



BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET



Natur/teknologi Undervisningsvejledning

2019

Indhold

1	Om undervisningsvejledningen	4
<hr/>		
2	Elevernes alsidige udvikling	5
2.1	Elevens lyst til at lære mere	5
2.2	Elevens selvvirksomhed i læringssituationer	6
2.3	Elevens deltagelse i sociale og faglige fællesskaber	8
<hr/>		
3	Tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisningen	10
3.1	Elevcentrering i faget	10
3.2	Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning	10
3.3	Det virkelighedsnære og anvendelsesrettede i undervisningen	13
3.4	Variation i undervisningen	16
3.5	Hverdagsforestillinger	17
3.6	Undervisningsdifferentiering	18
3.7	Eksempler på tilrettelæggelse af natur/teknologiundervisning	22
<hr/>		
4	Forholdet mellem kompetencer og indhold	25
4.1	Progression inden for de naturfaglige kompetenceområder fra 1.-9. klasse	25
4.2	Uddybning af centrale dele af læseplanen	26
4.3	Naturfagsforløb i natur/teknologi i 5.-6. klasse	29
4.4	Naturvidenskabens ABC	31
<hr/>		
5	Almene temaer	34
5.1	Understøttende undervisning	34
5.2	Åben skole	36
5.3	Bevægelse i undervisningen	36
5.4	Motivation i naturfagene	38
5.5	De obligatoriske emner	40
5.6	Regler for sikkerhed i naturfagsundervisningen	40

6	Tværgående emner og problemstillinger	43
6.1	Tværfaglighed	43

7	Tværgående temaer	46
7.1	Innovation og entreprenørskab	46
7.2	It og medier	47
7.3	Sproglig udvikling	48

8	Tilpasning af undervisning til elevernes forudsætninger	52
---	---	----

9	Referencer	53
---	------------	----

1 Om undervisningsvejledningen

Undervisningsvejledningen giver information, støtte og inspiration til at kvalificere de mange valg, som læreren, i samarbejde med sin leder og sine kolleger, tager i sin praksis. Den informerer om de bestemmelser i folkeskoleloven og i Fælles Mål, som vedrører undervisningen i faget, og den støtter ved at forklare og eksemplificere centrale dele af fagets indhold.

Endelig giver undervisningsvejledningen inspiration til og understøtter tilrettelæggelse af undervisning i faget ved at beskrive forskellige mulige valg i tilrettelæggelsen, gennemførelsen og evalueringen af undervisningen. I forbindelse med disse beskrivelser bidrager den til at synliggøre forskellige veje i tilrettelæggelsen af undervisningen, bl.a. ved at lægge op til diskussion af potentialer og begrænsninger i forskellige former for undervisningspraksis.

Elevernes alsidige udvikling

Det fremgår af folkeskolens formål § 1, at folkeskolen i samarbejde med forældrene skal give eleverne kundskaber og færdigheder, der bl.a. giver dem lyst til at lære mere og fremmer den enkelte elevs alsidige udvikling. Elevens alsidige udvikling beror fx på, at eleven oplever at have kontrol over egen situation i skolen, at være engageret i undervisningen, at kunne udfordre og anvende sine faglige styrker og læringsmåder, at bidrage til skolens fællesskaber og meget andet.

Faget natur/teknologi skal i samarbejde med skolens øvrige fag og emner bidrage til elevens alsidige udvikling. Arbejdet med fagets indhold skal bidrage til elevens demokratiske dannelse og personlige engagement, så eleven bliver bevidst om, hvordan eleven kan indgå i det samfund, eleven er en del af, med afsæt i egne ræsonnementer og med forståelse for, hvorfor andre vælger at handle anderledes. Natur/teknologiundervisningen har derfor til hensigt at udvikle elevens selvvirksomhed, ansvarlighed over for naturen og interkulturelle forståelse jf. § 1. Et fokus på elevens alsidige udvikling ved tilrettelæggelsen, gennemførelsen og evalueringen af natur/teknologiundervisningen kan derfor bidrage til, at eleven får lyst til at lære mere, at eleven udnytter sine læringspotentialer, samt at eleven får lyst til at indgå i og bidrage til den større sociale sammenhæng.

2.1 Elevens lyst til at lære mere

Lyst er en grundlæggende drivkraft i at udvikle sig og lære. Lyst er forbundet med motivation, nysgerrighed og personligt engagement, og elevens oplevelse af lyst til at lære er betinget af tre grundlæggende behov (Deci og Ryan, 2000):

1. Elevens mulighed for selvbestemmelse

Overvejelser:

- Læreren vurderer, hvad eleven kan være med til at bestemme noget om i relation til undervisningen.
- Undervisningen tager så vidt muligt afsæt i elevens personlige engagement, initiativ og undrende spørgsmål.
- Eleven er med til at formulere mål for og evaluere sin egen læring.
- Læreren vælger i samarbejde med eleverne arbejdsformer i undervisningen, som kan fremme personligt engagement hos eleven.

2. Elevens oplevelse af mestring og kompetence

Overvejelser:

- Læreren stiller passende differentierede udfordringer, som eleven har mulighed for at lykkes med evt. med hjælp og vejledning fra andre elever og læreren selv.
- Undervisningen inddrager varierede arbejdsformer og -metoder, der appellerer til elevens arbejdsglæde, og som hjælper eleven til nye læringsstrategier.
- Læreren hjælper eleven med at forstå egne individuelle forudsætninger for læring, og hvordan disse bedst kan bringes i spil i undervisningen.
- Læreren søger at drage elevens kompetencer, viden og erfaringer på tværs af fag, skole og fritid ind i undervisningen.

3. Elevens involvering i relationer:

Overvejelser:

- Læreren rammesætter elevens deltagelse i fællesskaber med afsæt i sin viden om de forskellige elever og den samlede elevgruppe.
- Læreren faciliterer elevens involvering i forskellige typer samarbejde, der styrker både sociale og faglige relationer.
- Undervisningen involverer så vidt muligt elevens holdninger og perspektiver i arbejdet med at udvikle elevens forståelse for, hvorfor andre kan have andre holdninger og vælger at handle anderledes end eleven selv.
- Læreren faciliterer elevens arbejde med elevfeedback.

Alle tre grundlæggende behov bør tilgodeses i tilrettelæggelsen og gennemførelsen af natur/teknologi-undervisningen, da de udgør kernen for oplevelsen af motivation hos eleven og derigennem også lysten til og nysgerrigheden for at lære mere. Se også afsnittet om motivation i **kapitel 5**. Dertil bør overvejelser om indretning og rammesætning af læringsrummet også inddrages i tilrettelæggelsen, da læringsmiljøet og de fysiske rammer har indvirkning på, om eleven finder undervisningens aktiviteter og indhold meningsfulde og motiverende (Andersen, 2017).

2.2 Elevens selvvirksomhed i læringsituationer

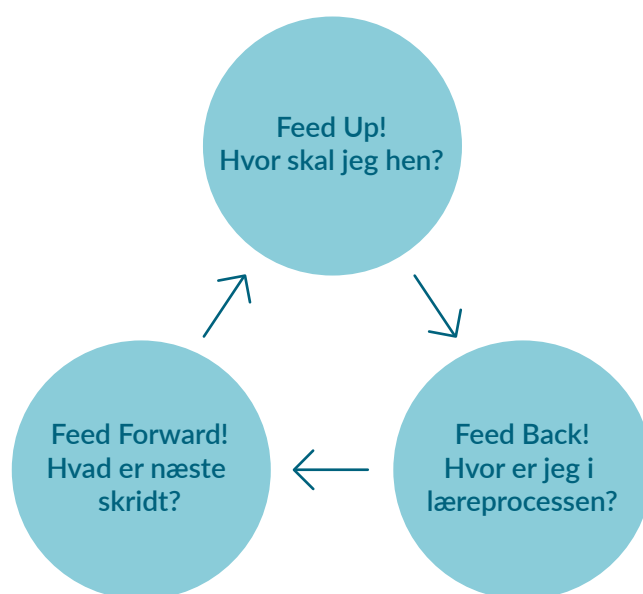
Til at fremme elevens alsidige udvikling i natur/teknologi anvendes der i undervisningen varierede og differentierede arbejdsformer, som understøtter udviklingen af den enkelte elevs naturfaglige kompetencer, herunder elevens naturfaglige erkendelse af verden. Faget arbejder bl.a. med afsæt i praktisk undersøgende arbejde, hvor eleven øver sig i selvstændigt at vælge passende læringsstrategier, redskaber og metoder til sine undersøgelser af naturfaglige problemstillinger i samarbejde med andre elever. Det praktiske arbejdes samspil med relevant understøttende teori er centralt for elevens analyse af naturfaglige fænomener og problemstillinger. Udvikling af elevens ræsonnement, engagement og stillingtagen understøttes bl.a. gennem arbejdet med fagsprog i natur/teknologiundervisningen, hvor eleven øves i at formidle naturfagligt indhold med præcise fagudtryk og saglige argumenter, debattere nuanceret, kunne vurdere validiteten af forskellige udsagn og forholde sig til holdninger, der afviger fra elevens egne.

Elevens mulighed for at lære på forskellige måder indbefatter også elevens selvregulerende læring (Bandura, 1999), dvs. at eleven selvstændigt reflekterer over og arbejder med sin egen læring i forhold til de mål eller intentioner, eleven har for sin naturfaglige læring. Læreren bør derfor støtte og vejlede den enkelte elev i at:

- Kunne reflektere over sine egne læreprocesser, anvendelsen af læringsstrategier, og hvordan eleven arbejder bedst.
- Udvalge de strategier, som kan hjælpe eleven videre i læringsprocessen.
- Beskrive sin progression og ambitioner for videre udvikling.
- Give og modtage feedback.

