheder for dem, der interesserer sig for naturvidenskab og teknologi. Også med det stigende fokus på innovation i faget øges elevernes muligheder for at søge en lang række job og uddannelser. Et af midlerne til dette er bl.a. at vise eleverne spændvidden i de naturfaglige og tekniske ungdomsuddannelser, så alle typer af elever får øje på, at der er uddannelser til dem.



© Colourbox

1.1 Naturfaglige kompetencer

Det naturfaglige kompetencebegreb

I naturfagene har der gennem de sidste 10-15 år været et stigende fokus på udviklingen af en fælles forståelse af naturfaglige kompetencer, som er foreslået til bl.a. at omfatte tilegnelse af viden, forståelse samt vilje og evne til at kunne reflektere og tage kritisk og aktiv stilling til natur, naturfaglighed, naturvidenskab og teknologi i en mangfoldighed af sammenhænge, hvori disse indgår eller kan komme til at indgå. Denne forståelse af naturfaglige kompetencer kan optimalt omfatte alle naturfaglige uddannelser fra børnehaveklasse til universitetsniveau, idet naturfaglige kompetencer bør være grundlaget for sammenhængende beskrivelser i en progression af naturfagene på langs, på tværs og på alle uddannelsesniveauer.

Fælles kompetenceområder

Struktureringen af Fælles Mål for alle fire naturfag tager udgangspunkt i, at de naturfaglige kompetencer er det fælles omdrejningspunkt for naturfagene, og at beskrivelsen af de følgende delkompetencer har været en væsentlig inspiration for valg af kompetenceområder og kompetencemål i de fire naturfag.

For alle fire naturfag er der følgende kompetenceområder:

- Undersøgelse
- Modellering
- Perspektivering
- Kommunikation

Kompetencemålene er beskrevet således, at der er en progression i den naturfaglige kompetenceudvikling fra natur/teknologi til udskolingsfagene geografi, biologi og fysik/kemi. Kompetencemålene for de tre naturfag i udskolingen er formuleret stort set enslydende.

To typer færdigheds- og vidensmål for undervisning i naturfagene

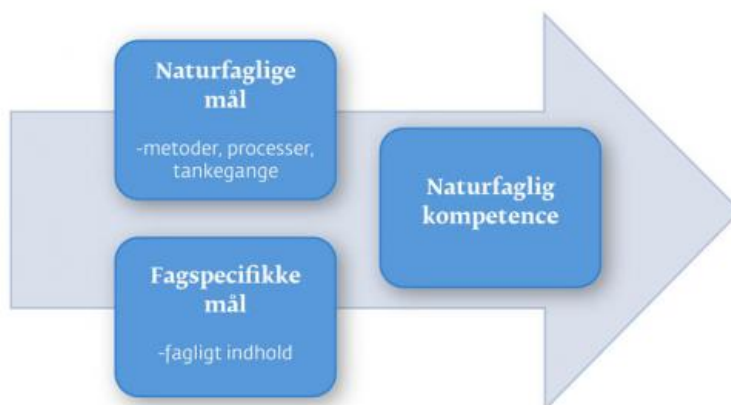
I naturfagene indgår to typer færdigheds- og vidensmål. Der arbejdes med både naturfaglige mål og fagspecifikke mål.

Naturfaglige mål beskriver de arbejdsmetoder og processer, som er fælles for naturfagene. De naturfaglige mål indeholder ikke noget fagindhold fra de enkelte naturfag, men fokuserer eksempelvis på undersøgelsesmetoder. De naturfaglige mål er udfoldet i et selvstændigt færdigheds- og vidensområde, og i et undervisningsforløb kan flere af de naturfaglige mål blive inddraget, eksempelvis undersøgelse og perspektivering. Der er progression i de naturfaglige mål fra 1. klasse i natur/teknologi til 9. klasse i biologi, geografi og fysik/kemi. For biologi, geografi og fysik/kemi er de naturfaglige mål enslydende.

Kompetenceområdet kommunikation er for alle fire fag beskrevet i mål, der ikke knytter sig til et bestemt fagligt indhold, idet mål fra kommunikationskompetence skal indgå som et mere eller mindre centralt element i al naturfagsundervisning.

Fagspecifikke mål beskriver det enkelte fags særskilte stofindhold og er udfoldet i op til fem færdigheds- og vidensområder. For fysik/kemi er det stof og stofkredsløb, energiomsætninger, partikler, bølger og stråling, jorden og universet, produktion og teknologi.

Ved planlægning af det konkrete undervisningsforløb er det centralt, at kompetencebeskrivelsen vekselvirker med indholdsbeskrivelsen. Undervisningen skal inddrage begge typer af mål, således at kompetencerne udvikles i et samspil mellem de naturfaglige og de fagspecifikke mål.



© Undervisningsministeriet

Figur 1: Sammenhæng mellem naturfaglige og fagspecifikke mål

NTS-centeret har udarbejdet en kort film, der forklarer strukturen i målene for naturfagene, herunder de to typer mål. Se filmen under Relaterede links.

Flere kompetencer og mål i vekselvirkning i undervisningen

Undervisningen skal kombinere de naturfaglige og de fagspecifikke mål, og i det enkelte undervisningsforløb vil der altid indgå et antal af begge typer mål. Det kan være hensigtsmæssigt at vælge at have særlig fokus på enten de naturfaglige eller de fagspecifikke mål, men konkrete forløb vil altid omfatte begge typer mål og oftest flere kompetenceområder. Eleverne skal i de enkelte undervisningsforløb opleve meningsfulde sammenhænge mellem eksempelvis undersøgelsesmetoder (naturfaglige mål) og et konkret undersøgelsesindhold (fagspecifikke mål).

Ud over progression i indhold under hvert af de fire kompetenceområder er der en vis progression mellem kompetenceområderne. Dette gælder dog ikke området kommunikation, idet det som før nævnt altid indgår i naturfagsundervisningen. Mellem de tre øvrige områder bør der imidlertid i planlægningen indlejres en progression fra undersøgelse over modellering til perspektivering.

Det vil sige, at der i et undervisningsforløb kan være særlig fokus på en af de tre kompetencer, men at undervisningen i praksis vil inddrage flere kompetencer, fx kan der sættes fokus på modellering, men der vil ofte ligge en form for undersøgelse forud, og det vil samtidig være hensigtsmæssigt at arbejde med, hvilken virkelighed modellen beskriver, altså perspektivering.

Progression

Et vigtigt aspekt ved planlægning af undervisningsforløb er progressionen. I beskrivelsen af målene er der indbygget en progression fra natur/teknologi i 1. klasse til udskolingsfagene biologi, fysik/kemi og geografi i 9. klasse, idet både de naturfaglige og de fagspecifikke færdigheds- og vidensmål er inddelt i faser. Det er væsentligt at have for øje ved undervisningsplanlægningen, at faserne – som ikke knytter sig til klassetrin – følger hinanden i den rette rækkefølge. Der er således en lang og nødvendig progression, fra at eleverne i natur/teknologi fase 2, første trin under kompetenceområdet modellering, kan skelne mellem virkelighed og model, til at eleverne i udskolingsfagernes fase 3 i samme kompetenceområde kan vurdere naturfaglige modellers anvendelighed og begrænsninger.

Progressionen manifesterer sig yderligere i indholdsmålene, fx perspektivering, hvor eleverne i natur/teknologi fase 1 og 2, under færdigheds- og vidensområdet teknologi og ressourcer i hverdagen, skal fortælle om ressourcer fra hverdagen, mens eleverne i fysik/kemi fase 2 i færdigheds- og vidensområdet produktion og teknologi kan beskrive sammenhænge mellem råstoffer, processer og produkt. Også i forbindelse med planlægning af progression er det vigtigt at kombinere kompetencemål og indholdsmål.

1.2 Sammenhæng i naturfagsundervisningen

Undervisningen i fysik/kemi bygger videre på elevernes arbejde med undersøgelser, modellering, perspektivering og kommunikation i natur/teknologi: sammenhæng og progression på langs. Desuden skal sammenhængen på tværs med biologi og fysik/kemi fortsat styrkes. De fire kompetenceområder, der er fælles for de fire naturfag, og de fællesfaglige fokusområder (link til læseplan – afsnit om fællesfaglige fokusområder) forudsætter et tæt samarbejde i lærergruppen om tværfagligt arbejde med eleverne omkring de fællesfaglige fokusområder. Eksempelvis er "Den enkelte og samfundets udledning af stoffer til atmosfæren" relevant i forbindelse med fokus på kompetenceområdet perspektivering, hvor eksempler på færdigheds- og vidensmål i fase 2 i de tre fag er:

- Eleven kan analysere menneskets påvirkning af vands og kulstofs kredsløb (geografi).
- Eleven kan forklare årsager og virkninger af naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemerne (biologi).
- Eleven kan beskrive fotosyntesens og forbrændingsprocessers betydning for atmosfærens sammensætning (fysik/kemi).

De seneste års forskning har desuden underbygget, at tæt lærersamarbejde om planlægning og udvikling af undervisningen, herunder læringsmålstyret undervisning, kan have stor betydning for, at eleverne oplever sammenhæng og progression i undervisningen. Undervisere i fysik/kemi kan bidrage til skolens naturfaglige kultur gennem fagteamsamarbejde med lærere i de øvrige naturfag.

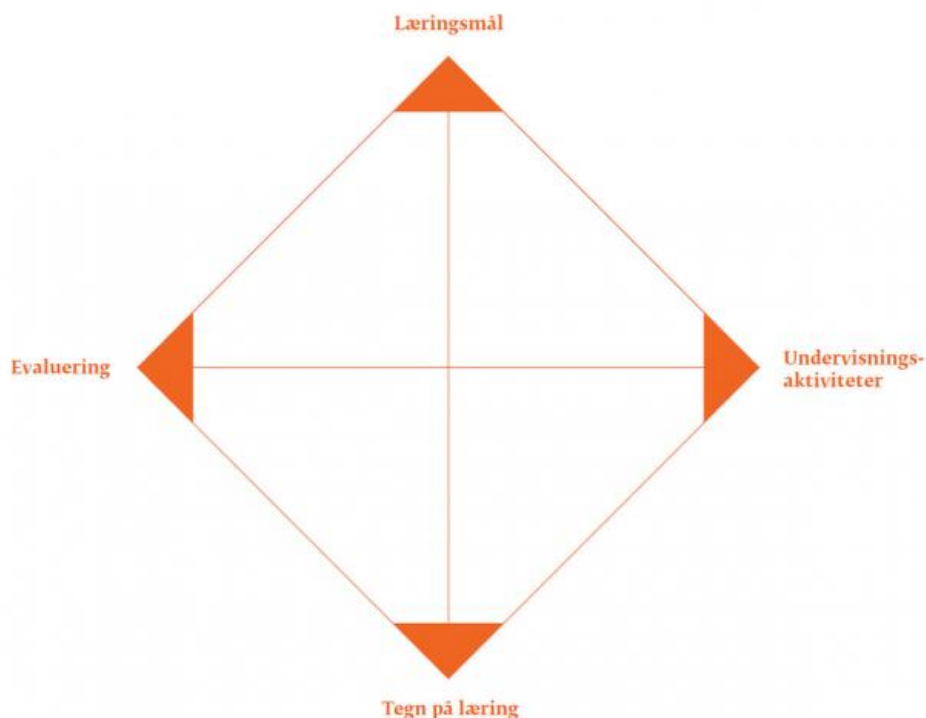
2. Læringsmålstyret undervisning

Den læringsmålstyrede undervisning tager udgangspunkt i et systematisk arbejde med læringsmål. Læringsmålene er mål for det, eleven skal lære og er styrende for lærerens valg af undervisningens indhold, forløb og aktiviteter. De nye Fælles Mål skal understøtte lærerens arbejde med læringsmål.

2.1 Den didaktiske model: Fire indbyrdes afhængige faktorer

I læringsmålstyret undervisning hænger valg af læringsmål, valg af undervisningsaktiviteter, tegn på læring og evaluering tæt sammen i alle faser af undervisningen.

Når et forløb har afsæt i nogle bestemte læringsmål, vælges undervisningsaktiviteter, der fremmer netop disse læringsmål. Samtidig overvejer læreren tegn, der kan vise, hvor langt eleverne er i forhold til at opfylde læringsmålene. Valg af undervisningsaktiviteter hænger også sammen med, hvad evalueringen fra sidste forløb viste og dermed, hvilke læringsmål og undervisningsaktiviteter der vil skabe passende læringsudfordringer for alle klassens elever. I læringsmålstyret undervisning sigtes altså hele tiden mod et mål for elevernes læring.



© Undervisningsministeriet

Model 1: Relationsmodellen

Relationen mellem de fire indbyrdes afhængige dimensioner kan illustreres ved ovenstående model. Nedenfor gennemgås de fire dimensioner af relationsmodellen.

Det er lærerens opgave at nedbryde – eller omsætte – Fælles Mål til konkrete mål for, hvad eleverne skal kunne ved afslutningen af et undervisningsforløb. Det er mål, der angiver skridt på vejen til at nå det fælles læringsmål, og mål der kan forklares og gøres tydelige for eleverne. Med det udgangspunkt kan læreren skabe passende læringsudfordringer for alle elever.