At træne eleven i selv at vælge hvilke læringsstrategier, der er anvendelige i forhold til at undersøge og arbejde med en given problemstilling i natur/teknologi, er også hensigtsmæssigt i forhold til at styrke læringsprocesserne i de flerfaglige undervisningsforløb i naturfagene frem mod den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi, hvor både kompleksiteten i problemstillingerne er større, ligesom kravet til elevens selvstændighed og samarbejde med andre elever er det.

Figur 1: Feedbackspørgsmål i arbejdet med elevens selvregulerende læring (Hattie og Timperley, 2007)



Eksempler på varierede arbejdsformer i undervisningen

Paneldebat, rollespil, formulering af holdningsspørgsmål, arbejde med statistisk materiale, dilemmaspil med afsæt i cases, fremtidsværksted, dokumentar, undersøgelse af modeller, praktisk undersøgende arbejde, feltundersøgelser, dissekering, mikroskopering, ekskursioner, produktion af egne data, peer to peer-projekter, udarbejdelse af simulering og speak til en photostory.

Eksempler på læringsstrategier

LOKUS: Læse, Organisere, Kollaborere, Undersøge og Skrive.

Selvevaluering, elevfeedback, at sætte mål, udarbejde et system for data, stille spørgsmål, forme konsekvenser for sig selv, gentage/øve sig, at kunne huske, at kunne søge vejledning hos andre elever og læreren, tage noter og undersøge kilder. (Zimmermann, 2000)

2.3 Elevens deltagelse i sociale og faglige fællesskaber

En væsentlig del af elevens alsidige udvikling i folkeskolen omhandler de værdifulde faglige og sociale relationer til andre elever, lærere og ressourcepersoner, som eleven indgår i. Det er et faktum, at elevens følelse af at blive set og anerkendt, og oplevelsen af at tilhøre et fællesskab, har direkte indflydelse på de udviklings- og læreprocesser, eleven til daglig er en del af. En elev, der trives i relationer, er en elev, der er åben for læring (SFI, 2015). Det er derfor afgørende for den enkelte elev at lære at indgå i og bidrage aktivt til de forskellige børne- og læringsfællesskaber i skolen, som læreren i samarbejde med forældrene har ansvar for at facilitere. Elevens oplevelse af personlig integritet og frihed til at vælge skal bevares (selvbestemmelse), samtidig med at de forpligtende aspekter af fællesskaberne er velbegrundede og forståelige for eleven. Lykkes dette, har det naturligvis stor værdi i sig selv, da det er en direkte forberedelse til elevens deltagelse i et samfund jf. folkeskolens formål § 1.

Arbejdet med elevens muligheder for at lære sammen med andre handler bl.a. om social og emotionel læring, SEL, (Rambøll og Aarhus Universitet, 2014) og om, at læreren rammesætter betingelserne for deltagelse i fællesskabet for eleven. Undervisningen i natur/teknologi iværksætter elevens sociale kompetencer på et direkte og indirekte niveau gennem hhv. de valgte emner og indhold for undervisningen og gennem de valgte aktiviteter, arbejdsformer og øvelser, bl.a. at eleverne samarbejder i grupper. Undervisningen skal give mulighed for, at eleven reflekterer over egne sociale og emotionelle kompetencer og øver sig i at bringe disse i spil i hverdagslige situationer og i relation til andre.

Eksempel: Indirekte og direkte SEL i natur/teknologi

Der arbejdes med et emne om skoven i 4. klasse omhandlende, hvad der kendetegner en dansk skov, herunder træer, skovens udvikling i Danmark og skovbrug, og hvem der ejer og benytter skovene. Eleverne skal afslutningsvis forholde sig til dilemmaet om interessemodsætninger i, hvordan vi skal forvalte vores naturlige omgivelser. Eleverne bliver stillet en case gerne med udgangspunkt i en lokal skov, hvor de skal tage stilling til, om der skal anlægges en cykelsti i skoven. Eleverne bliver inddelt i grupper, hvor hver gruppe bliver tildelt en rolle forskellig fra de andre grupper. En rolle kunne fx være medlemmer fra en cykelklub, som repræsenterer en række holdninger om vigtigheden af motion. Andre roller kunne være repræsentanter fra rideforeningen, der ikke ønsker cykler, skovarbejdere, der skal kunne komme til med deres maskiner, ornitologer, der har observeret sjældne fugle osv. Alle sammen roller, som eleverne skal påtage sig i en fælles debat i klassen. Eleverne har forinden arbejdet med forskellige argumenter, der knytter an til de roller, de skal spille.

Direkte SEL:

- Eleven forholder sig til sine egne personlige følelser og holdninger i relation til emnet.
- Eleven øver sig i at bringe holdninger i spil, der ikke nødvendigvis er i overensstemmelse med elevens egne.
- Eleven forholder sig lyttende og kritisk til diskussionens andre argumenter.
- Eleven anvender saglige argumenter i diskussionen og søger at skelne mellem patos, etos og logos.
- Eleven samarbejder med andre om holdninger og naturfaglig argumentation.

Indirekte SEL:

- Eleven oplever, at andres holdninger også skal have plads, selv om eleven er uenig.
- Eleven forholder sig til og forsøger at forstå bevæggrunde for andres holdninger og følelser.
- Eleven regulerer sine holdninger i takt med diskussionens udvikling.

3 Tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af undervisningen

Læreren skal tilrettelægge undervisningen mhp., at den enkelte elev lærer mest muligt og får lyst til at lære mere. I naturfagene opnås dette bedst gennem en undervisning, som er elevcentreret, undersøgelsesbaseret, virkelighedsnær og anvendelsesorienteret, og som er tilrettelagt med vægt på, at eleverne oplever en varieret og sammenhængende undervisning. Nedenfor vil udvalgte og fagligt relevante udmøntninger af disse centrale principper blive omtalt.

3.1 Elevcentrering i faget

Elevcentrering betyder bl.a., at undervisningen tager afsæt i det, eleverne allerede ved og kan. Forud for et nyt forløb er det således en god idé, at læreren skaffer sig et indblik i elevernes forforståelser som afsæt for den videre tilrettelæggelse. Det kan fx gøres ved at lade eleverne gennemføre en tænkeskrivning i tre kolonner: a) "Det ved jeg med sikkerhed om X-emne", b) "Det er jeg usikker på ifm. X-emne" og c) "Det vil jeg gerne lære mere om". Det kan også gøres ved at indsamle elevernes respons undervejs i klassens diskussion af en relevant "grubletegning"¹. En sådan afdækning vil kunne identificere, hvor undervisningen bør begynde, og vil samtidig kunne give pejlemærker for at differentiere undervisningen. Elevcentrering handler også om, at det grundlæggende er eleverne, som må gøre læringsarbejdet gennem deres aktive undersøgelser, bearbejdnings- og diskussioner. Hvis læreren har leveret faglige input i en klassesammenhæng, er det afgørende, at eleverne herefter får tid til selv at bearbejde disse, så de giver mening for dem og kan forbindes med deres forudgående viden. Endelig betyder elevcentrering også, at undervisningen er lydhør ift. elevernes ønsker, herunder at den så langt som muligt åbner for, hvad eleverne anser for relevant og vigtigt. Se også nedenfor om elevernes hverdagsforestillinger.

3.2 Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning

Der er en lang tradition for, at eleverne udfører praktisk undersøgende arbejde i naturfagsundervisningen. Undersøgelserne bruges typisk til at illustrere, konkretisere og evt. eftervise et allerede gennemgået fagligt indhold.

I en undersøgelsesbaseret undervisning er det undersøgende arbejde et helt centralt *omdrejningspunkt* for elevernes læring. Karakteristiske træk ved denne tilgang til undervisningen er:

- Eleverne undersøger *autentiske spørgsmål* (spørgsmål i forlængelse af elevernes undren eller spørgsmål, som de finder det vigtigt at finde svar på).
- Undersøgelserne er så åbne og giver så mange *frihedsgrader til eleverne*, som de kan håndtere inden for deres nære udviklingszoner. Frihedsgraderne kan komme til udtryk ved, at det er eleverne selv, der designer/strukturerer deres undersøgelse, og ved at en undersøgelses resultat ikke er kendt af eleverne på forhånd.

¹ Enkel tegning af situationer, hvor eleverne kommer med udsagn om et naturfagligt fænomen. På astra.dk kan der hentes grubletegninger.

- Eleverne *træner evidensbaseret tænkning* ved selv at finde mønstre og mening i egne og andres data, prøve at slutte på det foreliggende grundlag og formulere forklaringer i forlængelse af data.
- Undersøgelsens *processer, de anvendte metoder og tilegnelsen af undersøgelseskompetence* er mindst lige så vigtigt som begrebslæring.
- Undersøgelser indebærer *ikke nødvendigvis hands-on* og egen dataindsamling. Kort, statistikker og data fra større monitoreringer af fx Jordens tilstand er eksempler på eksterne data, som fint kan tjene som afsæt for empirisk undersøgelse.
- Der er *tydelighed for eleverne omkring formålet* med den enkelte undersøgelse, så deres fokus og opmærksomhed ledes på vej.

Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning giver plads til og støtter eleverne i at forsøge at finde *deres* svar på *deres* naturfaglige spørgsmål - modsat en fagcentreret undervisning, hvor læreren giver de autoriserede svar på fagets traditionelle spørgsmål.