© Undervisningsministeriet

Model 2: Nedbrydning af Fælles Mål til læringsmål for det enkelte undervisningsforløb

De indholdsvalg, valg af aktiviteter, af opgaver og af processer, som læreren foretager, skal være begrundet i, hvordan de understøtter alle elevers læring. Undervisningsaktiviteterne skal også planlægges med sigte på at give læreren viden om elevernes læringsudbytte, så læreren kan give eleverne feedback.

Læreren skal også afgøre, hvordan lærere og elever kan se tegn på, at målene er nået. Tegn er kriterier for målopfyldelsen og kan bestå af det, som eleverne kan kommunikere, færdigheder, de kan demonstrere i praksis, eller produkter de kan skabe. Lærers tolkning af tegnene hjælper læreren med at vurdere elevernes læringsudbytte og danner grundlag for lærerens feedback til eleverne om deres læringsresultater.

Læreren skal løbende evaluere, hvor eleverne er i forhold til læringsmålene, og hvordan de kan støttes og udfordres i at komme videre i retning af målene. En formativ evaluering gør det muligt for læreren at give eleverne feedback på deres læringsudbytte undervejs i forløbet. Den formative vurdering af elevernes læringsudbytte undervejs følges op af en summativ vurdering af samtlige elevers læringsudbytte, som danner afsæt for planlægningen af det næste forløb.

Læringsmålstyret undervisning foregår gennem tre faser: Planlægning, gennemførelse og evaluering. I hver af de tre faser har læreren øje for sammenhængen mellem læringsmål, valg af undervisningsaktiviteter, tegn på læring og evaluering, så alle elever får passende læringsudfordringer.

Læs mere om læringsmålstyret undervisning i Undervisningsministeriets **vejledning om læringsmålstyret undervisning** under Relaterede moduler.

I nedenstående afsnit gennemgås de centrale overvejelser om læringsmålstyret undervisning i faget fysik/kemi ud fra et eksempel på et undervisningsforløb.

2.2 Læringsmålstyret undervisning i fysik/kemi

Fokus på læringsmålstyret undervisning har indflydelse på planlægningen, gennemførelsen og evalueringen af undervisningen i fysik/kemi, da en del af undervisningen er karakteriseret ved elevernes egne aktiviteter i forbindelse med det praktiske og undersøgende arbejde. Som fysik/kemilærer er man ofte tilbøjelig til at tage udgangspunkt i nogle gode aktiviteter, som man lader være styrende for undervisningen. Men med øget fokus på læringsmålstyring følger også øget fokus på elevernes læringsudbytte af undervisningen. Man kan tale om to forskellige effekter af den planlagte undervisning, nemlig det, eleverne gør, altså deres synlige aktiviteter som at filtrere, måle pH mv., og det, eleverne tænker og overvejer på baggrund af undervisningen. Når man har elevernes læringsudbytte i fokus, skal man naturligvis overveje, hvordan undervisningen skaber effekt hos eleverne på begge områder.

Planlægning

Udgangspunktet er som omtalt Fælles Mål med de læringsmål, der er formuleret som kompetence- færdigheds- og vidensmål. Disse mål skal imidlertid fortolkes og sammensættes meningsfuldt, dels i forhold til kortere eller længerevarende forløb i fysik/kemiundervisningen, dels i forhold til den enkelte lektion eller dobbeltlektion. Det kræver en operationalisering af målene, således at de også kan forstås af eleverne. Der skal hos den enkelte elev ikke herske tvivl om, hvad han eller hun laver i den enkelte lektion, og heller ikke om, hvorfor de gør det.

En vigtig del af planlægningen bliver derfor at operationalisere Fælles Mål, bl.a. ved at fortolke og udfolde dem i mindre og for eleverne mere umiddelbart forståelige enkeltdelen. Man kan således tale om en nedbrydning af mål i mindre dele, jf. model 2.

I planlægningsfasen indgår foruden det at formulere klare læringsmål også overvejelser over, hvilke undervisningsaktiviteter der skal igangsættes med henblik på at nå målet, og ikke mindst hvilke tegn på læring hos den enkelte elev man skal være opmærksom på, fx at eleven benytter faglige begreber korrekt i beskrivelsen af energiomsætningen i en solcelle.

Det skal endelig også overvejes, hvordan elevernes samlede udbytte af et undervisningsforløb kan evalueres i relation til de opstillede mål. Evalueringen skal foregå både undervejs i forløbet, altså formativt med henblik på justering af forløbet, og summativt efter afslutningen af forløbet. Disse fire opmærksomhedspunkter i undervisningsplanlægningen er indbyrdes afhængige, jf. relationsmodellen for den samlede undervisningsplanlægning (model 1).

Forud for igangsættelsen af undervisningsforløbet bør man overveje elevernes forudsætninger for det kommende forløb. Er det et stofområde, de har arbejdet med tidligere i deres skoleforløb? Er det et område, de kan tænkes at have nogle forudsætninger for fra livet uden for skolen? Findes der kortlægning af nogle typiske før-videnskabelige opfattelser hos elever inden for dette stofområde? Overvejelser, der kan give anledning til, at forløbet indledes med en orienterende samtale med eleverne om deres forforståelse inden for området.

Gennemførelse

Når det planlagte forløb skal gennemføres i praksis, skal det nøje overvejes, hvordan læringsmål for det samlede forløb og for de enkelte lektioner skal præsenteres for eleverne. Man kan fx have målet for forløbet hængende synligt for alle i lokalet i den periode, klassen arbejder med forløbet, eller eleverne kan have en fil på deres iPad med målet, som de altid kan finde frem. Det samme kan gøres med mål for den enkelte lektion eller dobbeltlektion. Denne synliggørelse kan medvirke til, at alle eleverne hele tiden er klar over, hvad de arbejder med, og hvorfor de gør det. Samtidig vil det at gøre målene synlige hele tiden for alle elever give læreren mulighed for at give feedback til den enkelte elev eller elevgruppe på, hvor de er i forhold til at nå læringsmålene. Lærer og elever har således alle en fælles platform at føre samtalen ud fra.

Ved gennemførelsen af et forløb i faget fysik/kemi vil der være indbygget nogle overvejelser over organisationen. Hvordan skal der indgå praktisk og undersøgende arbejde i forløbet? I hvor stor en del af forløbet skal eleverne på egen hånd søge informationer? Bliver der behov for at arrangere ture ud af skolen til museer, erhvervs- eller forskningsvirksomheder mv. Skal forløbet afsluttes med fx fremlæggelse fra alle elevgrupper, eller skal der laves en interaktiv udstilling for klassen eller naboklassen? Disse organisatoriske forhold skal i store træk være afklaret af læreren eller lærerteamet forud for forløbet, men der bør også være mulighed for justeringer undervejs, således at eleverne får mulighed for at præge den praktiske gennemførelse af forløbet.

I forbindelse med gennemførelsen af et forløb, hvor eleverne har mulighed for at vælge at arbejde med forskellige områder inden for det samme tema, fx det at arbejde med forskellige eksempler på energiomsætning, kan man have nogle overvejelser over, om alle elever når at opfylde de generelle mål, der knytter sig til temaet. Her er det afgørende, at man sætter tilstrækkelig tid og opmærksomhed af til at indlede og begrunde arbejdet med det pågældende tema. Eleverne skal have mulighed for at kommunikere om temaet og give udtryk for deres egne forståelser af nogle sammenhænge forud for arbejdet med temaet, hvad enten aktiviteterne består i informationssøgning, praktisk og undersøgende arbejde eller ekskursioner ud af huset. Ved afslutningen af forløbet skal der ligeledes sættes god tid af til, at elever og lærer kommunikerer om, hvad der er blevet arbejdet med, og hvilke resultater det har givet temaet, og ikke mindst hvad det betyder for vores forståelse af generelle begreber og sammenhænge inden for teamet.

Evaluerings

Undervejs i forløbet skal eleverne hele tiden have feedback fra læreren på, hvor de befinder sig i forhold til opfyldelse af læringsmålene for forløbet og for den enkelte lektion eller dobbeltlektion. Dette er en vigtig del af den formative evaluering, som sigter på justeringer undervejs i forløbet, dels af elevernes vej mod opfyldelsen af læringsmålene, dels af lærerens organisation af undervisningen.

Hvis eleverne eksempelvis finder en masse informationer om et emne, men ikke er i stand til at bruge disse informationer til at forstå nogle generelle begreber eller sammenhænge, så kan det være nødvendigt at justere planen. I stedet for at eleverne selvstændigt skal gennemføre informationssøgning og konkludere på baggrund af de fundne informationer, må læreren træde til og give eleverne nogle mere konkrete delopgaver, de kan løse. Hurtige beslutninger af den art kan ofte være nødvendige for at undgå, at et undervisningsforløb løber af sporet og giver ringe læringsudbytte for eleverne og stor frustration for læreren.

Den formative evaluering kan altså dels danne baggrund for justeringer af organisation og elevernes arbejde hen mod opfyldelse af læringsmålene, dels udgøre et godt afsæt for planlægning af det næste forløb.

Den summative evaluering finder sted ved afslutningen af forløbet, hvor elevernes læringsudbytte af hele forløbet evalueres. Det kan ske gennem classesamtaler, elevernes fremlæggelser, udstillinger, test mv. Men den summative evaluering efter et forløb kan også få karakter af noget formativt, idet erfaringer fra et forløb bringes med over i det næste forløb, der skal planlægges.

Afgangsprøven efter 9. klasse i faget fysik/kemi er en summativ evaluering af elevernes læringsudbytte af de tre års undervisning i faget. Ved denne evaluering stilles eleverne en opgave efter lodtrækning, som skal løses gennem en vekselvirkning mellem praktisk og undersøgende arbejde og en sammenhængende mundtlig beretning om opgavens emne.

Et eksempel på læringsmålstyret undervisning

I en 9. klasse ønsker man at fokusere på kompetenceområdet perspektivering, hvor kompetencemålet er, at "Eleven kan perspektivere fysik/kemi til omverdenen og relatere indholdet i faget til udvikling af naturvidenskabelig erkendelse". I det generelle målpar for perspektivering for tredje fase angives det, at "Eleven kan forklare, hvordan naturvidenskabelig viden diskuteres og udvikles", og at "Eleven har viden om processer i udvikling af naturvidenskabelig erkendelse".

I indholdskategorien energiomsætninger er der angivet et målpar for tredje fase under kompetenceområdet perspektivering, som angiver, at "Eleven kan diskutere udvikling i samfundets energiforsyning", og at "Eleven har viden om udvikling i samfundets energibehov". Gennem en samlet analyse og vurdering af disse kompetence-, færdigheds- og vidensmål når man frem til at formulere en titel for et fireugers-forløb, som lyder: "Danmarks energiforsyning i fremtiden".

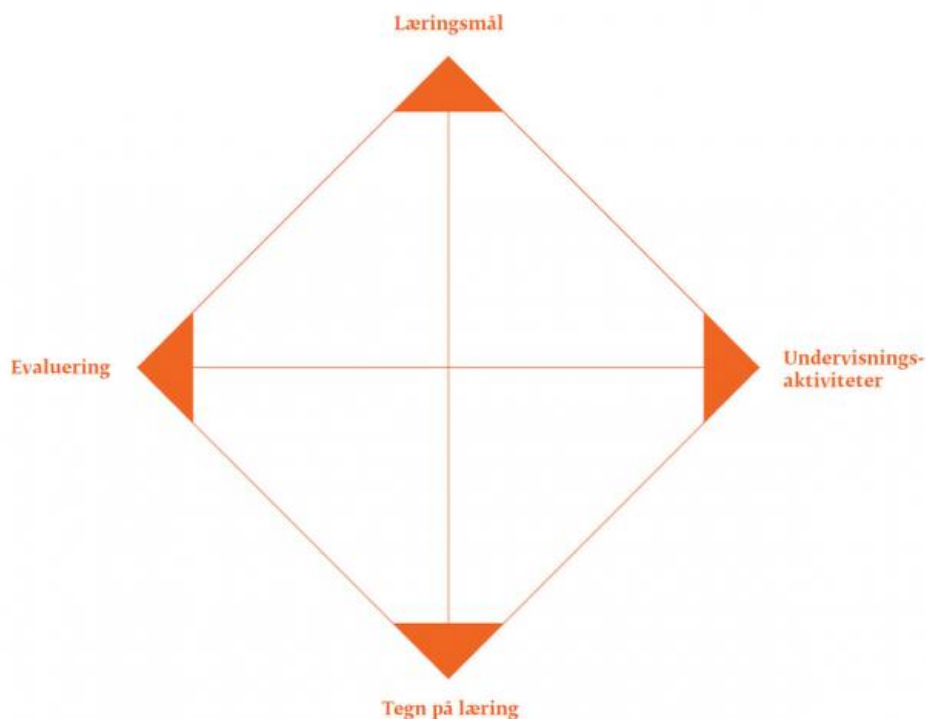
Når titlen for forløbet er formuleret, kommer der typisk hurtigt en række ideer til den konkrete udformning. Samtidig bliver det tydeligt, at målpar fra andre indholdskategorier under kompetenceområdet perspektivering også delvist kan opfyldes gennem arbejdet i forløbet. Det drejer sig fx om stof og stofkredsløb, partikler, bølger og stråling og produktion og teknologi. Endvidere er kompetenceområdet kommunikation ved alle forløb i spil, ligesom kompetenceområdet undersøgelser i de fleste forløb også vil være det.

Der skal nu vælges et velovervejet læringsmål for forløbet. Det kommer til at lyde således:

"Eleverne kan gøre rede for, hvilke muligheder der er for at dække energibehovet i Danmark om 20 år". I fysik/kemi indebærer en redegørelse ikke blot, at eleven kan fortælle om det, men at han eller hun yderligere kan begrunde gennem brug af fagets begreber og terminologi og henvise til resultater af undersøgelser, der underbygger en bestemt argumentation. Endelig skal eleven også selv kunne vise eksempler på laboratorieopstillinger, som illustrerer dele af de energiomsætninger, der kan være aktuelle i relation til den fremtidige energiforsyning.

Tegn på læring kunne i denne sammenhæng være: "Eleven redegør på baggrund af egne undersøgelser kombineret med informationssøgning for effektiviteten af et solpanel".

I et øjebliksbillede af forløbet kunne relationsmodellen således have denne udformning:



© Undervisningsministeriet

Model 1: Relationsmodellen

Læringsmål

Eleverne kan gøre rede for, hvilke muligheder der er for at dække energibehovet i Danmark om 20 år.

Undervisningsaktiviteter

Eleverne arbejder i grupper med praktiske og undersøgende aktiviteter samt informationssøgning vedrørende energiomsætning.

Tegn på læring

Eleven redegør på baggrund af egne undersøgelser kombineret med informationssøgning for effektiviteten af et solpanel.

Evaluering

Læreren er opmærksom på elevernes brug af begreber og fagsprog ved fremlæggelsen af resultatet af deres arbejde.

3. Undervisningens tilrettelæggelse og indhold

Læreren skal tilrettelægge undervisningen med sin viden og erfaring, så hvert enkelt elev lærer så meget som muligt. Det er også vigtigt, at undervisningen er anvendelsesorienteret og varieret. I afsnittet gennemgås centrale overvejelser om undervisningens tilrettelæggelse og indhold i faget fysik/kemi.

3.1 Varieret og anvendelsesorienteret undervisning

Varieret og anvendelsesorienteret undervisning er en almindelig tilgang til fysik/kemi, lige fra lukkede individuelle opgaver, hen over dialogbaseret lærerstyret undervisning til gruppearbejde med problemløsende undersøgelser. Faget byder på en vifte af muligheder for både praktisk og undersøgende arbejde, og i fagets kompetenceområder vægtes de autentiske kontekster og dermed muligheder for at få undervisningen til at hænge sammen med den virkelige verden. Udeskole er oplagt i fysik/kemi og i endnu højere grad, når klassen arbejder med de fællesfaglige fokusområder. It fylder væsentligt i målene for faget, og dermed gives der rige muligheder for variation i undervisningen, både når det kommer til indhold, form, organisering og formidling af fagligt stof.

3.2 Bevægelse i undervisningen

Elevernes bevægelse i undervisningen kan i fysik/kemi udformes på flere måder:

- Bevægelse som en integreret del af undervisningen, fx begrebsstafetter, CL-strukturer, dramatisering af naturfaglige modeller mv. Denne måde knytter sig meget tæt til et emne og er særdeles anvendelig både i forbindelse med træning af begreber, forståelse af sammenhænge, visualisering af modeller osv.
- Bevægelse som et break i undervisningen, der får pulsen op, fx brain breaks, powerpauser eller koncentrationsøvelser. Disse kortere indslag har i særlig grad til hensigt at øge elevernes motivation og indlæringsparathed, og de kan med fordel, men ikke altid, organiseres med klassens aktuelle emne som omdrejningspunkt.
- Længerevarende bevægelsesaktiviteter, fx QR-kodeløb, cykeltur til et nærliggende vandhul eller puls- og åndedrætsundersøgelser i forbindelse med et emne om krop, energi og sundhed er eksempler på, hvordan længerevarende bevægelsesaktiviteter også kan være en del af undervisningen i fysik/kemi.

Der er god **inspiration at hente til arbejdet med bevægelse i undervisningen.**

3.3 Den åbne skole

Den åbne skole giver eleverne mulighed for at møde fysik/kemi i virkeligheden både uden for og i skolen, når fx virksomheder, fagprofessioner eller autentiske opgaver er på besøg. Det er vigtigt, at samarbejdet med eksterne parter forberedes godt, og at læringsmålene for det givne forløb er tydelige for både eleverne og de eksterne partnere. Samarbejde med eksterne aktører kunne fx være skolehaver, ungdomsuddannelser, produktionsvirksomheder eller offentlige forsyningsanlæg. Find mere inspiration på **ntsnet** og i **Manual til samarbejde mellem skoler og virksomheder om naturfag** (fra Dansk Naturvidenskabsformidling).

3.4 Den understøttende undervisning

Understøttende undervisning skal blandt andet give mulighed for, at flere elever kan blive så dygtige, de overhovedet kan. De svage elever kan træne grundlæggende stof eller undersøge konkrete sammenhænge i dybden, mens der for de dygtigere elever bliver rum og tid til fordybelse på et højere niveau. Det er vigtigt, at den understøttende undervisning fordrer flere måder at lære på og nye synsvinkler på emner og problemstillinger, så tiden ikke udelukkende anvendes til træningsopgaver. Der kan være en udfordring i, at fysik/kemilæreren skal videregive opgaveinstruktioner til de pædagoger eller lektiecafelærere, der skal stå for den understøttende undervisning, og derfor er det en god ide, at opgaverne i den understøttende undervisning i høj grad hænger sammen med opgaverne i den fagdelte undervisning, så eleverne er godt inde i stoffet. Understøttende undervisning i fysik/kemi kunne med fordel anvendes til faglig læsning og skrivning, til gruppearbejde vedr. naturfagsprojekter, forberedelse/efterarbejde af praktiske undersøgelser og/eller dataopsamling i feltet. Det er dog centralt, at eleverne har tydelige mål for deres arbejde i den understøttende undervisning, ligesom de er blevet præsenteret for de relevante arbejdsmetoder og tankegange, som de skal anvende i den fagopdelte undervisning.

3.5 Undervisningsdifferentiering og inkluderende læring

Fysik/kemi er et alment dannende fag for alle elever, og især det praktiske og undersøgende arbejde lægger op til en høj grad af undervisningsdifferentiering. Nogle elever udfører få undersøgelser med meget lærerstøtte, mens andre har mulighed for at designe og afprøve egne hypoteser og undersøgelser og nørde videre i mange spændende retninger. Det er centralt, at læreren holder sig for øje, at også de allersvageste elever har gavn af at være med-designere på fx et undersøgelsesforløb, idet det medfører motivation og forståelse, når eleven selv har været med til at udtænke og formulere grundlaget for sit eget arbejde.

I arbejdet med fagets centrale begreber er det vigtigt, at læreren tydeliggør, hvilke begreber og sammenhænge der er centrale i et givent emne eller problemstilling. Få centrale begreber og sammenhængen imellem dem er gode at forholde sig til for en svag elev, og eleven kan løbende følge, hvordan det går med tilegnelsen af begreberne gennem fx læsning, videoklip, lærerens forklaringer og det undersøgende arbejde. De særlig dygtige elever kan med fordel få flere eller mere nuancerede begreber at forholde sig til inden for et emne, for således at få mulighed for at arbejde med det samme stof som resten af klassen, men på et højere niveau. Ofte kan den samme laboratorieopstilling underbygge både relativt simple sammenhænge, fx mellem strøm, spænding og resistans, og mere komplicerede forhold som fx forskellige komponenters karakteristika. På Vidensportalen er der opstillet eksempler på udfordringsopgaver til de særlig dygtige elever inden for alle færdigheds- og vidensmål.

Undervisningen i fysik/kemi skal foregå i et inkluderende perspektiv, dvs. at alle eleverne skal være en del af det faglige fællesskab. Eleverne møder med forskellige forudsætninger, både sproglige, kognitive, fysiske og psykiske, og undervisningens indhold og organisering må derfor tilpasses sammensætningen af den givne elevgruppe. Det har betydning for lærerens valg af indhold, men i særdeleshed for lærerens opdeling af eleverne i fx grupper eller par, når eleverne skal løse opgaver eller læse tekster. Det er som udgangspunkt altid lærerens ansvar at fordele eleverne i

arbejdsgrupper, idet læreren kender de enkelte elevers særlige styrker og svagheder. Eleverne skal naturligvis inddrages og have medbestemmelse, men læreren træffer det afgørende valg. Dette gælder i øvrigt også, når der skal sammensættes grupper til afgangsprøven. Klasselæreren eller klassens lærerteam kan eventuelt også tages med på råd, når der skal dannes elevgrupper.

Undervisningen kan differentieres på mange måder for at imødekomme elevernes forskellighed, fx i forhold til:

- mål
- metoder
- materialer
- organisering
- indhold og stof
- opgavetype
- lærerrolle.

I et inkluderende læringsmiljø skal undervisningen åbne muligheder for, at alle elever kan deltage, og det praktiske og undersøgende arbejde kan derfor med fordel tilrettelægges med udgangspunkt i elevgrupper, hvor forskellige elever kan bidrage med forskellige kompetencer. Opgaver bør stilles, så de kan løses på flere forskellige måder, fx på flere niveauer eller med forskellige grader af hjælpemidler og lærerstøtte, set i lyset af ovenstående tilgange til undervisningsdifferentiering. Det er vigtigt, at det ikke blot er særlig vanskelige eller anderledes elever, der betragtes som inkluderede i fællesskabet; inklusion er en grundværdi, hvor alle elever bidrager til og har udbytte af læringsfællesskabet ud fra deres behov og forudsætninger.

En anden måde at undervisningsdifferentiere på kan være at arbejde med flere typer af undersøgelser med samme indhold, men med varieret sværhedsgrad, fx kan nogle grupper undersøge, hvilke variable der indgår, når der arbejdes med at inducere en spænding i en generatoropstilling, mens andre grupper, med udgangspunkt i Faradays forsøg, kan undersøge og forklare princippet i og definitionen af begrebet induktion.

Hvis det er vanskeligt at have mange elevgrupper ved laboratoriearbejdspladser på én gang, kan elevopgaverne tilrettelægges, så eleverne både skal beskæftige sig med eksperimenter eller forsøg i laboratoriet, vekselvirkende med tilegnelse af viden fra fx fagtekster og med formidling af deres arbejde. Eleverne kan så skiftevis arbejde ved laboratoriearbejdspladser og fx almindelige arbejdsborde.

Det er også centralt, at fysik/kemi-læreren bidrager til klassens sociale trivsel i forbindelse med alle læringsaktiviteter. Ligeledes må læreren designe opgaver og undersøgelser i samarbejde med eleverne, der udfordrer mange måder at lære på, samtidig med at læreren tager ansvar for, at alle elever udfordres på deres niveau.

3.6 Valg af læremidler

Fokus på læringsmål

I forbindelse med planlægning og gennemførelse af undervisningen i fysik/kemi skal der træffes nogle valg omkring elevernes brug af læremidler. Når man tilrettelægger en læringsmålstyret undervisning, er det særlig vigtigt at være opmærksom på, om de valgte læremidler kan være medvirkende til, at eleverne kan opfylde de læringsmål, man som lærer har formuleret for forløbet og for den enkelte lektion eller dobbeltlektion.

Valg af mere end ét læremiddel

Det vil ofte være hensigtsmæssigt i et forløb at arbejde med mere end ét bestemt læremiddel. De bøger, der er skrevet til fysik/kemiundervisningen, har ofte stor vægt på, at eleverne skal arbejde frem mod at opfylde indholdsmål, og har derfor i mindre grad fokus på kompetencemål. Det betyder, at man som lærer må udvælge dele af forskellige bøger, der tilsammen kan medvirke til elevernes arbejde hen mod målopfyldelse. Ud over egentlige lærebøger eller grundbøger findes en række andre boglige materialer i form af temabøger inden for fysik/kemi eller temabøger, som behandler problemstillinger på tværs af de tre naturfag. Endelig findes der et stort udbud af digitale læremidler, hvori der ofte indgår animationer, billeder og filmklip.

Fælles begreber og definitioner

Når man i undervisningen benytter forskellige læremidler i form af bøger eller digitale ressourcer, og ikke mindst når eleverne i deres informationssøgning finder forskellige sites på internettet, vil man nødvendigvis komme ud for, at der benyttes forskellig terminologi og forskellige definitioner. Det kræver en ekstra opmærksomhed og hjælp fra læreren. Det skal helst ikke hæmme elevernes læring, at der i den ene bog står kvælstof og i den anden står nitrogen som betegnelse for et N-atom eller for luftarten N_2 . Finder eleverne engelsksprogede sites, skal de fx også have hjælp til at forstå, at sodium er det, vi på dansk kalder natrium, og at gravity er den engelske betegnelse for tyngdekraft. Da mange ressourcer på nettet er engelsksprogede, kan det måske betale sig at udarbejde en kort oversigt over de almindeligt forekommende ord og begreber i det forløb, klassen er i gang med. Et dynamisk dokument, fx et google doc, kan være klassens fælles ordbog, som udvikles over de tre år, eleverne har faget.