Undersøgelserbaseret undervisning er motiverende for eleverne, hvis blot de har fornemmelsen af at kunne håndtere udfordringerne i undersøgelsesarbejdet. Hvis eleverne skal prøve at udforme deres egne forsøg, vil det ofte være naturligt at afgrænse materialer og apparatur: "Det er disse ting, I må bruge til undersøgelsen". Ofte vil det også være relevant at demonstrere brugen af specifikt målegrej, fx hvordan et voltmeter kan vise, om et batteri virker. Hvis eleverne har svært ved at gennemføre forsøg med variabelkontrol, er det ofte mere håndterbart, hvis det formuleres i termer af "fair test", hvor børnene vurderer, om omstændighederne gør det rimeligt at sammenholde/sammenligne to udfald. Fx: "Diskuter i grupperne, hvordan man laver en fair test af, om et papkrus eller en kop af plast holder bedst på varmen." Når først eleverne har fundet ud af at hælde varmt vand i kopperne og benytte et termometer til at måle temperaturen, er de på vej til at besvare spørgsmålet. Men er det fair at sammenligne de to kopper på den måde? Havde vandet samme temperatur, da det kom i kopperne fra start? Er kopperne lige store? Lige tykke? Kom der samme mængde vand i? Blev der målt med samme tidsinterval? osv. Alt sammen metodeovervejelser, som eleverne ville være afskåret fra, såfremt man havde udleveret en øvelsesvejledning med en opskrift på en hensigtsmæssig undersøgelse. Hvis nogle grupper går i stå i deres overvejelser, kan man med fordel samle klassen til en kort del og stjel-seance, hvor eleverne udveksler idéer til, hvordan undersøgelsen kan udføres.

Som lærer har man i den undersøgelserbaserede undervisning en vigtig stilladserende rolle: Man giver få svar, men stiller mange spørgsmål, som kan være med til at fokusere elevernes opmærksomhed på kritiske aspekter: "Har I undersøgt om ...?" eller "Har I målinger nok til at udtale jer om det, I gerne vil?" Andre spørgsmål hjælper med at reducere kompleksiteten: "Prøv nu i første omgang at kigge på dette, og glem alt om ..." samt fastholde retningen: "Hvad var det, I sagde, I ville undersøge?" I nogle situationer hjælper læreren med at håndtere evt. elevfrustration over manglende fremdrift: "Det skal nok gå. Sidst fik I jo fod på det" eller "Gå lige over og snak med den anden gruppe om, hvad de gjorde for at komme videre." På denne måde etablerer man samtidig en klasserumskultur, hvor det at stille spørgsmål, udveksle erfaringer og søge forbedring er naturlige aktiviteter.

Undersøgelserbaserede forløb kan bygges op på mange forskellige måder, som dog har det til fælles, at de alle er induktive. Altså, at elevernes viden bygges op via undersøgelser og konkrete eleverfaringer til mere generaliseret viden, som slutteligt leder frem mod naturvidenskabens love og teorier. Alligevel ser mange den såkaldte 5E-model som modellen for undersøgelserbaseret undervisning. Selvom 5E-modellen faktisk er en mere generel syntese af forskningen i, hvordan bestemte forløbsopbygninger, læringscykler, bidrager til elevernes begrebslige læring i naturfag, så er den imidlertid både induktiv og forenelig med den undersøgelserbaserede tænkning. Tillige har den vist sig at være nem at bruge for lærerne, når de tilrettelægger undervisning i naturfag.

5E-modellen har fået sit navn efter de engelske betegnelser for de fem faser, som indgår i modellen.

Figur 2: 5E-modellen – en model for undersøgelsesbaseret undervisning

Fase	Fase	Hvad er der fokus på? Hvad sker der?
5. Evaluate (Evaluér) <ul style="list-style-type: none"> • Løbende formativ evaluering (på elevernes proces og idéer). • Mulighed for, at eleverne kan vurdere egne og andres fremskridt. • Summativ evaluering med vægt på elevernes evidensbaserede tænkning og naturfaglige kompetence-fremskridt. 	1. Engage (Engagé) <ul style="list-style-type: none"> • Skabe interesse – trække eleverne ind i forløbet/emnet. • Fremkalde undren/vække spørgsmål. • Fremkalde tilkendegivelser, som afdækker, hvad eleverne ved, og hvordan de tænker om fænomenet/emnet. 	
	2. Explore (Udforsk) <ul style="list-style-type: none"> • Eleverne samarbejder om at udforske fænomenet. • Fænomensorienterede undersøgelser, som skal give eleverne erfaringer med fænomenet og stimulere til yderligere spørgsmål og undersøgelse. • Fremkalde elevernes bud på hypoteser og forklaringsmodeller. • Skabe et behov for yderligere forklaring ("need to know-setting"). 	
	3. Explain (Forklar) <ul style="list-style-type: none"> • Introducere eller genkalde relevante begreber, definitioner m.m. • Lade eleverne prøve at forklare centrale explore-fase-iagttagelser med brug af relevante fagtermer, begreber og belæg fra deres undersøgelser. • Bruge elevernes forforståelser som afsæt for begrebsforklaringer. 	
	4. Elaborate (Uddyb/Udvid) <ul style="list-style-type: none"> • Den erhvervede viden/forklaringsmodel udbygges i bredden og/eller i dybden. Dette kan ske vha. dele af disse: • Eleverne bruger den til at forklare nye fænomener. • Eleverne bruger og udvider den ved at arbejde med mere krævende problemstillinger. • Eleverne udfører nye undersøgelser, som måske er mere systematiske, måske mere krævende. • Eleverne undersøger nye og mere komplekse fænomener, som de forklarer i lyset af modellen. • Eleverne forholder sig til forholdet mellem undersøgelser og model. • Eleverne fastholder og reflekterer deres læring. 	

NB: I den oprindelige model var evaluering kun skrevet ind i form af en summativ slut-evaluering som et naturligt femte og sidste skridt. Med den viden, vi i dag har om betydningen af formativ evaluering, er det imidlertid vigtigt, at der foregår formativ evaluering i alle forløbets faser. Derfor optræder Evaluate som punkt 5 som en løbende aktivitet i en parallel kolonne i figur 2.

Det vigtige ved 5E-modellen er, at undervisningen kommer omkring alle faser og i den angivne rækkefølge. Den afgørende pointe er således, at eleverne er nødt til at have gjort sig tanker og høstet eksplorative erfaringer, før undervisningen gøres forklaringsrettet. Det er essensen af den induktive tilgang. Det undersøgelsesbaserede aspekt tilgodeses også ved, at der meget vel indgår undersøgelser i både Engage-, Explore- og Elaborate-fasen – og det kommer især til udtryk i Explore-fasens undersøgelser med fokus på elevernes spørgsmål og åbne udforskning.

3.3 Det virkelighedsnære og anvendelsesrettede i undervisningen

Problembaseret læring i naturfagsundervisningen

Problembaseret læring (PBL) har vundet indpas i naturfagsundervisningen i nyere tid som et andet alternativ til den traditionelle lærerstyrede undervisning. I PBL skal ordet "problem" forstås som en virkelighedsnær udfordring, der ikke nødvendigvis er negativ. At arbejde problembaseret er altså ikke det samme som kun at arbejde med bekymrende sider af naturfagene.

Problembaseret betyder her, at undervisningsforløbet har udspring i en autentisk situation, der kalder på elevernes forundring og naturfaglige undersøgelser. Det kan både være situationer fra elevernes nære omverden og fra andre steder, tider eller kulturer. Det er vigtigt at understrege, at undervisningsforløbet ikke behøver tage udgangspunkt i det, der klassisk forstås ved et problem, fx klimaproblemer eller fødevaremangel. Der kan i lige så høj grad være tale om en forundring eller en udfordring, fx hvordan en mobiltelefon fungerer via radiobølger, hvordan man blander det mest optimale sæbeboblevand, eller hvordan en sommerfugls livscyklus gennemgår en fuldstændig forvandling.

Engineering-tilgangen er en PBL-variant, hvor eleverne forsøger at udvikle praktiske løsninger på virkelighedsnære udfordringer, ofte af teknologisk art. Når eleverne arbejder selvstændigt med de fællesfaglige fokusområder, så vil det ofte også foregå i overensstemmelse med PBL-principper. For mange elever vil det virkelighedsnære gøre undervisningen mere motiverende, hvortil kommer, at de også får nemmere ved at anvende viden fra naturfagstimerne i deres hverdag. Idealet i PBL er, at eleverne lærer noget, som de kan bruge, og at de ikke kun bruger noget, de har lært forud. Pointen er, at PBL også er en måde at lære nyt på, samtidig med at PBL tilgodeser mere generelle kompetencer såsom samarbejde og problemløsningsevne.

I det følgende vil nogle generelle træk ved PBL blive omtalt.

Problembasering: Udgangspunktet er, at eleverne skal belyse eller forsøge at løse virkelighedsnære problemstillinger af en vis kompleksitet. I dagligsproget er problem og problemstilling negativt ladede ord, mens det i PBL-forstand snarere betegner en relevant læringsmæssig udfordring.

Gode problemstillinger er eksemplariske: PBL tager afsæt i, at det læringsmæssigt er bedre at gå i dybden inden for velvalgte områder end at brede sig voldsomt. Et sådant område er eksemplarisk, hvis og når det giver plads til, at alle naturfaglige kompetencer og typer af indsigter bearbejdes og kan tilegnes ved at arbejde med dem. Ideelt set arbejder eleverne med eksemplariske problemstillinger, når de fx arbejder med fællesfaglige fokusområder i udskolingen. Som lærer er man nødt til at have en god fornemmelse af, hvornår en problemstilling er stor nok, faglig nok og giver anledning til både redegørelse, analyse, syntese og kritisk vurdering i tilstrækkeligt omfang, til at eleverne kan tilegne sig/udfolde alle slags faglige kompetencer og almindelige indsigter.

Deltagerstyring: Så langt som det er muligt, er det eleverne, som er aktive og problemløsende i PBL. I de fleste danske versioner af PBL ser man også helst, at det er eleverne, som identificerer og formulerer deres egen problemstilling. Sådant er det fx i forarbejdet hen imod den fælles mundtlige prøve i naturfagene i udskolingen. Hensynet til progression og til eksemplaritet retfærdiggør imidlertid, at man som lærer spiller en aktiv, men lydhør rolle i udformningen af den konkrete problemformulering.