Faglig læsning og skrivning

Som det fremgår af beskrivelsen af kompetenceområdet kommunikation, som er fælles for de tre naturfag i udskolingen, så er den sproglige dimension i faget central. Ved elevernes læsning af tekster i bøger eller på forskellige digitale hjælpemidler er det vigtigt, at man som lærer støtter læsningen, fx ved at udforme nogle læsestrategier, udpege særlig vanskelige afsnit, ord eller begreber. De fleste tekster, som benyttes i naturfag, er udformet som multimodale tekster, hvilket ofte gør teksterne mere spændende og inspirerende, men samtidig kan virke forstyrrende, hvis man ikke hjælper eleverne med at finde en måde at afkode teksten på. Elevernes egne tekster, herunder både skrevne tekster og fx mundtlige screencasts eller speaks til videoklip, bør udgøre en væsentlig del af kommunikationen i undervisningen. Der kan være tale om beskrivelsen af et emne, de har været fordybet i via en præsentation med brug af digitale ressourcer, en animation med indtalt speak eller en lille afleveringsopgave efter afslutningen af praktisk og undersøgende arbejde. Her er det også vigtigt, at man som lærer hjælper eleverne med udformning af teksterne og skærper deres opmærksomhed på, hvordan man benytter fagsprog i naturfaglige tekster.

3.7 It og medier

Arbejdet med it og medier er en central dimension i undervisningen i fysik/kemi, både hvad angår elevernes videnstilegnelse fra tekster og undersøgelser, træning af sammenhænge mellem fx faglige begreber og forståelse af simuleringer og modeller til elevernes egne it-produktioner i forskellige repræsentationsformer.

It defineres som informationsteknologi til opsamling, behandling, lagring og udbredelse af information, mens medier i denne sammenhæng er defineret som digitale medier, der forstås som digitalt baserede veje og miljøer for fx information, kommunikation, læring og underholdning. I et lærings- og undervisningsperspektiv understreger sammenstillingen, at der både er fokus på teknologi og kommunikation.

Læseplaner for fysik/kemi uddyber de fire elevpositioner i arbejdet med it:

1. Eleven som kritisk undersøger
2. Eleven som analyserende modtager
3. Eleven som målrettet og kreativ producent
4. Eleven som ansvarlig deltager.

I undervisningen i fysik/kemi kan it og medier inddrages på mange måder:

- som en del af elevernes læremidler, fx i form af digitale lærebogsmaterialer eller henvisninger til faglige sider som fx **ESA.dk** og **rummet.dk**
- til opsamling eller indsamling af data
- som platform til formidling
- til digital styring og programmering.

Sidstnævnte er en opdatering af de tidligere mål om elektronisk styring begrundet i en stigende samfundsopmærksomhed på programmeringskompetencer.

Undervisningen i it og medier i fysik/kemi skal bidrage til elevens digitale dannelse, herunder bør emner som netetik og adfærd på sociale medier behandles i samarbejde med klassens øvrige lærere.

3.8 Innovation og entreprenørskab

Innovation og entreprenørskab er indført som dimension i alle fagenes opdaterede mål. I fysik/kemiundervisningen tjener temaet to formål: dels skal eleverne selv i praksis stifte bekendtskab med faserne i en innovativ proces, dels skal eleverne opnå forståelse for, at kreativitet, innovation og entreprenørskab er et væsentligt grundlag for fremtidens velfærdssamfund i Danmark.

Eleverne skal i det faglige stof arbejde med:

- handling
- kreativitet
- omverdensforståelse
- personlig indstilling.

Centralt i fysik/kemi står et for faget nyt begreb: design. Begrebet indrammer to centrale størrelser i faget; på den ene side skal eleverne arbejde ud fra deres egne ideer, forestillinger og hypoteser, og på den anden side skal de arbejde systematisk og efter en arbejdsmodel, hvor overvejelser om kvalitetskriterier er i fokus, for at nå frem til valide resultater og nye erkendelser.

Når eleverne fx designer en undersøgelse, så tager de udgangspunkt i en problemstilling, de gerne vil vide mere om, og arbejder sig derefter skridt for skridt nærmere et svar eller en mere detaljeret forståelse.

Det samme gælder målene om design og teknologi, hvor det handler om at følge en proces fra ide til produkt, med mange forskellige faser undervejs.

Eleverne skal bruge deres erfaring, kreativitet og faglighed til at udvikle ideer, planlægge, bygge og evaluere det endelige produkt. Fysik/kemi bidrager med fagligheden i disse processer, og det er et mål, at faget også kan bidrage til elevernes forståelse af struktur og virkemåde i de produkter, de laver. At designe i fysik/kemi handler både om kreativ konstruktion og om at diskutere sine ideer med læreren og kammerater i en innovativ fase. Endelig skal eleverne kunne fremstille og vurdere deres produkter ud fra en faglig indsigt og forståelse. Det betyder, at der skal stilles krav til produkterne på forhånd, og at det er de kriterier, som produktet skal vurderes ud fra – også løbende i processen.

For at styre designprocessen i undervisningen og for at bevidstgøre eleverne om faserne i en kreativ proces kan læreren stilladsere arbejdet i en række faser. Der findes mange innovationsmodeller, og herunder er der nævnt et udpluk:

KIE-modellen

Den Kreative Platform

IL-modellen

Det er vigtigt, at man som lærer i en designproces kan påtage sig rollen som vejleder eller facilitator. Det betyder, at både arbejdsopgaverne og målet med undervisningen skal være tydelige for eleverne, og at læreren skal være åben for elevernes vinkler og ideer. Progressionen i arbejdet med både elevernes egne kreative processer og deres forståelse af samfundets behov for innovation og entreprenørskab er angivet i målene for de faglige områder, men det er vigtigt, at der er en sammenhæng med klassens øvrige arbejde i de andre fag. Temaet bør derfor med jævne mellemrum drøftes med klassens øvrige lærere, så der opnås kongruens i de forventninger, der stilles til eleverne. Teamet kan med fordel opstille generelle læringsmål for elevernes innovative arbejde i fx klassens fælles årsplan.

3.9 Sikkerhed i fysik/kemi

Alle vejledninger vedr. arbejdet i fysik/kemi kan læses i branchevejledningen **Når klokken ringer på**. Læs både afsnittet vedr. fysik og kemi.

Læreren skal i forbindelse med det praktiske og undersøgende arbejde løbende foretage en vurdering af sikkerhed og risiko og både tage hensyn til, hvor sandsynligt det er, at en ulykke kan forekomme, og hvor alvorlige de mulige konsekvenser af ulykken kan være.

Følgende skal altid tages med i vurderingen:

- Elevens alder, modenhed, indsigt og rutine
- Instruktion og opsyn i forhold til elevens forudsætninger
- Klassens situation og forudsætninger.

Retningslinjer i forbindelse med elevernes arbejde med kemikalier og radioaktive materialer kan findes på **Arbejds miljøweb**.

Det fremhæves, at elevernes risiko skal minimeres ved:

- at farlige kemikalier erstattes med mindre farlige eller ufarlige kemikalier, hvis det er muligt
- at kemikalier og andre stoffer udleveres til eleverne i korrekt mærket emballage og i en mængde, der er rimelig i forhold til det, der skal bruges til øvelsen.

Det er centralt, at lærere og andre, der indkøber og anvender kemikalier og radioaktive materialer, er instruerede i sikkerhedsforskrifter og anbefalede procedurer, og at de løbende holder deres viden opdateret. Det samme gælder arbejdet med apparater og installationer.

Der er ikke krav om særlige uddannelsesmæssige niveauer, kurser eller fag for at arbejde i fysik/kemilaboratoriet, men skolens leder skal sikre en procedure, hvor personalet løbende kan blive instrueret og opdatere deres viden.

Der skal være udarbejdet arbejdspladsbrugsanvisninger på alle kemiske stoffer i fysik/kemilaboratoriet, der skal følge **disse regler**.

Det er særlig centralt, at lærerne, der bruger lokalet, let kan finde informationer om procedurer ved uheld, og at det er tydeligt, hvad de lokale procedurer er på skolen, fx hvordan en ambulance bestilles eller en brand slukkes.

Stofferne i fysik/kemilaboratoriet skal være mærkede med sikkerheds- og risikosætninger samt faresymboler. Alle regler vedr. mærkning kan læses på **Få styr på stofferne**.

I Danmark er vi ved at indføre globale symboler (CLP), og det betyder, at alle rene stoffer (ved rene stoffer forstås grundstoffer og deres forbindelser, fx H og HCl) pr. december 2012 skal være mærkede med de nye symboler, mens mærkningen af blandinger (ved blandinger forstås kemikalier, der består af flere stoffer, fx maling eller cement) med nye symboler samt nye H (Hazard – fare) -sætninger og P (Precaution – sikkerhed) -sætninger skal være foretaget inden juni 2017.

Der skal være overensstemmelse mellem arbejdspladsbrugsanvisningen og mærkningen af et givent stof, og der må derfor kun forefindes én udgave af stoffet i et laboratorium. Hvis der både er beholdere med gamle og nye mærkninger, skal der udarbejdes to arbejdspladsbrugsanvisninger.

Det anbefales, at alle mærker i et fysik/kemilokale skiftes på én gang, så eleverne ikke skal forholde sig til to forskellige mærkningssystemer.

Foruden lærerens løbende vurdering af sikkerhed og risiko er emnet også indeholdt i færdigheds- og vidensmålene for undervisningen i fysik/kemi. Igennem undervisningen i fysik/kemi skal eleverne opnå viden om og færdigheder i at omgås kendte og ukendte stoffer, apparater og installationer hensigtsmæssigt, ligesom de skal lære at forholde sig til miljø- og samfundsmæssige betydninger af arbejdet med skadelige stoffer og materialer. Arbejdet med sikkerhed og risiko kan med fordel indtænkes som en dimension i de faglige emner i undervisningen igennem hele det treårige forløb.

4. Kompetenceområder i fysik/kemi

I denne del af undervisningsvejledningen er der fokus på, hvordan de naturfaglige kompetencer kan forstås, og en kompetencetilgang frem for en indholdstilgang til fysik/kemi. Derefter dykkes der ned i en række eksempler på, hvordan der kan planlægges undervisning på tværs af målpar fra kompetence- og indholdsområderne – og på tværs af naturfagene.

Forbedret sammenhæng mellem natur/teknologi og fysik/kemi

Der skal være sammenhæng i hele det naturfaglige udviklingsforløb gennem grundskoletiden. Den sammenhængskraft er tydeliggjort i Fælles Mål for alle skolens fire naturfag via flere elementer: For det første ved de fire enslydende kompetenceområder: undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation. For det andet gennem kompetencemålene, hvor fysik/kemis ligger i naturlig forlængelse af natur/teknologis kompetencemål efter 6. klasse. For det tredje gennem natur/teknologis naturfaglige undersøgelser, naturfaglig modellering, perspektivering i natur/teknologi og formidling, der lægger op til de fælles naturfaglige mål, vi finder i både biologi, fysik/kemi og geografi. For det fjerde er natur/teknologis indholdsområder gennemtænkte koblingspunkter til fysik/kemi (og de andre naturfag i udskolingen): Det betyder, at der på målniveau er en forbedret sammenhæng mellem natur/teknologi og udskolingsens naturfag. På praksisniveau skal der arbejdes målrettet med god overleveringspraksis ved skiftet fra natur/teknologi og de andre naturfag, hvilket er et oplagt anliggende for skolens naturfagsteam at tage fat i.

I en kompetencetilgang til fysik/kemi er det ikke indholdsområderne, der er målet i sig selv – det er udviklingen af elevernes kompetencer inden for de naturfaglige kompetenceområder.

Eleverne skal udvikle deres kompetencer om naturfaglige forhold inden for fire områder:

1. Undersøgelse
2. Modellering
3. Perspektivering
4. Kommunikation

Når målet er udvikling af elevernes kompetencer, er det væsentligt, at fysik/kemilæreren hele tiden i læringsaktiviteterne – der udmønter de enkelte målpar – fokuserer på, hvad det er i elevernes naturfaglige kompetence, der via den aktuelle læringsaktivitet skal bidrages til.

4.1 De naturfaglige kompetenceområder

Naturfaglige undersøgelser, naturfaglig modellering, perspektivering i naturfag og formidling mv. er naturfaglige mål, som uddyber kompetencemålene og alle handler om arbejdsmetoder og processer på en generel måde. De naturfaglige mål er enslydende for biologi, geografi og fysik/kemi.

For at forstå hvordan disse naturfaglige mål skal tænkes sammen med målene fra de fagspecifikke indholdsområder, kan man forestille sig, at de naturfaglige mål ligger inde bag de specifikke fysik/kemifaglige mål. På én og samme gang er det målet, at eleverne lærer fx at formulere og undersøge en afgrænset problemstilling (Undersøgelse, naturfaglige undersøgelser fase 1, færdighedsmål) og lærer at undersøge energiomsætninger (Undersøgelse, energiomsætninger fase 1, færdighedsmål). Her er det altså oplagt at koble det generelle naturfaglige mål, der jo handler om arbejdsmåden (først at formulere og så undersøge den afgrænsede problemstilling), med det specifikke fysik/kemifaglige mål, der handler om selve indholdet af problemstillingen, nemlig energiomsætninger. Det er ud fra denne kobling af det generelle og det specifikke, at læringsmål for det konkrete undervisningsforløb formuleres.

Man kan også udtrykke det sådan, at de naturfaglige mål er summen af det, eleverne udvikler igennem de ni år i de fire naturfag. Målene i indholdsområderne er alle med til at give de naturfaglige mål faglige indholdskontekster, som kompetencerne udspiller sig omkring. Viden og færdigheder (og holdninger) skal ses som nødvendige ingredienser for at kunne handle kompetent. Dermed er færdigheder og viden underordnet kompetenceområderne i den forstand, at de er afgørende midler til at opnå målene.

Samtidig er de naturfaglige mål samlende for de tre naturfag i udskolingen, mens de fagspecifikke mål konstituerer fagene – det er her, de forskellige naturfag adskiller sig. De tre fags forskellige indhold udkrystalliserer sig i de fagspecifikke indholdsområder – der alle peger ind mod de samme fire kompetencemål: Eleverne skal udvikle deres kompetencer inden for at undersøge, modellere, perspektivere og kommunikere om naturfaglige forhold.

4.2 Undersøgelse i naturfag

Det praktiske og undersøgende arbejde udgør en væsentlig del af undervisningen i alle fire naturfag i folkeskolen. Målet er at udvikle elevernes kendskab til naturen og teknologien og hjælpe dem til at forstå nogle af de ideer, tankegange, teorier og modeller, som bliver anvendt i naturfagene, til at beskrive og forudsige naturens og teknologiske processers måde at opføre sig på. Dette kan ikke ske alene ved at fortælle eleverne om det. Eleverne skal i høj grad selv have lejlighed til direkte at se, røre, høre, lugte eller smage genstande og fænomener i deres nære og fjerne omverden. Eleverne skal gennem det praktiske og undersøgende arbejde gradvis selv skabe forbindelse mellem genstande, tankegange og teorier.

I undervisningen i natur/teknologi lærer eleverne at gennemføre enkle undersøgelser på baggrund af egne forventninger. De arbejder med at sortere og klassificere, med at kunne opstille forventninger, der kan testes i undersøgelser, og de opnår viden om enkle undersøgelses muligheder og begrænsninger. Gennem forløbet i natur/teknologi bliver elevernes undersøgelser stadig mere systematiske og kan mod slutningen af forløbet omfatte arbejdet med mere end én variabel ad gangen i sammenlignende forsøg. Eksempelvis kan eleverne på egen hånd udvikle undersøgelser af planters afhængighed af både vand, lys og gødning.

I gennem det samlede forløb i naturfag skal eleverne stadig mere selvstændigt kunne foretage en afgrænsning af, hvad der rent faktisk kan lade sig gøre at undersøge. Dialogen mellem eleverne indbyrdes og med læreren spiller også i denne sammenhæng en betydelig rolle.

I udskolingsfagene skal eleverne i større og større omfang selv kunne designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i naturfagene. Det betyder, at de selv skal formulere en problemstilling med et naturfagligt indhold, som de kan undersøge med nogle af de undersøgelsesmetoder, de har lært at bruge. Ligesom en afvejning af en given undersøgelsesmetodes muligheder og begrænsninger er et vigtigt element. Eleverne skal kunne stille spørgsmål som: "Hvad kan vi forvente at få ud af denne undersøgelse?".

I forbindelse med en naturfaglig undersøgelse skal der indsamles data, som skal systematiseres, vurderes og præsenteres. Herigennem er der mulighed for at erhverve sig viden om, hvordan naturfaglige data valideres, altså hvor meget vi kan stole på de data, vi har indsamlet, og hvorvidt de rent faktisk siger noget om det, vi ønskede at undersøge.

Endelig skal eleverne arbejde med at konkludere og generalisere på baggrund af praktisk og undersøgende arbejde, de selv eller andre har udført. Det hænger igen sammen med en vurdering af, dels hvor godt man stoler på data, dels hvor generelle og pålidelige data er; gælder de kun for denne specifikke situation, hvor vi har målt på variationen i indholdet af oxygen over et døgn i et vandhul i Ballerup, eller er der nogle generelle træk, som gælder for alle vandhuller i Danmark eller i hele verden?

Undersøgelse i fysik/kemi

I fysik/kemi er undersøgelsesbegrebet centralt og til en vis grad traditionsbæftet. Undersøgelser dækker over mange tilgange til det praktiske arbejde, fx:

- iagttagelser
- observationer
- forsøg
- eksperimenter,

men kompetencen dækker også over elevernes videnstilegnelse gennem fx interviews, videoklip, læsning, dialog med fagpersoner osv.

Elevernes undersøgende arbejde kan anses som broen mellem det teoretiske fundament, faget bygger på, og de arbejdsmetoder og tilgange, der anvendes, når ny viden skal tilføres. Undersøgelserne har således et dobbelt formål – dels tilegner eleverne sig ny viden gennem undersøgende arbejde, dels lærer de fagets metoder at kende gennem erfaringer med de enkelte dele af undersøgelsesprocessen. Et tredje formål med elevernes praktiske og undersøgende arbejde er, at de opnår erfaringer med laboratorieudstyr, sikkerhedsprocedurer og almindelige arbejdsgange i fysik/kemilokalet. Dette tredje formål må ikke undervurderes, idet eleverne i laboratoriet møder mange genstande, apparater og stoffer og kemikalier, de ikke tidligere har lært at anvende og omgås.

Undersøgelser i fysik/kemi er endvidere centrale for elevernes tilegnelse af fagsprog og -begreber, idet de får lejlighed til at afprøve deres egne forestillinger om sammenhænge mellem givne begreber, udforske fagbegreber, de netop er blevet præsenteret for, få konkrete erfaringer med abstrakte, teoretiske størrelser og i praksis udføre forsøg og eksperimenter, de fx har læst eller hørt om. Det er vigtigt, at læreren også benytter elevernes arbejde med undersøgelser som en del af arbejdet med kompetenceområdet kommunikation og støtter eleverne i deres tilegnelse af fagbegreber og den særlige sprogbrug i naturfag.

I kompetencemål for fysik/kemi er det angivet, at eleverne skal designe, gennemføre og evaluere undersøgelser. Med designe menes at tilrettelægge i bestemte trin. En model for det undersøgende arbejde kan se således ud:

Problemstilling	Problemstillingen er det spørgsmål eller område, klassen eller eleven gerne vil vide mere om. Problemstillingen kan både stamme fra læreren, fra undervisningsmaterialer og fra eleverne. Ud fra problemstillingen formuleres undersøgelsens formål.
------------------------	---

Hypotese	Hypotesen er en begrundet antagelse om en undersøgelses udfald. Inden man foretager undersøgelsen gør man sig overvejelser over, hvad undersøgelsen vil vise. Man forudsiger resultatet, idet man antager, at fx et givet eksperiment vil have et bestemt udfald. Man kan sige, at man opstiller en hypotese, som undersøgelsen kan medvirke til at be- eller afkræfte.
Undersøgelse	Undersøgelsen kan være et eksperiment, et forsøg, en observation eller andet, der kan svare på hypotesen og dermed give eleven ny viden om problemstillingen. En undersøgelse bør kunne gentages flere gange med relativt enslydende resultat. Det er vigtigt, at eleverne er kritiske over for deres undersøgelseskilder, både tekster og fx apparatur.
Resultater	Resultaterne af undersøgelsen noteres eller fastholdes på anden vis, og resultaterne skal anvendes til at underbygge, om hypotesen kan bekræftes eller må forkastes. Resultaterne af en undersøgelse skal formidles systematisk, og eleverne skal lære, hvilke resultater i et udfaldsrum der er pålidelige, og hvilke de kan se bort fra.
Konklusion	Konklusionen kan af- eller bekræfte hypotesen ved hjælp af resultaterne af undersøgelsen og giver dermed eleverne ny viden om problemstillingen. Eleven overvejer i samarbejde med andre elever eller med læreren, om der i resultaterne er belæg for at generalisere resultatet til at gælde generelt for det undersøgte område, eller om der skal flere undersøgelser til.
Formidling	Resultaterne af undersøgelsen samt de konklusioner, der drages, bør formidles til andre, så de kan bygge videre på den nye viden. Undersøgelser kan formidles på mange måder.

Når læreren tilrettelægger elevernes undersøgende arbejde, er det vigtigt, at der i undervisningen er lydhørhed over for elevernes forslag og synspunkter. Det er centralt, at eleverne selv får lov at forudsige resultatet ud fra en antagelse eller en hypotese, de selv har opstillet. De skal ligeledes selv konkludere på baggrund af de resultater, de selv opnår. I undervisningssituationen må det altid afvejes, i hvor høj grad eleverne skal nå et bestemt resultat, eller om det at eleverne når forskellige resultater kan medvirke til deres forståelse af nogle af de vanskeligheder, der er i at opnå entydige og pålidelige resultater i naturvidenskaben. Problemstillingen, som undersøgelsen tager afsæt i, bør som udgangspunkt være åben og autentisk, så undersøgelsen ikke bliver en pseudo-undersøgelse med et på forhånd givet resultat.

Modsat er der sammenhænge i fysik/kemi, som eleverne ikke selv kan nå frem til ved hjælp af undersøgende arbejde alene, og derfor må læreren være tydelig i sin kommunikation i forhold til, hvornår et givet forsøg skal eftervise allerede kendt viden, og hvornår en undersøgelse kan give resultater, der er åbne for flere fortolkninger og dermed kan give ny viden til eleverne.

Ligeledes skal formålet for det undersøgende arbejde altid tydeliggøres i undervisningssituationen, og elevernes formulerede konklusioner på undersøgelserne skal holdes op mod formålet, så eleverne kan konstatere, om og i hvor høj grad de har opnået ny viden om deres problemstilling. Enhver undersøgelse veksler således kontinuerligt mellem på den ene side mundtlige eller skriftlige overvejelser i dialog med andre elever og læreren og på den anden side praktisk arbejde i laboratoriet, i naturen eller et helt tredje sted. Læreren rolle i undervisningen veksler imellem at bibringe ny viden til undervisningssituationen ved fx egne fortællinger, tekster eller andet og gennem at understøtte elevernes egne refleksioner ved fx at stille **produktive spørgsmål**.

I enhver situation i undervisningen må læreren tænke på formålet med en given aktivitet: "Er formålet, at jeg forklarer, sætter i sammenhæng, uddyber, fortæller? Eller er formålet, at eleven selv skal konkludere, påvise sammenhænge, stille spørgsmål, diskutere og finde svar?" – og afpasse sin lærerrolle efter det.

Når eleverne begynder i 7. klasse, har de opnået visse erfaringer med undersøgelser fra undervisningen i natur/teknologi og måske fra andre fag, fx håndværk og design, madkundskab og matematik. Det er vigtigt at fortælle eleverne, at selvom fysik/kemi er et nyt fag for dem, er metoderne ikke udelukkende nye. Afhængigt af elevernes erfaringer med det undersøgende arbejde bør læreren støtte elevernes arbejde med undersøgelser i fysik/kemi, fx ved:

- at zoome ind på udvalgte dele af den naturfaglige arbejds metode og arbejde med dem særskilt
- at undervise i særlige teknikker, der anvendes i fysik/kemi-undersøgelser, fx pH-måling eller måling af elektrisk ledningsevne
- at præsentere eleverne for forskellige måder at arbejde undersøgende på og diskutere disse forskellige undersøgelsesmetoders anvendelighed i forskellige sammenhænge med eleverne.

Efterhånden som eleverne opnår mere erfaring med undersøgelsesarbejdet i fysik/kemi, kan feltet bredes ud, og eleverne kan gøre sig erfaringer med hele undersøgelser fra formulering af problemstilling til formidling af undersøgelsens resultater. I hele arbejdet er det godt at arbejde ud fra en model (som fx ovenstående tabel eller en innovationsmodel, se afsnittet om innovation i undervisningen ([LINK](#) til tekst om innovation i undervisningen, dokument 1 tekst 3.5.3), så eleverne hele tiden ved, hvor de er i processen.

Det undersøgende arbejde kan evalueres ved, at eleverne inddrages i diskussioner om deres proces, fx:

- Var vores undersøgelsesdesign hensigtsmæssigt i forhold til at opnå den viden, vi havde brug for til at belyse problemstillingen?
- Var vores plan for arbejdet med undersøgelsen realistisk, og mødte vi uforudsete forhindringer eller andet, der gjorde, at vi måtte skifte kurs? Hvordan håndterede vi det problem?