Lærerrollen undervejs i PBL

Nedenstående tabel angiver, hvad man som lærer typisk bør have fokus på i et typisk PBL-forløb:

Figur 3: Lærerrollen i PBL

PBL-fase	Lærerfokus
Trin 0: PBL-planlægning	<ul style="list-style-type: none">• Afklar det overordnede formål• Udvikl et godt "driving question" som ramme om elevernes problemstillinger• Formuler læringsmål for elevgruppen• Find materialer m.m.• Strategi for gruppesammensætning.
Trin 1: PBL-opstart	<ul style="list-style-type: none">• Engager eleverne i problemstillingen• Skab og kommuniker høje forventninger• Etabler klar struktur mht. regler, procedurer, kriterier, deadlines m.m.
Trin 2: PBL-arbejdet (hvor problemet formuleres og bearbejdes)	<ul style="list-style-type: none">• Facilitér elevernes muligheder for at finde/bruge/validere ressourcer• Hjælp grupperne med at formulere egen problemstilling, arbejdsspørgsmål/opgaver m.m.• Sørg for formativ feedback – uformelt og via planlagt vejledning• Opbyg kommunikationskompetence mhp. præsentation/argumentation.
Trin 3: PBL-afrundning	<ul style="list-style-type: none">• Skab arena for præsentation/produktfremlæggelse eller lignende• PBL-evaluering af elevers læring og deres oplevelse af undervisningen• Skab ramme for metakognition – elevrefleksion over læring og proces.

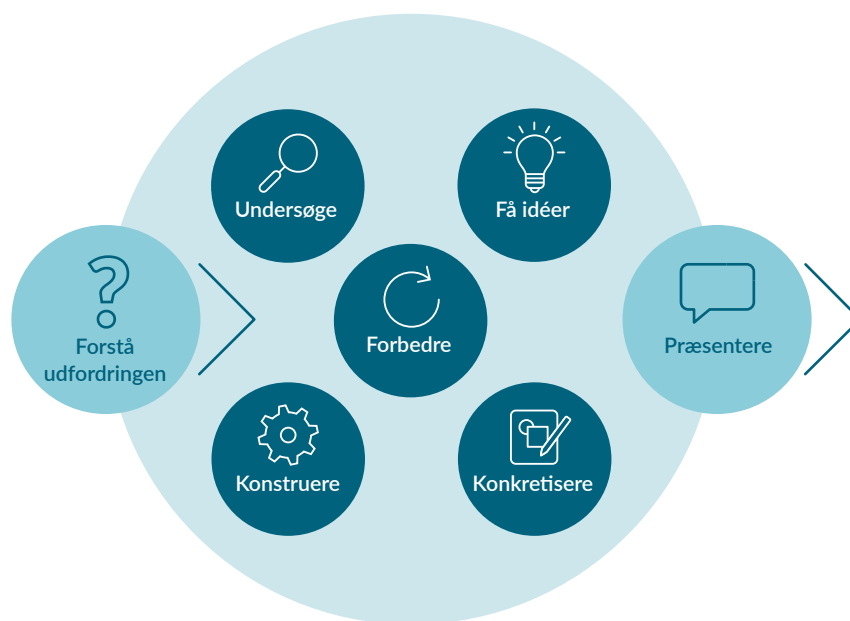
I princippet vil figur 3 kunne fungere som en overordnet tjekliste i planlægningen af et fagligt PBL-forløb.

Termen "driving question" oversættes måske bedst som et "rammesættende spørgsmål", idet et "driving question" netop tjener som ramme om og retning for elevernes problemstillinger. Det sikrer, at et eksemplarisk indhold fastholdes, samtidig med at det er rummeligt nok, til at eleverne selv kan formulere mere specifikke problemstillinger. Et eksempel på et godt driving question kunne være: "Hvordan kunne man gøre vores skole mere bæredygtig?" Spørgsmålet angiver, at bæredygtighed i et fremadrettet perspektiv bør indgå i elevernes egne problemstillinger, men det giver samtidig plads til, at eleverne kan formulere egne problemstillinger ud fra interesser, holdninger og præferencer, som de måtte have. Hvis alle grupper i en klasse arbejder inden for samme driving question, vil der være tilstrækkelig fælles retning og overlap til, at grupperne meningsfuldt kan inspirere og lære af hinanden via en planlagt "nu-deler-vi-foreløbige-idéer-og-resultater-seance" undervejs i forløbet.

Engineering-processen – læring gennem design

Engineering er et eksempel på problembaseret læring, idet udgangspunktet her er, at en virkelighedsnær udfordring kræver løsning. Ofte præsenteres udfordringen via et indledende narrativ, hvor det gøres plausibelt, at nogen efterspørger en sådan løsning. På denne måde er problemstillingen ofte givet i engineering, men sædvanligvis kræver det alligevel, at den bearbejdes af eleverne, før den får en form, der kan tilgås på faglige måder. Herefter udvikler eleverne mere eller mindre selvstændigt deres bud på problemløsning gennem en Engineering Design Process, EDP, med følgende elementer:

Figur 4: De syv delprocesser i engineering i skolen



Figur 4: De syv delprocesser i engineering i skolen. To af processerne er fremhævet: "Forstå udfordringen", fordi det er her, læreren sammen med klassen sætter projektet i gang, og "Præsentere", fordi det er her, læreren og klassen afslutter projektet. Kilde: *Engineering i skolen. Hvad, hvordan og hvorfor* (Sillasen, 2018).

I ovenstående EDP-model (figur 4) har man undladt at angive en rækkefølge af komponenterne som en konsekvens af, at man sjældent ser elever gøre tingene iht. en bestemt fasemodel. I tilrettelæggelsen af et engineering-forløb er det alligevel nyttigt at flytte timernes overordnede fokus gradvist efter sekvensen: at forstå udfordringen – få idéer – undersøge – konkretisere – konstruere – forbedre – præsentere.

Undersøgelse skal forstås bredt, men det omfatter strukturerede undersøgelser i laboratoriet af relevans for et godt løsningsdesign. *Konkretisering* handler om at få udvalgt den bedste løsningsidé og elaborere denne, fx gennem skitser, komponentlister og måske en arbejdsplan. *Konstruktion* er der, hvor løsnings-designet realiseres, ofte i form af et håndgribeligt produkt. Centralt for engineering er, at der gives foreløbige bud på løsninger, som kan testes og iterativt *forbedres*, dvs. "prototyper".

Erfaringerne viser, at eleverne sjældent af sig selv bringer naturfaglig viden i spil, når de arbejder med praktisk problemløsning. Så både i forløbstilrettelæggelse og undervejs i processen bør man som lærer fastholde dette aspekt. Når eleverne drøfter mulige idéer, vil man med fordel kunne bede dem samtidig drøfte: "Hvad ved vi fra faget, som vi skal tænke med ind i vores konkretisering?" og afklare: "Hvad har vi brug for at få undersøgt, i laboratoriet eller i naturen, og finde ud af via faglig læsning?" Det er også relevant at holde eleverne fast på, at forbedringer også kan/bør ske med henvisning til faglig viden, de har opnået undervejs. *Præsentationen* vil normalt ikke kun være en præsentation, men tillige en evaluering med fokus på, hvor godt elevernes løsningsmodel lever op til de kriterier, som eleverne har fået oplyst sammen med problemstillingen i optakten. Der er imidlertid også udviklet forskellige rubrics, som gør det muligt at bedømme eleverne på engineering-delkompetencer, så evaluering behøver ikke bare foregå med afsæt i produktet. En udfoldet beskrivelse af engineering som pædagogisk tilgang findes på astra.dk.

3.4 Variation i undervisningen

God variation i den daglige naturfagsundervisning indebærer:

- At der veksles mellem lærerstyret helklasses undervisning og arbejde, hvor man som elev selv i højere grad sætter dagsordenen.
- At opgaverne nogle gange er afgrænsede/lukkede og andre gange mere åbne.
- At teoretisk arbejde veksler med praktisk undersøgende arbejde.
- At der både er perioder med individuelt arbejde og perioder med gruppearbejde.

Både når læreren udarbejder sin lektionsplan og i forløbstilrettelæggelsen er det relevant at medtænke en vekslen mellem disse undervisningsmæssige varianter. Tænk gerne i flere skift inden for den samme lektion. Det er imidlertid ikke sådan, at jo flere skift i undervisningsformer, desto bedre. Rytmen kan nemt blive for hektisk. Til god variation hører også et element af overraskelse: Hvis de samme tre undervisningsformer anvendes på samme måde i hver eneste time, så tærer det på oplevelsen af variation.

Det er afgørende for god variation i naturfagsundervisningen, at en vifte af forskellige undervisningsformer og aktivitetstyper bringes i spil. I dette afsnit har vi været omkring undersøgelser, problembaseret arbejde og engineering-udfordringer som eksempler på bidrag til en varieret undervisning. Mange andre tilgange og aktivitetstyper kan med samme ret siges at bidrage til variationen, fx gruppearbejde omkring mere afgrænsede opgaver, reflektive skrivninger, debatter og rollespil, målrettede videoklip, quizzer og ud af huset-aktiviteter m.m.

En anden nyttig måde at tænke variation ind i sin naturfaglige undervisning tager afsæt i forestillingen om, at læring kan foregå i tre forskellige typer af læringsrum (Prinds, 1999), hvor lærer- og elevroller skifter, og læringens natur er væsensforskellig.

Figur 5: Oversigt over de tre forskellige typer af læringsrum

	Undervisningsrum	Træningsrum	Studierum
Aktivitet	Vidensformidling	Træning af stof	Selvstændigt problem/projektarbejde
Lærerrolle	Formidler: Organiserer og præsenterer stoffet.	Træner: <ul style="list-style-type: none">• Formulerer opgaver• Stilladserer• Demonstrerer, hvordan ting kan gøres.	Rammesætter og konsulent: <ul style="list-style-type: none">• Fastlægger krav til og rammen om elevernes arbejde• Leverer input på opfordring.
Elevrolle	Modtager	Lærling	Student/videnskaber
Organisering	Klasse	Individuelt/gruppe	Individ/gruppe

Alle tre læringsrum og de dertil hørende lærerroller er nødvendige selv i en naturfagsundervisning, som lægger vægt på undersøgelses- og problembaseret arbejde.

3.5 Hverdagsforestillinger

Det er efterhånden velkendt, at der er udfordringer, når eleverne i skolen skal tilegne sig naturfaglige forklaringer på fænomener og sammenhænge. I modsætning til elevernes umiddelbare, dvs. intuitive, forståelse fra hverdagen kan naturfaglige forklaringer og begreber fremstå fremmede, dvs. kontraintuitive, og er derfor i fare for ikke at blive en del af elevernes forståelse af naturfaglige erkendelser, men blot eksistere som en parallel skoleverden (Nielsen, 2014). Eksempler på, hvordan hverdagsforestillinger og faglige forståelser adskiller sig fra hinanden ses i skemaet herunder (efter Andersson, 2001 (tabel 1,1)).

Figur 6: Oversigt over, hvordan hverdagsforestillinger og naturfaglig forståelse adskiller sig

Hverdagsforestilling	Naturfaglig forståelse
Man ser noget ved, at øjet udsender synsstråler.	Man ser ved, at lys reflekteres inde i øjet.
Når noget brænder, forsvinder det. Der bliver kun lidt aske tilbage.	Massen bevares ved kemiske reaktioner.
Kogepladens indstilling bestemmer vandets kogetemperatur.	Vands kogepunkt er (ved 1 atm. tryk) altid 100 grader C.

Erfaringer tyder på, at læreren i undervisningen bør medtænke hverdagsforståelserne og det sprog, der knytter sig til dem, da de er det udgangspunkt, ny viden og nye erfaringer bliver mødt med (Andersson, 2001). I forbindelse med undervisningens tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering er der derfor god grund til at arbejde med situationer, hvor der gennem dialog kan skabes forbindelser mellem hverdagsforståelser og fagforståelser og det sprog, der knytter sig til dem (Kinnerup og Bech, 2019).

Udgangspunktet for dialogen i de forskellige typer af situationer kan være grubletegninger, modeller, genstande, praktiske undersøgelser, fortællinger eller andet, som udfordrer eleverne og dermed giver anledning til, at de forholder sig til det faglige indhold og gennem dialogen tilegner sig faglige forståelser og faglig terminologi.

Figuren nedenfor eksemplificerer en enkel måde at tænke progression i tilegnelse af faglig forståelse og terminologi. Begreberne semantisk tyngde og semantisk tæthed kendes fra sprogforskningen (Sigsgaard, 2015) og repræsenterer hhv. graden af kontekstafhængighed og begrebernes kompleksitet, dvs. hvor mange betydninger og sammenhænge, der er indlejret i begrebet.

Figur 7: En enkel måde at tænke progression i tilegnelse af faglig forståelse og terminologi

Høj semantisk tyngde	Lav semantisk tyngde	Høj semantisk tyngde	Lav semantisk tyngde
Lav semantisk tæthed	Lav semantisk tæthed	Høj semantisk tæthed	Høj semantisk tæthed
Stigende faglig forståelse og integration			
Konkrete, virkelige eksempler forklaret med hverdagsord i almindelig betydning.	Abstrakte begreber forklaret med hverdagsord i almindelig betydning.	Konkrete, virkelige eksempler forklaret på faglige måder med faglige ord.	Abstrakte begreber forklaret på faglige måder med faglige ord.
Lys kommer fra Solen.	Lys er usynlige bølger fra Solen, der rammer dit øje.	Solen udsender stråling med mange forskellige frekvenser. En del af disse frekvenser kan opfanges af det menneskelige øje, og det kaldes synligt lys.	Stråling har afhængig af energiindhold forskellig bølgelængde og derfor også forskellig frekvens. Det menneskelige øje kan opfange stråling med en bølgelængde mellem 380-750 nm.
Drikkevandet kommer fra søer nede i jorden.	Jordbunden kan sammenlignes med en svamp. I jordbunden er der huller mellem de små korn.	Når der falder nedbør på svampen, siver vandet ned i hulrummene og danner grundvand.	Grundvandsspejlet er det niveau under jordoverfladen, hvortil jordbunden er mættet med vand. Herfra henter vi vores drikkevand.

Skemaet kan være en ledetråd for rammesætningen af dialogen i undervisningen. Målet er, at eleverne kan forklare abstrakte begreber på faglige måder med faglige ord. I figurens to nederste linjer er hhv. en stilladsering af begrebsudvikling og stilladsering fra hverdagsforestilling til en faglig forståelse eksemplificeret. Yderligere eksemplificeringer beskrives fx i bogen *"Elevers tänkande och skolans naturvetenskap"*, der handler om elevers hverdagsforestillinger på forskellige alderstrin inden for en række naturfaglige indholdsområder (Andersson, 2001).

Gennem dialogisk undervisning (Nielsen, 2014) er det muligt at følge med i elevernes forforståelser, herunder hverdagsforestillinger, og udviklingen i den faglige forståelse, men andre tilgange er også brugbare. De klassiske veje er mindmaps og begrebskort, som med før-/efter-situationer kan give et indtryk af forforståelse og udvikling. Ligeledes kan elevernes egne tegninger med korte beskrivelser give et indtryk af dette. Quizzer og multiple choice er også mulige veje at gå i denne sammenhæng, og der er ikke noget, der udelukker noget andet.

3.6 Undervisningsdifferentiering

Skolen skal være for alle, hvor undervisning i fællesskaber står som et bærende fundament for at løfte alle elevers læring og trivsel. I forskningslitteraturen er det endvidere en central pointe om undervisningsdifferentiering, at hvis alle elever skal møde passende faglige udfordringer, er det afgørende, at differentiering gennemsyrrer alle dele af undervisningen. Det vil sige et princip, man ikke vælger til eller fra eller kun praktiserer i udvalgte dele af naturfagsundervisningen (EVA, 2018). I folkeskoleloven er undervisningsdifferentiering derfor et grundlæggende princip.

Den eksemplariske naturfagsundervisning møder derfor eleverne der, hvor de er, og tager udgangspunkt i deres forskellige forudsætninger og potentialer. At differentiere undervisningen er komplekst, og der er ikke én måde at gøre det på. Der vil være mange forhold i spil, når man som naturfagslærer skal give alle elever de bedste muligheder for at udvikle sig og lære inden for klassen som fællesskab. Der findes derfor utallige bud på, hvad en god og differentieret undervisning bør indeholde, men i alle tilfælde vil det altid kræve, at læreren går reflektivt til værks og løbende tilpasser undervisningen til den specifikke situation og sammenhæng, den skal fungere i.

På trods af kompleksiteten kan der fra forskningslitteraturen udpeges seks centrale aspekter, som ser ud til at have stor betydning for en differentieret undervisning (EVA, 2018). Det første aspekt *"Undervisningsdifferentiering er et fælles anliggende for lærere og skoleledelse"* fokuserer på de ledelsesmæssige forudsætninger for, at naturfagslærerne kan mødes, udvikle og vidensdele erfaringer om en differentieret naturfagsundervisning. Det forudsætter fx:

- En organisering, hvor naturfagslærerne har mulighed for at mødes evt. med en fast fagteamstruktur.
- En tydelig faglig ledelse, som både formelt og uformelt udtrykker visioner, mål og forventninger til, at naturfagslærerne har fokus på udvikling af undervisningsdifferentiering i naturfagene.
- En kvalificeret ressourceperson eller vejleder i naturfag, som i samarbejde med både ledelse og øvrige naturfagslærere er med til at sikre, at undervisningsdifferentiering er et løbende udviklingspunkt.

Til at understøtte det videre arbejde med undervisningsdifferentiering på skolen i naturfagene findes der på emu.dk en videnspakke "Viden om undervisningsdifferentiering". Videnspakken indeholder udover et kort vidensnotat med eksisterende viden og forskning indenfor undervisningsdifferentiering, også et udviklingsredskab, som kan inspirere både ledelse, naturfagsvejleder og naturfagslærere, når de skal tilrettelægge og gennemføre en udviklingsproces i fagteamet ift. differentieret naturfagsundervisning.

De øvrige fem centrale aspekter vedr. undervisningsdifferentiering retter sig mod undervisningen og kan af lærerne tilpasses og udvikles på skolen gennem vidensdeling, drøftelser og didaktiske refleksioner.

1. Læringsmiljø og differentiering er tæt forbundet

Diversitet blandt eleverne skal anerkendes i klasserummet. Det skaber tryghed og dermed gode læringsvilkår for alle. En differentieret undervisning, som fremmer elevernes læring, er kendetegnet ved, at:

- Læreren skaber et læringsmiljø, hvor elevernes forskelligheder anerkendes.
- Læreren skaber et læringsmiljø, hvor eleverne oplever, at det er trygt at prøve sig frem og eventuelt fejle.
- Læreren inddrager eleverne i undervisningen.
- Eleverne oplever at have indflydelse på undervisningen.

Et særligt opmærksomhedspunkt i naturfagene er vigtigheden af, at eleverne prøver sig frem, og at fejl er en grundlæggende forudsætning for at blive dygtigere og mere undersøgelseskompetent. I denne proces er eleverne selvvirksomme, og hermed har de indflydelse på undervisningen.

2. Organiser undervisningen, så den tilgodeser elevernes forskelligheder

Eleverne skal have mulighed for at arbejde på forskellige måder i naturfagene. Det stiller krav til naturfaglæreren om at kunne differentiere undervisningen både ved tilrettelæggelsen og undervejs i undervisningen. En differentieret undervisning, som fremmer elevernes læring, er kendetegnet ved, at:

- Eleverne har mulighed for at arbejde på forskellige måder med et givent fagligt indhold og i et tempo, der passer den enkelte.
- Læreren er bevidst om gruppesammensætning og danner grupper, der arbejder godt sammen, uanset hvilke principper der ligger bag sammensætningen.
- Variation i undervisningen er kombineret med opsamlinger og tydelige intentioner med undervisningen, der sikrer den røde tråd for eleverne.
- Læreren justerer og tilpasser undervisningen i overensstemmelse med elevernes respons.