- Er der sammenhæng mellem vores hypotese, resultater og konklusion, så vi med rimelighed kan antage, at vi kan stole på vores resultater?
- Var formålet med undersøgelsen tydeligt gennem hele processen?
- Hvordan kan vi forbedre vores undersøgende arbejde til næste gang?

Desuden bør der i undervisningen ved siden af de faglige læringsmål for en given aktivitet også opstilles læringsmål for det undersøgende arbejde, der efter undervisningsforløbet danner udgangspunkt for evaluering, fx:

- Eleverne kan skelne mellem brugbare og ikke brugbare resultater.
- Eleverne kan formulere en hypotese, der kan be- eller afkræftes ved hjælp af et eksperiment.
- Eleverne kan gøre rede for, hvordan deres undersøgelsesdesign hænger sammen med hypotesen.

4.3 Modellering i naturfag

Naturvidenskabelig forståelse af naturen bygger på modeller. Når vi tænker over, hvordan vi kan forstå eller forklare et fænomen, bruger vi mentale modeller. Når vi skal forklare, hvordan en måneformørkelse opstår, gør vi det på grundlag af indre billeder af, hvordan sol, jord og måne bevæger sig og skygger for hinanden – altså en model. Når vi forklarer det samme fænomen til andre, gør vi det med en sproglig model, der bygger på vores mentale model. Den sproglige model kan eventuelt udbygges med en tegning, altså en grafisk model, eller en konkret demonstration ved hjælp af fysiske genstande.

Mentale og sproglige modeller er ofte både ufærdige og ustabile og under stadig forandring. De er redskaber for tænkningen og hjælper med at bringe orden i vores erfaringer og viden. For eksempel har vi fra førskolealderen og frem skiftende forestillinger om jorden og dens indretning, idet vores mentale modeller udbygges og forfines, mens vi gradvist lærer mere om jordens bevægelser, tyngdekraft, kontinenter, pladetektonik, havstrømme, atmosfære, magnetfelt mv.

I undervisningen i natur/teknologi skal eleverne få bevidsthed om, at modeller ikke er lig med virkeligheden, men repræsenterer udvalgte aspekter af den. De skal samtidig få en forståelse af, at modeller simplificerer og forenkler, og eleverne skal kunne anvende modeller til beskrivelse og forklaring, både over for sig selv og i dialog med andre.

I udskolingsfagene lærer eleverne endvidere, at modeller også bruges til at beskrive genstande og processer, som ikke kan iagttages direkte. Dette kan fx være en celle, udsendelse af en alfapartikel fra en atomkerne eller en befolkningspyramide. Gennem det samlede naturfagsforløb skal eleverne arbejde med modeller, som dels gradvist bliver mere abstrakte, dels mere eksplicitte og præcise. Modeller omfatter diagrammer, rumlige modeller, analogier, matematiske sammenhænge, tegninger, animationer og computersimulationer.

Gennem undervisningen skal eleverne blive fortrolige med, at et givet fænomen kan repræsenteres af flere forskellige modeller, som hver især forenkler fænomenet på en særlig måde, fremhæver særlige træk ved fænomenet eller er særlig anvendelig i en bestemt sammenhæng. Eleverne skal derfor arbejde med at forstå forholdet mellem en model og det fænomen, som modellen repræsenterer.

Arbejdet med at anvende, vurdere og ændre modeller hjælper således eleverne til at revidere deres egne mentale modeller og giver dem mulighed for at opnå en dybere faglig forståelse, bl.a. når de deler denne forståelse med andre elever og læreren.

Eleverne skal også selv udvikle modeller, som sammenfatter deres egne iagttagelser eller observationer. En vigtig del i denne proces er, at de kan teste en model mod virkelige processer og ændre i modellen eller finde en anden og bedre, hvis der er uoverensstemmelse med virkeligheden. De skal således kunne bevæge sig fra virkelighed til model og fra model til virkelighed.

Modellering i fysik/kemi

Modellering i fysik/kemi er et vigtigt redskab til at reducere kompleksiteten i det faglige stof. Modellerne bruges til at synliggøre sammenhænge, til at illustrere faglige pointer eller til at uddybe forhold i undervisningen, der kun vanskeligt lader sig iagttage, fx solsystemet eller elektronstrukturen i et atom. Således kan modeller være med til at konkretisere de til tider vanskelige abstraktioner, som fysik/kemi byder på. Modellering er en faglig tilgang, som også videnskabsfagene fysik, kemi og astronomi baserer sig på, og undervisningen i modellering har således et dobbelt sigte: Eleverne skal dels lære om modellerne, dels af modellerne.

Modellering i fysik/kemi dækker over arbejdet med mange forskellige slags modeller, fx tegninger, animationer, simulationer, analogier og rumlige modeller. Ordet dækker også over elevernes kendskab til og anvendelse af repræsentationer, fx diagrammer, tabeller, kurver, grafer, matematiske sammenhænge samt symboler og tegn.

I undervisningen i fysik/kemi skal eleverne arbejde med modeller på flere måder. Eleverne skal:

- udvælge modeller
- afkode modeller
- vurdere modeller
- anvende modeller
- udvikle modeller.

I undervisningen kan læreren sammen med eleverne udvælge modeller af fx vands kredsløb eller et atoms opbygning, og klassen kan i fællesskab eller i mindre grupper sammenligne og diskutere modellerne. Man kan fx spørge:

- Hvad er formålet med modellen?
- Hvad viser modellen særlig godt?
- Hvad viser modellen ikke særlig godt?
- Hvordan underbygger modellens grafik eller layout det faglige indhold?

Det er vigtigt, at eleverne lærer at forholde sig kritisk til modeller, også selv om det fx er flot producerede digitale simuleringer, og at de gennem undervisningen forstår, at modeller altid reducerer virkeligheden.

I undervisningen kan eleverne også udarbejde eller udvikle deres egne modeller, fx ved hjælp af mindmapping-, animations- eller tegneprogrammer. Typisk vil det være modeller, der illustrerer elevernes forståelse af et givent stof, det kan være begrebskort, mindmaps, tegninger eller mere avancerede animationer af fx elektronernes bevægelse i ledninger eller simuleringer af kerneprocesser. Fælles for elevernes egne modeller er, at de er midlertidige og må revideres løbende, da eleverne kontinuerligt tilegner sig ny viden.

Elevernes egne modeller kan:

- synliggøre deres mentale modeller, altså underbygge elevernes formidling af deres forståelse af et givent fagligt stof, være repræsentationer af deres opnåede viden
- være modeller af forhold, genstande og sammenhænge, som ikke umiddelbart lader sig undersøge i laboratoriet eller i naturen.

Det er vigtigt at støtte eleverne i deres modellering, således at modellerne lever op til det formål, eleverne har formuleret. Skal modellen repræsentere, illustrere, demonstrere, uddybe osv.

Eleverne må også være i stand til at revidere deres model på baggrund af feedback fra læreren og de andre elever.

Eleverne bør i stigende grad gennem det treårige forløb anvende modeller i deres egen formidling af det faglige stof, både egne modeller og udvalgte modeller fra forskellige kilder. Modellerne kan indgå som en del af fx en skriftlig formidling af en undersøgelse, men modellerne kan også ligge til grund for mundtlige præsentationer af fx sammenhænge mellem fotosyntese og respiration eller energiomsætningen i en generator. Endelig kan nogle modeller udarbejdes praktisk, fx kan afstandene i et atom tegnes i målestoksforhold i skolegården, eller månens bevægelse om jorden kan dramatiseres.

4.4 Perspektivering i naturfag

Det er en del af formålene for naturfagene, at eleverne lærer at bruge deres faglige viden og færdigheder som basis for stillingtagen og handlen i forhold til eget og andres liv. Eleverne skal forberedes på at leve som aktive borgere i et demokratisk samfund, hvis udvikling i høj grad bygger på videnskab og teknologi af voksende kompleksitet. Derfor skal eleverne kunne sætte naturfaglig viden og færdigheder i relation til andre fag og til det omgivende samfund. Eleverne får dermed også mulighed for at opleve, hvordan naturfaglig viden på en anden måde bliver relevant og vedkommende, når den relateres til forhold uden for fagene selv.

I natur/teknologi lærer eleverne bl.a. at perspektivere faglig viden til hverdagen, historisk, globalt, til samfundets udvikling, til teknologisk udvikling, til aktuelle hændelser og til bæredygtighed og ressourceanvendelse. I udskolingsfagene skal eleverne udbygge disse kompetencer fra natur/teknologi. I 9. klasse kan man eksempelvis vælge at arbejde med samfundets energiforsyning. Gennem arbejdet i klassen får eleverne viden om samfundets brug og udledning af stoffer og opnår færdighed i at vurdere miljøpåvirkninger af klima og økosystemer. Hvis eleverne skal nå dele af det tilhørende kompetencemål i perspektivering, skal de imidlertid også være i stand til at benytte den opnåede viden og færdighed til bl.a. at redegøre for mulige konsekvenser af en global omlægning af energiforsyningen.

Igennem hele naturfagsforløbet er det en udfordring i arbejdet med at perspektivere, at man er nødt til at inddrage problemstillinger, som ikke på forhånd er afgrænsede eller fagligt veldefinerede. Det gælder fx perspektivering i forhold til fænomener i elevernes hverdag eller spørgsmålet om, hvordan naturfaglig viden kan hjælpe med at besvare spørgsmål fra medier eller give svar på spørgsmål, som på anden måde dukker op. Det kræver dialog mellem eleverne og læreren dels at finde interessante problemstillinger, dels at få dem afgrænset, så der kan undervises i dem.

Noget tilsvarende gælder, når elevernes naturfaglige viden skal bringes i spil i forhold til større teknologiske, økonomiske eller samfundsmæssige problemstillinger. Her kan det desuden være hensigtsmæssigt at inddrage andre fags lærere i en afgrænsning af et tema eller en problemstilling.

Gennem indsigt i de videnskabelige processer får eleverne et bedre fundament for at vurdere nye videnskabelige påstande, der fremsættes og diskuteres i medierne. Denne viden indgår i undervisningen i alle naturfagene.

I natur/teknologi indgår der arbejde med at perspektivere egen viden i forhold til den historiske udvikling af naturfaglig og teknologisk erkendelse. Dette perspektiv arbejdes der videre med i udskolingsfagene, således at eleverne får indsigt i den naturvidenskabelige forsknings epistemologi, altså hvordan naturvidenskabelige processer forløber – hvordan viden udtænkes, konsolideres og udbygges.

I arbejdet med perspektiveringskompetencen skal eleverne blive bevidste om, hvordan deres eget arbejde med at undersøge, modellere og kommunikere afspejler mange af de processer, der foregår i videnskabelig forskning. Bl.a. at også forskere arbejder i grupper, stiller spørgsmål, undersøger, designer eksperimenter og prøver på at forstå og diskutere, hvordan udfaldet af et eksperiment eller en undersøgelse kan forklares. Et vigtigt aspekt af dette er, at det kræver kreativitet og fantasi fra forskerne at formulere nye videnskabelige ideer. Eleverne skal ligeledes forstå, at forskere ofte er uenige, og at naturvidenskab kan forstås som én lang løbende diskussion mellem forskellige forskergrupper, hvor diskussionen føres i tidsskrifter, på kongresser og til forskermøder. Endelig kan der i undervisningen indgå, hvordan disse diskussioner sommetider foregår i pressen, og at forskernes evne til at kommunikere i det hele taget er afgørende.

Perspektivering i fysik/kemi

Fysik/kemi er ikke blot et faktafag, hvor en given række af fagets lovmæssigheder og sammenhænge skal læres i løbet af det treårige forløb. Det er også et metodefag, hvor eleverne skal lære at arbejde og tænke naturfagligt, ikke mindst fordi faget som sin kerne har den almene dannelse. Således bidrager faget til elevernes identitetsprojekt, både hvad angår individ- og demokratiseringsaspektet.

Fysik/kemi har berøringsflader til en række fagområder inden for den samfundsfaglige fagrække, design og æstetikfagene, sundhedsområdet osv., og der findes let eksempler af både historisk og nutidig karakter på fx samspillet mellem samfundsudviklingen og udviklingen af den naturfaglige viden.

Fysik/kemi kan også indgå i mange tværfaglige sammenhænge i forbindelse med fx projektopgave, fordybelsesuger eller egentlige tværfaglige forløb. Dels har alle naturfagene en række kompetencer til fælles, der bl.a. skal sættes i spil i de seks tværgående forløb, dels kan fysik/kemi spille sammen med flere af fagene i folkeskolens fagrække både indholdsmæssigt og kompetencemæssigt. I sådanne tværfaglige sammenhænge styrkes elevernes perspektiveringskompetencer, fordi de anskuer fx middelalderen, mennesker og maskiner, sundhed og trivsel eller andre overordnede emner fra både fysik/kemis og andre fags synspunkt.