Naturfagsundervisning indbyder til en lang række forskellige arbejdsformer, der alle kan differentieres. Det gælder arbejdet med faglig læsning og skrivning, graden af tilegnelse af fagsprog, abstraktionsgraden ved modellering og niveauet i diverse hands-on-aktiviteter. Et opmærksomhedspunkt her er, at når eleverne arbejder varieret i naturfagsundervisningen stiller det særligt krav til lærernes evne til at differentiere, rammesætte og samle op undervejs.

3. Forbered proaktive og eksemplificerende instruktioner

Læreren skal praktisk og konkret demonstrere, hvad eleverne skal arbejde med, så det bliver tydeligt for alle, hvad der forventes. Det er ikke nok kun at fortælle om det. En differentieret undervisning, som fremmer elevernes læring, er kendetegnet ved, at:

- Læreren i sine instruktioner støtter elevernes overblik og kommer forvirring og vanskeligheder i forkøbet.
- Læreren varierer sine instruktioner. Det samme faglige indhold forklares på forskellige måder for eleverne.
- Læreren præsenterer eleverne for forskellige indgange til arbejdet med det faglige indhold.

Naturfagene har naturen/dens fænomener og teknologi som deres genstandsfelt. Naturfagene er kendetegnet ved at rumme både en teoretisk og en praktisk ramme. At forberede proaktive og eksemplificerende instruktioner skal tilgodeses både den praktiske og den teoretiske dimension i en sammenhæng, så det skaber forudsætninger for at danne mening for alle.

4. Overvej, hvordan eleverne skal arbejde differentieret med indhold og materialer

Der er mange måder at differentiere på. Det kan fx være med det faglige indhold. Det kan være i læremidlerne, der anvendes. Det kan være i metoderne, der anvises. En differentieret undervisning, som fremmer elevernes læring, er kendetegnet ved, at:

- Eleverne har mulighed for at arbejde på måder, der er tilpasset deres behov, forudsætninger og potentialer – uanset om det sker via forskelligartede materialer eller forskellige måder at arbejde med det samme faglige indhold på.
- Der vælges indhold og udformes opgaver, som eleverne kan arbejde selvstændigt med, da det giver læreren mulighed for at prioritere sin tid dér, hvor der er behov.

For at eleverne kan opnå naturfaglige kompetencer skal undervisningen rumme undersøgelsesbaserede tilgange. Det kalder på åbne opgavetyper, som er elevstyrede og problembaserede. Åbne opgaver er yderst velegnede til en differentieret undervisning. Men naturfagslæreren skal være opmærksom på, om alle eleverne i klassen kan rummes inden for den åbne opgave. Alle skal udfordres og hjælpes, hvor der er behov. Det er derfor relevant, at naturfagslæreren i tilrettelæggelsen overvejer, hvilke forventninger der er til elevernes arbejde med de åbne opgaver.

5. Sæt mål og følg op med løbende evaluering

Naturfagslæreren må arbejde med undervisningsmål for klassen, men kan med differentierede læringsmål og løbende differentieret feedback for enkelte elever og/eller elevgrupper tilpasse dele af undervisningen til deres forudsætninger. En differentieret undervisning, som fremmer elevernes læring, er kendetegnet ved, at:

- Læreren formulerer fælles mål for elevernes læring. Det gør det nemlig lettere for eleverne at gennemskue de krav og forventninger, der er til dem, og derfor også lettere for eleverne at give læreren tilbagemeldinger på, hvordan undervisningen modsvarer deres forudsætninger.
- Læreren og eleverne som supplement hertil formulerer individuelle mål, som er centreret om det, den enkelte skal lære for at nå frem til de fælles mål.
- Læreren løbende følger op på målene vha. formativ evaluering.
- Læreren løbende følger op med konkrete og brugbare tilbagemeldinger, så de tilpasses den enkelte elevs faglige udgangspunkt.

Opmærksomhedspunkter

Differentiering er så grundlæggende en læringsfaktor, at det som nævnt er et bærende princip for al god undervisning. Det er dog nok ikke muligt at differentiere alt konstant. Og differentiering er heller ikke løsningen på alle udfordringer med at håndtere elevmangfoldigheden i klasserummet. Undervisningsdifferentiering kræver kendskab til elevernes faglige potentiale, men også til deres sociale forudsætninger, og derfor udvikler lærerens blik på klassen og de enkelte elever sig også konstant. Ikke desto mindre skal differentiering konstant indtænkes i tilrettelæggelsen, gennemførelsen og evalueringen af naturfagsundervisningen og elevernes udbytte deraf.

Det er vanskeligt at tage hensyn til den enkelte elev hele tiden. I tilrettelæggelsen er det derfor oplagt at tænke i forskellige niveauer for grupper af elever, så længe elevgruppen ikke statisk opdeles i grupper. Alle elever skal inkluderes i det faglige fællesskab i naturfagsundervisningen. Og i selve naturfagsundervisningen, hvor der konstant sker evaluering af elevernes udbytte, kan der så yderligere løbende differentieres i form af de krav, læreren stiller til eleverne, den støtte og stilladsering, læreren tilbyder, dialogen med den enkelte elev osv. Den løbende evaluering er også central for naturfagslæreren til tilrettelæggelsen af ny differentieret undervisning.

Eleverne kan naturligvis arbejde niveaudelt, hvilket kan være motiverende for nogle elever, men det er centralt, at det sker uden at stigmatisere bestemte elevgrupper eller udfordre fællesskabet i klassen.

3.7 Eksempler på tilrettelæggelse af natur/teknologiundervisning

Undervisningens sigte er at lære. Når undervisningen skal tilrettelægges, bør der derfor være fokus på, hvad eleverne skal lære, frem for hvad eleverne skal lave. Altså mere fokus på, hvad de skal kunne, og ikke hvad de skal have om. På samme måde skal læremidler vælges, ud fra hvordan denne læring bedst kan opnås.

I "Formål og frihed - fem pejlemærker for Fælles Mål i folkeskolen" fremhæves det, at mål fortsat er en central didaktisk kategori, men at målene er mangeartede og har forskellig tidshorisont. Publikationen fremhæver, at de specifikke faglige mål kan have flere funktioner, herunder at:

- Udgøre konkrete pejlemærker i planlægningsarbejdet i et undervisningsforløb.
- Fungere som navigationsredskaber i gennemførelse af undervisning.
- Anvendes som referencepunkter i refleksion over og udvikling af undervisning.
- Tjene som en ramme for en løbende evaluering af og dialog med eleverne og deres forældre om elevernes læring i forhold til blandt andet elevplaner, nationale test og folkeskolens prøver.

Mange lærere tilrettelægger deres undervisning i tre tempi:

- Årsplan
- Forløbsplan
- Lektionsplan.

Årsplan

Årsplanens formål er at give et overblik over skoleåret og de samarbejder, der skal gennemføres i skoleåret. Her noteres i overordnede overskrifter de emner eller områder, som eleverne skal arbejde med i et givent skoleår fordelt på perioder.

I årsplanen sikrer læreren sig, at eleverne kommer omkring de dele af natur/teknologi, som er udvalgt til det pågældende klassetrin i overensstemmelse med læseplanen.

Forløbsplan

I forløbsplanen detailtilrettelægges de enkelte undervisningsforløb med mål, indhold, arbejdsformer, evaluering mv. Mange lærere tilrettelægger deres undervisningsforløb i en læringsportal. Andre lærere tilrettelægger deres forløb analogt og noterer fx lektion for lektion, hvilke materialer, undersøgelser, modelleringsopgaver osv. eleverne skal arbejde med. Det anbefales, at lærerne italesætter eller uddeler forløbsplanerne til eleverne inden et givent forløb, så eleverne har overblik over undervisningsforløbet, efterhånden som det skrider frem.

Læringsmål er en central didaktisk kategori, men ikke den eneste, og læringsmål kommer ikke nødvendigvis altid først ved tilrettelæggelsen af et forløb. Der kunne være andre didaktiske kategorier, som giver bedre mening for den pågældende elevgruppe, såsom elevforudsætninger, undervisningsaktiviteter, undervisningsmetoder, rammefaktorer, aktualiteter eller andet.

Arbejdes der med udgangspunkt i læringsmål for undervisningen, skal de være forståelige og realiserbare for eleverne. Til denne tilrettelæggelse kan der benyttes flere modeller. Nedenfor gives et eksempel på dette. Bemærk, hvordan indhold og kompetencer tænkes sammen, idet formålet er, at eleverne tilegner sig færdigheder, viden og naturfaglig kompetence gennem den undervisning, man tilrettelægger ud fra et specifikt emne/område.

Tilpas og juster, så det passer til den pågældende elevgruppe. Omformuler til læringsmål for de pågældende elever. Tilrettelæg dernæst undervisning og evaluering. Noter gerne fagbegreber til støtte for den sproglige bevidsthed. Giv evt. forløbet et navn/emne, som passer til indholdet.

I det følgende er udfyldt for to forløb.