Perspektivering i fysik/kemi forekommer på både mikro- og makroplan:

- På mikroplan perspektiveres elevernes undersøgelser til deres hverdag, fx i forhold til ressourceforbrug eller omgang med kemiske stoffer. Der generaliseres fra enkelte forsøg til almene sammenhænge, fx målinger af CO₂-indholdet i et klasselokale gennem en skoledag eller undersøgelser af vandhanevand kontra flaskevand.
- På makroplan diskuteres globale, nationale eller regionale problematikker, fx regnvandsafledning eller global opvarmning, og eleverne anvender deres faglige redskaber, fx tekster og undersøgelser, til at belyse og opnå ny viden om problemstillingerne samt til at udvikle bud på handlinger i relation til problemstillingerne.

Perspektiveringskompetencen bidrager i fysik/kemi til, at eleverne oplever, at faget har en nær sammenhæng med både deres egen dagligdag og de handlinger, de foretager sig, og det samfund, som de er en del af, og som de i fremtiden skal være med til at forme.

I fysik/kemi kan man arbejde med perspektivering på mange måder, og dette kompetenceområde hænger i høj grad sammen med kompetenceområdet kommunikation.

Undervisningen kan indeholde:

- Spørgsmål, der understøtter en faglig dialog mellem eleverne, fx: "Kender I problemet andre steder fra?", "hvor i verden kunne denne problematik se anderledes ud og hvordan?", "hvilke steder har man løst problemet og på hvilke måder?" osv.
- Udarbejdelse af informationsmateriale til bestemte målgrupper, fx en folder med fyrværkeriråd til skolens 5. klasser eller energisparreråd til det nærmeste plejehjem.
- Rollespil, hvor eleverne skal argumentere for flere sider af en sag. De kan fx debattere samfundets energiforsyning, kost og motion eller anvendelse af hudplejeprodukter med mikroplastindhold.
- Elevproducerede videoindslag til fiktive nyhedsprogrammer, hvor ny teknologi præsenteres og en ekspert udtaler sig for eller imod teknologien.
- Præsentation af uddannelses- og erhvervsperspektiver inden for den naturfaglige fagrække ved fx brobygningsforløb med STX eller HTX, besøg på universiteter, farmaceutskoler, elektrikeruddannelser eller besøg i undervisningen af fx en laborant, en astronom osv.
- Besøg i uformelle læringsmiljøer, fx museer eller forsyningsværker, hvor eleverne kan se viden om fysik eller kemi i anvendelse.
- Inddragelse af autentiske og/eller aktuelle sammenhænge fra virkeligheden, fx politiske tiltag på energi- eller miljøområdet, udvikling af nye teknologier eller breaking news som fx meteornedslag eller lækager på atomkraftværk.

Det er vigtigt, at der i undervisningen sættes tid af til refleksion og diskussion, fx i forbindelse med det undersøgende arbejde eller arbejdet med tekster i faget, så eleverne oplever fagets sammenhæng med den omgivende verden. Læreren skal støtte eleverne i deres arbejde med perspektivering på både mikro- og makroplanen ved at lave opgaver, øvelser eller andet, der sætter elevernes tanker og samtaler i gang.

Ligeledes er det vigtigt, at eleverne udvikler deres handlekompetence, og at undervisningsoplæggene udformes, så eleverne oplever at have en reel mulighed for at kunne gøre en forskel.

Elevernes udvikling af en perspektiveringskompetence kan lettest evalueres, hvis der sideløbende med de faglige læringsmål opsættes læringsmål for elevernes perspektiveringskompetence, fx:

- Eleverne kender til mindst to argumenter for og to argumenter imod atomkraft.
- Eleverne anvender synspunkter fra mindst to kilder i deres fremlæggelse om global opvarmning.
- Eleverne argumenterer med argumenter, der baserer sig på viden fra fysik/kemi, når de redegør for, hvorfor der både er fordele og ulemper ved anvendelse af radioaktiv stråling i hospitalssektoren.
- Eleverne demonstrerer, at de kender til sikkerhedsreglerne i et laboratorium ved at hælde kemikalierne i de rette opsamlingsbøtter og anvende korrekte værnemidler.

4.5 Kommunikation i naturfag

I beskrivelsen af de tre første kompetenceområder, undersøgelse, modellering og perspektivering, har det været et gennemgående træk, at sprog og kommunikation spiller en afgørende rolle for at udvikle kompetencerne og bringe dem i spil.

Kommunikation og undersøgelse

I udviklingen af kompetencen undersøgelse skal eleverne således kunne diskutere med hinanden og deres lærer om spørgsmål som: "Hvad ved vi?", "hvad vil vi gerne vide?", "hvad tror vi?" og "hvad vil vi undersøge?". Der skal designes undersøgelser, data skal valideres og fortolkes, forventninger og påstande skal fremsættes, konklusioner skal drages, der skal fremsættes underbygget kritik af det, de andre foreslår og laver og at alt kræver en tydelig kommunikation.

Det er endvidere vigtigt, at eleverne får en forståelse af, at man i naturvidenskab er nødt til at tage andres kritik alvorligt. Det kan man gøre ved, at man enten tilbageviser den sagligt, eller at man tager den til sig og benytter den til at revidere sin teori.

Ud over kommunikationen i selve undersøgelsessituationen skal eleverne kunne fremlægge for andre, hvordan en undersøgelse er lavet, hvorfor den er lavet, og hvad den viste, og de skal eventuelt kunne forsvare deres konklusioner. En fremlæggelse kan også have form af et indlæg på nettet på en platform, hvor skoleelever, studerende, lærere og andre interesserede har adgang.

Kommunikation og modellering

Når der arbejdes med modellering, skal eleverne kunne kommunikere med hinanden og deres lærer i forbindelse med undersøgelse af modeller, brug af modeller og udarbejdelse af modeller – både i skrift og tale. Det drejer sig ligesom i arbejdet med undersøgelser om at kommunikere både i forbindelse med udviklingen af deres egne modeller og i forklaringen af, hvorfor en given model er valgt. Her skal eleverne også kunne præsentere, forklare eller beskrive en model for andre og kunne udnytte deres kendskab til fagterminologi, således at kommunikation bliver så præcis som muligt.

Kommunikation og perspektivering

Under perspektivering skal eleverne bl.a. kunne forholde sig til, at andre kommunikerer om emner, der har naturvidenskabeligt indhold. Fx diskussioner om alt fra global opvarmning og energiforsyning til forbud mod fyrværkeri eller brug af kemoterapi. Eleverne skal kunne forholde sig til informationer, som er blandinger af videnskabelig viden, værdier, politiske vurderinger og regulær reklame eller agitation. Derfor skal eleverne også have en forståelse af, at naturvidenskabelig viden kan misbruges, og at ikke alle påstande er lige underbyggede eller pålidelige. Det betyder samtidig, at eleverne skal kunne skelne mellem egentligt fagligt indhold i en påstand og de værdier, som er bygget ind i påstanden. De skal altså kunne skelne mellem de dele af argumenter, der bygger på, hvordan verden er – eller hvordan vi tror, verden er – og de dele af argumenter, der bygger på, hvordan vi gerne vil have, at verden skal være. De skal udvikle en evne til kritisk vurdering, hvilket indebærer, at eleverne kan formulere deres egne holdninger og argumentere for dem. Argumenter, hvor naturvidenskabelig viden er relateret til emner i samfundet og almindelige menneskers hverdag, indeholder imidlertid ofte en blanding af viden, holdninger og værdier, hvilket aktualiserer udviklingen af evnen til kritiske vurdering.

Kommunikation i naturfag

Som det fremgår af den foregående beskrivelse, skal eleverne altså udvikle deres evner til at kunne kommunikere med brug af faglige begreber og med en vis faglig præcision i sproget. Det er også vigtigt, at eleverne kan målrette deres kommunikation i forhold til de personer eller det publikum, de kommunikerer med, og være bevidste om selve kommunikationssituationen. Eksempelvis er der meget stor forskel på den kommunikation, der foregår, når eleverne fremlægger et naturfagligt projekt for hele skolen, og den kommunikation, som den enkelte elev har med sin nærmeste familie om naturfaglige emner. Eleverne skal derfor kunne kommunikere ved hjælp af meget andet end det præcise fagsprog, idet de også skal kunne betjene sig af sammenligninger, analogier, eksempler hentet fra hverdagen eller de nære omgivelser, simple diagrammer, grafer, animationer, billeder, film, wikier, blogs, sociale medier, præsentationsprogrammer mv. Et element i naturfagsundervisningen kan være, at eleverne kommunikerer med andre elever på andre skoler, måske i andre lande, om det, de arbejder med i naturfagsundervisningen. Det kan ske ved hjælp af e-mails, blogs, videokonferencer, sociale medier mv.

Kommunikation og sproglig udvikling fysik/kemi

Alle fag i folkeskolen skal bidrage til elevernes sproglige udvikling, både deres generelle sproglige udvikling og deres udvikling af det fagspecifikke sprog. I læseplanen (link til læseplanens tekst om kommunikationskompetencen for fysik/kemi) er kommunikationskompetencen og progressionen i arbejdet med denne beskrevet, og i vejledningsteksten om kommunikationskompetencen (link til vejledningsteksten om kommunikationskompetencen) i fysik/kemi er undervisningens sproglige dimension yderligere foldet ud, herunder med en planlægningsmodel. Der er både fokus på eleverne som modtagere og producenter af sprog, ligesom der er fokus på både det mundtlige, det skriftlige og det visuelle sprog.

Udviklingen af den sproglige kompetence i fysik/kemi er den enkeltfaktor, der har størst betydning for elevernes faglige udbytte. Kompetencemålene drejer sig om:

- ordkendskab
- faglig læsning og skrivning
- argumentation
- formidling.

Fagsproget i fysik/kemi består af en lang række faglige begreber, repræsentationer, skrivemåder, tegn osv. samt en sproglig kultur, som eleverne skal indføres i og gøres fortrolige med. Vigtigst i det sproglige arbejde er lærerens valg af centrale fagbegreber for et givent undervisningsforløb. Det er fundamentet for elevernes læring, og det stillads, hele undervisningen bør bygges op omkring.

Ud fra de centrale begreber udvælger læreren tekster og andre arbejdsformer, der kan introducere eleverne til begreberne, folde dem ud, sætte dem i relation til andre begreber og træne dem, så de efterhånden bliver en del af elevernes aktive fagsprog. Slutteligt sætter læreren muligheder op for, at eleverne kan anvende deres nye fagsprog, fx i formidlende øjemed.



© Undervisningsministeriet

Figur 2: Faser for brugen af faglige begreber

Mange fagbegreber i fysik/kemi kræver en for forståelse, som eleverne ikke har, eller de minder om hverdagsbegreber med en anden betydning. Derfor er det vigtigt, at læreren sætter fokus på begreberne i et givent emne – og ikke blot de ord, en lærebog har udvalgt – ved fx:

- at afdække elevernes kendskab til begreberne og deres sammenhæng, deres forståelse
- at udfolde begreberne gennem eksempler, illustrationer, analogier eller andet, der kan konkretisere begreberne
- at sætte begreberne i anvendelse i sproglige øvelser og leg, det undersøgende arbejde, arbejdet med forskellige tekster osv.

Derigennem gives eleverne muligheder for at opnå et sammenhængende billede af det sproglige område.

Progressionen i det sproglige arbejde er nødvendig, for eleverne møder i fysik/kemi mange vanskelige, ukendte og svært læselige ord, der ydermere kan forstås på mange niveauer. Det er derfor tilrådeligt, at læreren først i forløbet fx definerer strøm på én måde og sidst i trinforløbet definerer det på en mere nuanceret måde.

For at lære arbejdsmåder og tankegange i fysik/kemi er det også vigtigt at fokusere på fagets sproglige kultur. I al væsentlighed er sprogkulturen fælles inden for det naturfaglige genstandsfelt, og en række idealer findes i især det skrevne (herunder det multimodale) sprog:

- Teksterne udarbejdes som udgangspunkt objektivt og i passivsprog.
- Teksterne indeholder nominaliseringer, dvs. substantiver dannet af verber.
- Teksterne har høj teknikalitet og mange ord med ny betydning.
- Teksterne er ofte opbygget med kompliceret syntaks samt skiftende sætningslængde og –kompleksitet.

Eleverne må løbende igennem fysik/kemiundervisningen møde fagets særlige sproglige kultur og give eksempler på den sammen med læreren og andre elever.

Når der i Fælles Mål står "naturfaglige tekster", menes der tekster med naturfagligt indhold. Tekster skal forstås bredt, og både skrevne tekster, videoklip, forsøgsvejledninger, modeller, simuleringer osv. anskues som tekster. I elevernes arbejde med teksterne er læseformålet meget centralt og skal være klart defineret i undervisningen. Eleverne bør aldrig arbejde med tekst, uden at de kender formålet med deres arbejde.

Eleverne skal i løbet af det treårige forløb lære at kommunikere naturfagligt, både hvad angår ordvalg, sprogkultur, indhold i teksterne og genre. Sidstnævnte er vanskeligt, idet der ikke er tradition for at anvende autentiske genrer i fysik/kemi. Eleverne møder typisk pædagogisk bearbejdede tekster og andre skolebogsgenrer, undervisningsprogrammer osv., og det kan derfor være vanskeligt for eleverne at gennemskue, hvordan rigtig videnskabelig litteratur er udformet. Små uddrag af fx sikkerhedsdatablade, videnskabelige artikler eller miljøvurderinger kan inddrages i undervisningen for at højne elevernes forståelse af naturfaglig sprogkultur.