Eksempel 1:

Natur/teknologi	
Indholdsområde: Teknologi og ressourcer	
Klasse: 1.a.	Antal uger: 3.
Kompetenceområde: Kommunikation. Eleven kan fortælle om egne resultater og erfaringer. Eleven har viden om enkle måder til at beskrive resultater på.	Færdigheds- og vidensområde: Teknologi og ressourcer.
Læringsmål (skrevet til elevgruppen): Du skal kunne forklare, om en ting er skabt af naturen eller af mennesker. Du skal kunne undersøge nogle teknologier og fortælle, hvad de er lavet af, og hvordan de virker. Du skal kunne fortælle, hvor du har mødt teknologien, og hvordan den hjælper os i hverdagen.	
Læremidler/aktiviteter: Sorteringsdug (aktivitet med menneskeskabte og naturlige materialer). Samtaleark om teknologi (diverse kendte teknologier). Genstande fra hverdagen (fx dørhåndtag, hængsel, saks, skrue, køleskabsmagnet, kuglepen, blyant, krus, bestik, lynlås, trykknop, tøjklæmme, dåseåbner, tapeholder, clips og andre dimser ...). Huskespil med genstande og fagbegreber.	
Fagord: Teknologi, metal, plast, fjeder, sten, uld, magnet, naturskabt, råstof, menneskeskabt, fabriksfremstillet, diverse former, set ovenfra, fra side ...	
Evalueringsform: Udstilling med genstande og tegninger, hvor teknologien vises, demonstreres og forklares af eleverne.	
Navn på forløb: Dimser, der dur.	

Eksempel 2:

Natur/teknologi	
Indholdsområde: Teknologi og ressourcer	
Klasse: 4.a.	Antal uger: 5.
Kompetenceområde: Undersøgelse: Eleven kan opstille forventninger, der kan testes i undersøgelser.	Færdigheds- og vidensområde: Naturen lokalt og globalt .
Læringsmål: Du skal kunne undersøge og beskrive forskellen på et tørt, et fugtigt og et spiret frø. Du skal kunne designe en undersøgelse, der viser, hvordan en plante spirer. Du skal kunne forklare om, hvordan lys, vand og temperatur har betydning for, hvordan frø spirer.	
Læremidler/aktivitet: App (planteflora). Grundbogen side xx. Timelapse med spire. Spireforsøg med karse, kartoffel og frø fra bønne.	
Fagord: Frø, spire, stængel, blad, frøhvide, kim, frøskal, næring, tilpasning, fair test, samme forhold.	
Evalueringsform: Formidling af egen undersøgelse. Sætte ord på fotos, vi tager undervejs i elevernes proces med spireforsøg.	
Navn på forløb: Fra frø til plante.	

Lektionsplan

Lektionsplanen er lærerens udvalgte aktiviteter for en given lektion. En lektion begynder almindeligvis med en kort introduktion til eleverne om målet med dagens arbejde, evt. en dagsorden på tavlen og en kort samtale om, hvor undervisningen "slap" sidst, og hvordan dagens program binder an til det. Det er rart for mange elever at vide, hvad en lektion indeholder, hvem de skal arbejde sammen med, og hvordan sammenhængen med den foregående og efterfølgende undervisning er. Som nævnt ovenfor bør der være variation i undervisningen, både over et helt forløb, men også i en enkelt lektion, og undervisningen kan variere mellem kortere læreroplæg, instruerede eller mere åbne elevaktiviteter og elevernes selvstændige arbejde.

4 Forholdet mellem kompetencer og indhold

Undervisningen i natur/teknologi skal af eleverne opleves som én samlet undervisning tilrettelagt inden for de fire kompetenceområder undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation samt fagets færdigheds- og vidensområder.

Som beskrevet i læseplanen vil det i nogle sammenhænge være hensigtsmæssigt at tilrettelægge undervisningen med fokus på ét kompetenceområde, endda måske et aspekt af et kompetenceområde, mens andre undervisningsforløb naturligt vil inddrage elevernes arbejde inden for flere eller alle de naturfaglige kompetenceområder. Ligeledes vil nogle undervisningsforløb, når det kommer til færdigheds- og vidensområderne, i nogle tilfælde fokusere på et relativt smalt udsnit af et enkelt område, mens der i andre undervisningsforløb vil blive inddraget indhold fra flere færdigheds- og vidensområder. Helt centralt er det imidlertid, at undervisningen ikke adskilles, således at der i nogle forløb arbejdes med elevernes kompetenceudvikling, mens der i andre forløb fokuseres på elevens faglige viden og færdigheder.

Ethvert undervisningsforløb og enhver undervisningsaktivitet vil altid have en dimension, der vedrører elevernes naturfaglige kompetenceudvikling, og en dimension, der vedrører et aspekt af indholdet beskrevet i færdigheds- og vidensområderne. Kompetenceområderne er på én gang **mål** for undervisningen, dvs. eleverne skal fx inden for undersøgelseskompetencen udvikle kompetence til at udforme, gennemføre og evaluere undersøgelser samt til at forstå naturfaglige undersøgelses roller i vidensproduktion og kulturudvikling, og **middel** til almen dannelse, således at eleverne gennem natur/teknologi opnår en begyndende forståelse af demokratiske processer. Færdigheds- og vidensområderne udspænder det faglige genstandsfelt, som eleverne skal kunne agere kompetent inden for jf. definitionen fra læseplanen: "*Naturfaglig kompetence forstås i forlængelse af Kvalifikationsrammen for Livslang Læring som evnen til at anvende naturfaglig viden og færdigheder i en for naturfagene relevant sammenhæng*".

4.1 Progression inden for de naturfaglige kompetenceområder fra 1.-9. klasse

De fire naturfag i grundskolen natur/teknologi, biologi, fysik/kemi og geografi udgør et samlet forløb fra 1. til 9. klasse. De fire naturfag beskæftiger sig alle med den naturgivne og menneskeskabte omverden, men de belyser omverdenen med hvert deres faglige genstandsfelt, om end der findes utallige tværfaglige sammenhænge mellem dem. Men hvor indholdet i de fire naturfag varierer, så har alle fire naturfag som overordnet mål at udvikle naturfaglig kompetence hos eleverne inden for kompetenceområderne undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation. Der er derfor fastsat bindende kompetencemål for, hvad eleverne skal kunne på de forskellige trinforløb inden for hvert enkelt kompetenceområde. Kompetencemål bliver i denne optik naturligt til skridt på vejen mod tilegnelse af naturfaglig kompetence hos eleven.

Figur 8: Oversigt over progression på kompetencemålsniveau inden for hvert kompetenceområde

Kompetenceområde	Efter 2. klassetrin	Efter 4. klassetrin	Efter 6. klassetrin	Efter 9. klassetrin
Undersøgelse	Eleven kan udføre enkle undersøgelser på baggrund af egne og andres spørgsmål.	Eleven kan gennemføre enkle undersøgelser på baggrund af egne forventninger.	Eleven kan designe undersøgelser på baggrund af begyndende hypotesedannelse.	Eleven kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i biologi, fysik/kemi og geografi.
Modellering	Eleven kan anvende naturtro modeller.	Eleven kan anvende modeller med stigende abstraktionsgrad.	Eleven kan designe enkle modeller.	Eleven kan anvende og vurdere modeller i biologi, fysik/kemi og geografi.
Perspektivering	Eleven kan genkende natur og teknologi i sin hverdag.	Eleven kan relatere natur og teknologi til andre kontekster.	Eleven kan perspektivere natur/teknologi til omverdenen og aktuelle hændelser.	Eleven kan perspektivere biologi, fysik/kemi og geografi til omverdenen og relatere indholdet i faget til udvikling af naturvidenskabelig erkendelse.
Kommunikation	Eleven kan beskrive egne undersøgelser og modeller.	Eleven kan beskrive enkle naturfaglige og teknologiske problemstillinger.	Eleven kan kommunikere om natur og teknologi.	Eleven kan kommunikere om naturfaglige forhold med biologi, fysik/kemi og geografi.

For at sikre sammenhæng og udvikling i naturfagsundervisningen både på langs og på tværs fra 1. til 9. klasse bør progressionen inden for de fire naturfaglige kompetenceområder være noget, alle naturfagslærere på en skole har kendskab til og løbende samarbejder omkring.

4.2 Uddybning af centrale dele af læseplanen

I læseplanen er udviklingen på de enkelte trinforløb sat op for hver af kompetencerne i naturfagene. Flere af færdigheds- og vidensområderne kan sagtens tænkes sammen eller perspektivere til hinanden. Til brug for tilrettelæggelsen af undervisningen kan det imidlertid være rart med en opsummering, der giver et indledende overblik over indholdsområderne. Dette findes kort beskrevet som en vejledning nedenfor og er yderligere uddybet i Fælles Mål.

Det er centralt for et forløb i natur/teknologi, at alle kompetencerne er tænkt ind i det samlede undervisningsforløb. Se læseplanen for natur/teknologi for en uddybning af dette.

Teknologi og ressourcer

Med forskellige former for både undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation skal eleverne indledningsvis lære om enkle mekanismer, som indgår i de apparater, de bruger eller kender fra deres hverdag. Dernæst er der fokus på materialekendskab og ressourcer, som benyttes i hverdagen. Eleverne skal lære om forsyningssystemer som fx forsyning af elektricitet og varme, vandforsyning/kloak samt sortering og bortskaffelse af affald. De skal kende til eksempler på produktionskæder fra ressource/råstof til produkt og genanvendelse. Endelig skal de have kendskab til udvikling og vurdering af produkter og også selv arbejde med at udvikle produkter fx ud fra en engineering-proces.

På trin 2 skal eleverne arbejde med mikrocomputere. En mikrocomputer er en lille programmerbar computer, som kan arbejde med input og output. Et input er fx en sensor, herunder en lyssensor, en varmesensor, en kontakt e.l. Et output er fx en motor. Eksempler på mikrocomputere er fx LEGO MINDSTORMS, LEGO WeDo eller micro:bit. Når man arbejder med feedback fra sensorer, udnytter man den information, som computeren modtager fra sensorerne, og bruger den i sin programmering til fx at få en motor til at køre med en bestemt hastighed i et bestemt tidsinterval, indtil den rammer en væg aktiveret af en stødsensor. Man kan med fordel begynde arbejdet med mikrocomputere allerede i indskolingen, hvor der findes en hel del forskellige robotter, som kan benyttes. Det er ofte muligt at låne robotter m.m. hos det lokale CFU, Center for Undervisningsmidler.