4.6 De fællesfaglige fokusområder

I læseplanen er der opstillet seks fællesfaglige fokusområder, som naturfagene periodevist i fællesskab skal samarbejde om:

- Produktion med bæredygtig udnyttelse af naturgrundlaget
- Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan
- Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer
- Den enkeltes og samfundets udledning af stoffer til atmosfæren
- Strålingsindvirkning på levende organismers levevilkår
- Teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår

Hensigten med de fællesfaglige fokusområder er at styrke elevernes arbejde med de naturfaglige kompetencer, og derfor skal læreren i samarbejde med eleverne til hvert af de nedenstående fokusområder udarbejde en problemstilling, som undervisningen kan tage udgangspunkt i. En problemstilling kan udformes på flere måder, men det er hensigtsmæssigt, at der til den overordnede problemstilling knyttes en række konkrete arbejdsspørgsmål, der kan gøre arbejdet mere operationelt for eleverne. Arbejdsspørgsmålene kan have enkeltfaglige synsvinkler på problemstillingen, eller de kan indeholde oplæg til refleksioner og diskussioner af mere tværfaglig karakter. Nedenfor er beskrevet et forslag til en model til arbejdet med et tværfagligt fokusområde.

Først fokuseres der på de kompetencemål samt færdigheds- og vidensmål, forløbet dækker inden for de tre fag, og bagefter opstilles der arbejdsspørgsmål, der leder frem mod problemstillingen:

Fællesfagligt fokusområde: Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer.		
Kompetencemål: I forløbet fokuseres der især på undersøgelseskompetencen (<i>eleven kan designe og gennemføre undersøgelser</i>) samt perspektiveringskompetencen (<i>eleven kan perspektivere forløbet til omverdenen (...)</i>). Eleven arbejder med især med kommunikationskompetencen ved at • læse og skrive faglige tekster • vurdere og anvende egnede medier og repræsentationsformer • anvende fagbegreber mundtligt og skriftligt		
Videns- og færdighedsmål for fysik/kemi: Eleven kan undersøge grundstoffer og enkle kemiske forbindelser Eleven har viden om stoffers fysiske og kemiske egenskaber Eleven kan med modeller forklare stofkredsløb i naturen Eleven har viden om reaktioner og processer i centrale stofkredsløb Eleven kan forklare data fra målinger på atmosfæren og vand i kredsløb, herunder med elektronisk dataopsamling Eleven har viden om (...) vandets kredsløb (...) Eleven kan designe og gennemføre undersøgelser om Jordens ressourcer Eleven kan visualisere vands kredsløb (...)	Videns- og færdighedsmål for geografi: Eleven kan analysere menneskets påvirkning af vands (...) kredsløb Eleven har viden om problematikker knyttet til vands (...) kredsløb Eleven kan beskrive løsningsforslag i forhold til klimaændringer og global opvarmning Eleven har viden om aktuelle klimaproblematikker, klimateorier og klimamodeller Eleven har viden om sammenhæng mellem naturgrundlag og produktion Eleven kan med modeller for landskabs- og råstofdannelse forklare arealanvendelse, herunder med digitale redskaber	Videns- og færdighedsmål for biologi: Eleven har viden om miljøfaktorer i forskellige biotoper Eleven kan med modeller forklare sammenhænge mellem energistrømme og stofkredsløb Eleven har viden om modeller af stofkredsløb og energistrømme Eleven har viden om klimaets betydning for økosystemer Eleven kan forklare årsager og virkninger af naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemer Eleven har viden om geografiske og fysisk-kemiske forholds påvirkning af økosystemer

Fokusområde: Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer		
Problemstilling: Hvordan kan nye opfindelser og teknologi være med til at sikre drikkevandsforsyningen for fremtidige generationer i Danmark og andre steder i Verden?		
Arbejdsspørgsmål		
Fysik/kemi: Hvordan indvindes drikkevand fra grundvand? Hvordan indvindes drikkevand på andre måder, fx i andre lande? Hvilke problemer er der med drikkevandsindvinding? Hvilke teknologiske muligheder ser I i fremtidens drikkevandsindvinding?	Biologi: Hvordan behandles drikkevand i Danmark og andre steder i Verden? Hvordan renses spildevand, og hvilken sammenhæng er der mellem drikkevand og spildevand? Hvilke årsager er der til, at der findes miljøfremmede stoffer i drikkevand? Hvilke ideer har I til at mindske mængden af miljøfremmede stoffer i drikkevand?	Geografi: Hvordan dannes grundvand? Hvilke betingelser skal være til stede for at det er let at indvinde rent drikkevand? Hvordan kan regnvand blive til drikkevand? Hvilke fordele ville det have, hvis regnvand i større omfang blev anvendt til drikkevand?

© Undervisningsministeriet

Undervejs i elevernes arbejde med problemstillingen vil der opstå nye spørgsmål, og derfor er det anbefalelsesværdigt, at klassens fælles udgangspunkt for arbejdet med fokusområdet løbende drøftes, fx ved fælles opstart og afrunding på undervisningslektionerne. Hvis arbejdet er organiseret som gruppearbejde, kan gruppernes nye spørgsmål efterhånden noteres i et fælles dynamisk dokument, fx et fælles google doc.

Arbejdet med de fællesfaglige fokuspunkter kan organiseres på flere forskellige måder, afhængigt af hvordan faglokaler, skema og lærerbemanning er sammensat.

Nedenfor følger tre forskellige modeller.

Model 1: Fagopdelt tilgang

1. Klassens naturfagslærere planlægger i fællesskab de overordnede rammer for forløbet. De drøfter fx:

- Hvilke kompetencer skal forløbet lægge særlig vægt på? Hvordan understøtter vi de kompetencer?
- Hvilke færdigheds- og vidensmål for de enkelte fag er i spil i forløbet, og hvilke læringsmål opstilles for forløbet?
- Hvordan skal eleverne arbejde med fokusområdet? Hvilke krav stilles til praktiske og teoretiske tilgange? Hvilke undervisningsmaterialer skal eleverne have tilgang til?
- Hvordan skal eleverne organiseres? Skal alle grupper arbejde med alle spørgsmål, eller skal områderne deles ud, så grupperne efterfølgende skal dele viden med hinanden?
- Skal arbejdet med fokusområdet afsluttes med en aflevering eller en fremlæggelse, og hvad skal kravene være til den?
- Skal arbejdet med fokusområdet formidles til andre, fx eksterne samarbejdspartnere eller en yngre klasse? Skal produkter udstilles på skolen eller andre steder?
- Hvordan skal arbejdet med fokusområdet og de opstillede læringsmål evalueres?

2. Der afholdes en fælles opstartslektion, hvor problemstilling og arbejdsspørgsmål udarbejdes i samarbejde med eleverne.

3. Klassen arbejder i de enkelte naturfagstimer med arbejdsspørgsmålene. Der arbejdes med biologifagligt indhold i biologitimerne, geografifagligt indhold i geografitimerne og fysik/kemifagligt indhold i fysik/kemitimerne.

4. Afslutningsvis evalueres elevernes udbytte af forløbet i forhold til de af lærerne opsatte læringsmål.

Model 2: Fagintegreret tilgang

1. Som ovenfor drøfter og planlægger klassens naturfagslærere de overordnede rammer for forløbet. Den fagintegrerede tilgang betyder, at eleverne arbejder med projektet som ét samlet projekt, og der skelnes derfor ikke mellem biologi-, geografi- og fysik/kemilektioner.

Naturfagslærerne drøfter derfor foruden de ovenstående punkter også:

- Hvordan vejleder vi eleverne i projektet inden for de fagområder, vi ikke underviser klassen i?
- Hvordan kommunikerer vi undervejs om faglige problematikker, og hvor har eleverne brug for særlig hjælp?
- Hvordan kan vi støtte hinanden, bl.a. i at vurdere elevernes arbejde?

2. Der afholdes en fælles opstartslektion, hvor problemstilling og arbejdsspørgsmål udarbejdes i samarbejde med eleverne.

3. Klassen arbejder i alle naturfagstimer med arbejdsspørgsmålene. Der skelnes ikke mellem biologi, geografi og fysik/kemi.

4. Afslutningsvis evalueres elevernes udbytte af forløbet i forhold til de af lærerne opsatte læringsmål.

Model 3: Naturfagligt projektarbejde

I en projektarbejdsproces er der typisk afsat sammenhængende tid, som eleverne kan anvende til at arbejde med en problemstilling. Det kan variere fra fx to skoledage til en sammenhængende uge, men det kan også være fx hver dag i en skoleuge fra kl. 10.30 til 15.00.

Et projektarbejde følger typisk en række faser, se fx: <http://www.emu.dk/modul/projektopgaven>

1. I en naturfaglig projektopgave er det vigtigt, at lærerne drøfter de samme spørgsmål som i de to modeller ovenfor, og at de desuden forholder sig til:

- Hvordan relaterer vores problemstilling sig til andre af klassetrinnets fag, fx dansk, matematik og samfundsfag?
- Hvordan kan vi samarbejde med andre kolleger på årgangen om vores naturfaglige synsvinkel?
- Hvordan kan vi klæde vores kolleger på i forhold til naturfaglige arbejdsmetoder og naturfagernes kompetencer samt naturfagernes sproglige kultur, herunder særlige tekstkarakteristika?
- Hvordan kan vi koordinere det praktiske, undersøgende arbejde, så eleverne kan få vejledning af en naturfagslærer i brug af udstyr, kemikalier osv. på bestemte tidspunkter?

Det er centralt, at alle de lærere, også ikke-naturfaglærere, der er tilknyttet projektforsøget, deltager i opstarts- og planlægningsmødet.

2. Inden et egentligt projektforsøg er det hensigtsmæssigt, at eleverne fagligt er introduceret til det givne fokusområde. Derfor tilrådes det, at den overordnede problematik har været præsenteret i de forskellige fag, der skal indgå i forløbet. Selve projektforsøget indledes, gerne nogle uger før den egentlige projekttuge, med en eller flere fælles opstartslektioner. Her drøftes problemstillingen, og arbejdsspørgsmål udarbejdes i samarbejde med eleverne.

3. Klassen arbejder inden for den afsatte tidsramme, og et projektforsøg afsluttes ofte med en aflevering og/eller en fremlæggelse.

4. Afslutningsvis evalueres elevernes udbytte af forløbet i forhold til de af lærerne opsatte læringsmål.

Der er naturligvis mange andre måder at arbejde med de fællesfaglige fokusområder på end som i de ovenfor beskrevne. Ligeledes vil naturfagslærere omkring en klasse kunne finde mange andre områder, der kan beskues fællesfagligt, og derfor er de seks fokusområder i læseplanen et minimum. En klasse kan også vende tilbage til det samme fællesfaglige fokusområde flere gange, for der er stor forskel på, hvad elever i 7. klasse og elever i 9. klasse kan kapere i forhold til fx: "Teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår" eller "Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan".

Galleri (billeder/videoer)



Fokusområde: Introduktion til "Hemmelige genstande"		
Problemstilling: Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden?		
Arbejdsopgaver	Biologi	Geografi
Fysik/kemi: Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden? Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden? Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden?	Historie: Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden? Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden? Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden?	Matematik: Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden? Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden? Hvordan kan man opstille og løse en opgave, der handler om at finde ud af, om der er hemmelige genstande i Danmark og andre steder i verden?

Relaterede filer

Lærers spørgsmål til eleverne fysikkemi

Lærers rolle i undervisningen veksler imellem at bibringe ny viden til undervisningssituationen ved fx egne fortællinger, tekster eller andet og gennem at understøtte elevernes egne refleksioner ved fx at stille produktive spørgsmål.

Relaterede moduler

Kom godt i gang med arbejdet med læringsmål

It og medier - vejledning

Sproglig udvikling - vejledning

Innovation og entreprenørskab - vejledning

Relaterede links

Guide til naturfagernes Fælles Mål

En kort film, fra NTS-centeret, der forklarer strukturen i målene for naturfagene.

ntsnet.dk

Inspiration til samarbejde med eksterne aktører.

Dansk Naturvidenskabsformidling

Manual til samarbejde mellem skoler og virksomheder om naturfag.

ESA i Danmark

European Space Agency i Danmark.

rummet.dk

En læringsportal om rumfart og universet.

KIE-modellen

En af innovationsmodellerne til innovativ undervisning.

Den Kreative Platform

En af innovationsmodellerne

IL-modellen

InnovationsLærings-model.

Arbejds miljøweb

Når klokken ringer – en branchevejledning om risikomomenter i undervisningen.

Branchearbejds miljøRådene (BAR)

Retningslinjer i forbindelse med elevernes arbejde med kemikalier og radioaktive materialer

Arbejdstilsynet

Arbejdspladsbrugsanvisning for stoffer og materialer.

Få styr på stofferne

Branchearbejds miljørådets regler vedr. mærkning.

Emneord

Vejledning,

Baggrundsoplysninger om siden