Samarbejde: Det vil her være oplagt at arbejde tværfagligt med faget håndværk og design, og det vil være oplagt at besøge en lokal produktion og et forsyningscenter.

Mennesket

Med forskellige former for både undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation skal eleverne indledningsvis lære om menneskets sanser. Dernæst er der fokus på menneskekroppens opbygning og funktion af skelet, muskler og enkle organsystemer. De skal kende til sammenligning med andre dyr, herunder blodkredsløb og åndedræt. Eleverne skal lære om livsstil forskellige steder og enkle råd om sundhed, og de skal kunne sammensætte et sundt måltid på baggrund af de seneste anbefalinger fra Fødevarestyrelsen. Der arbejdes med det positive og brede sundhedsbegreb. Dansk Skoleidræt har en sundhedsstjerne som model for, hvilke aspekter som spiller ind, når man pædagogisk arbejder med det brede sundhedsbegreb. Den kan evt. anvendes til inspiration.

Det er centralt, at alle kompetencerne er tænkt ind i det samlede undervisningsforløb. Se læseplanen for natur/teknologi for en uddybning af dette.

Samarbejde: Det vil her være oplagt at arbejde tværfagligt med fagene idræt og madkundskab. I forbindelse med dissektion vil et besøg af en naturvejleder, en jæger eller en slagter kunne give eleverne nogle andre vinkler på det faglige indhold, og ifm. et sundhedsemne vil det give god mening med et samarbejde med en sundhedsplejerske og lokale idrætsforeninger. Se evt. også afsnittet om samarbejde med andre fag.

Organismer

Med forskellige former for undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation skal eleverne indledningsvis lære om dyr, planter og svampe i den nære natur. De skal indsamle og kategorisere, men også lære om organismernes navne, opbygning, levesteder, næring og årscyklus.

Når man lærer om organismer, foregår det i en vekselvirkning mellem feltarbejde og undersøgelser hjemme i "laboratoriet". Eleverne skal lære, hvordan man tilrettelægger en feltundersøgelse, og hvilket udstyr man bruger i forskellige typer biotoper. Det er fx ikke det samme udstyr, man har brug for, hvis man skal på besøg i et kalkbrug for at lede efter fossiler, som hvis turen går til den lokale å for at kigge på mikro-/makrodyr som baggrund for bestemmelse af vandkvaliteten.

Samarbejde: Det vil være oplagt at samarbejde med en naturvejleder ifm. undersøgelser i den nære natur. Det vil også være oplagt at samarbejde med en biologilærer i overbygningen. Eventuelt kan en udskolingsklasse formidle deres viden om emnet, inden der skal arbejdes med det indledende i natur/teknologi, eller de kan samarbejde med naturvejlederen om at tilrettelægge undersøgelser i felten.

Vand, luft og vejr

Med forskellige former for både undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation skal eleverne indledningsvis lære om karakteristika ved hverdagens fænomener som vejr/årstider, lys/lysforhold og vand/tilstandsformer. Dernæst udbygges hvert af delelementerne. Vejr/årstider udbygges fx med forståelsen af vejrudsigter, og at "luft er noget". De skal også lære om sammenhængen mellem systemet Jord/Sol i relation til år, døgn og årstider. På samme måde udbygges med forståelsen af lys, fx at lys kan transportere energi og består af forskellige farver.

Feltarbejdet er en vigtig dimension til dette område. Eleverne kan med fordel udføre feltarbejde med at måle vind, temperatur, fugtighed m.m. over tid og lave deres egne vejrudsigter, som de filmer.

Man kan også med fordel benytte skolegården, når man skal undervise eleverne i vores eget solsystem. Planeterne kan tegnes op med kridt i det rigtige målestoksforhold, eller man kan lave en planetsti langs med en cykelsti, hvor man placerer Solen, Jorden og de andre planeter i et bestemt målestoksforhold. Det giver en god forståelse af solsystemet, når man går turen med eleverne ad deres egen planetsti og lader forskellige elevgrupper have ansvaret for at fortælle om de enkelte planeter. Eksempler på forløb kan ses på emu.dk.

Samarbejde: Det vil være oplagt at indgå et samarbejde med lærere i overbygningen, fx med en geografilærer om vejr/årstider og med en fysiklærer om lys/luft. Eventuelt kan en udskolingsklasse formidle sin viden om emnet, inden der skal arbejdes med det indledende i natur/teknologi.

Natur og miljø

Med forskellige former for både undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation skal eleverne lære om naturen lokalt og globalt. Indledningsvis kan arbejdet med indholdsområdet "organismer" være udgangspunkt for arbejdet med "natur og miljø", hvor klassifikation og systematik udbygges. Det gælder også med hovedgrupper af sten, og hvordan de er dannet. De skal også lære om organismernes formering, livsbetingelser og tilpasning til levesteder. Desuden skal eleverne lære at navigere i eget nærmiljø. Man kan med fordel benytte hjemmesiden findveji.dk, hvorfra man kan udprinte kort fra sit eget nærområde og lære om kort, kompas og kortsymboler. Helt ned i indskoling kan man arbejde med at lade eleverne tegne deres egne kort over deres vej til skole.

Samarbejde: Det vil være oplagt at samarbejde med lærere i overbygningen, fx med en biologilærer om organismer og med en geografilærer om geologi og kortlære. Et samarbejde med lokale foreninger inden for friluftsliv, fx spejdere, orienteringsløbere m.fl., kan også være relevant. Et naturcenter eller en friluftsvvejleder kan også være oplagte muligheder for samarbejde om indholdsområdet.

Stof og energi

Med forskellige former for både undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation skal eleverne lære, at stof og energi ikke forsvinder, men omdannes. Af stofkredsløb i naturen vil det indledningsvis være vands kredsløb. Dernæst kredsløb, der har betydning for planter vækst. Menneskets indgriben i naturens kredsløb, og hvordan dette kan påvirke miljøet på godt og ondt, berøres også. Der lægges op til hovedtræk af kulstofkredsløbet. Endelig skal eleverne berøre energiomdannelse i arbejdet med forskellige energikilder.

Samarbejde: Det vil være oplagt at samarbejde med et fagteam fra overbygningen, da indholdsområdet er udpræget flerfagligt. Er det muligt at besøge en vindmølle, et kraftværk, et varmeværk eller andre virksomheder med fokus på energiproduktion, vil det være oplagt at inddrage sådanne besøg.

Jordklodens forandringer

Med forskellige former for både undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation skal eleverne lære om hovedtræk af pladetektonik. De skal lære, at jordskorpen består af plader, og at der, hvor de mødes, kan der opstå vulkaner og jordskælv. Senere vil fokus være på livets udvikling og på klodens og landskabets forandringer over tid, herunder istider.

Ligger skolen i nærheden af et sted, hvor man kan finde ledeblokke, vil dette være en oplagt aktivitet som optakt til at tale om, hvordan istiden har skabt det Danmark, vi kender i dag. De forskellige ledeblokke kan man tage med hjem til laboratoriet og undersøge for at finde ud af, hvor de kommer fra.

Samarbejde: Hvis man har en lokal naturvejleder, som kan fortælle om landskabsdannelse i nærområdet, vil dette med fordel kunne inddrages i undervisningen. Er der et oplevelsescenter i nærheden, der formidler om emnet, vil dette ligeledes være relevant at inddrage. Det vil også være oplagt at samarbejde med lærere i overbygningen, fx med en geografilærer om pladetektonik og istid og med en biologilærer om livets opståen og udvikling.

4.3 Naturfagsforløb i natur/teknologi i 5.-6. klasse

I disse særligt tilrettelagte forløb arbejder eleverne problembaseret. Et "problem" i naturfagsundervisningen er ikke det samme som et problem i hverdagsproget. Et problem er ikke en forhindring, men nærmere en udfordring i en bestemt naturfaglig sammenhæng. Dette signalerer en situation, som på én gang kalder på bagvedliggende faglige forhold og pirrer nysgerrigheden. Problemstillinger kan derfor kalde på alderssvarende viden, spørgsmål og udforskning.

Arbejdet med problemstillinger i natur/teknologi kan opfattes som undersøgelsesbaseret undervisning, idet eleverne arbejder undersøgende ud fra egne spørgsmål eller problemfelter. Tanken er at arbejde med elevernes egne spørgsmål og undren frem for lærerens svar. En sådan tilgang fremmer kreativiteten og skærper elevernes begyndende selvbevidsthed om egne forudsætninger.

I samarbejde med eleverne er det op til læreren at udvælge faglige fokusområder for klassens arbejde. Fokusområderne tager udgangspunkt i elevernes nysgerrighed og egen forståelse af omverdenen og kan med fordel forankres i skolens nærmiljø.

Problembaseret undervisning er overskrift for en række tiltag, der stimulerer læring med spørgsmål eller undersøgelsesbaserede læringsaktiviteter. Det er en proces, der er karakteriseret ved at inddrage elementer, hvor eleverne samarbejder om at:

- Formulere og undersøge egne spørgsmål i relation til en naturfaglig og/eller teknologisk problemstilling.
- Bestemme dele af indholdet og tage medansvar for processen og valg af metoder.
- Opnå nye erkendelser gennem eksperimenter og undersøgelser.
- Belyse en naturfaglig og/eller teknologisk problemstilling ud fra flere faglige perspektiver.
- Anvise eventuelle handlinger, som kan imødegå problemstillingen.
- Konkludere på egne undersøgelser og formidle viden og resultater.

Der arbejdes med en pædagogisk tilgang, hvor læreren hjælper eleverne med at komme frem til, hvilke aspekter af en problemstilling de skal arbejde med, og hvilke spørgsmål de skal forfølge. Læreren guider eleverne med at planlægge, diskutere, undersøge og formidle det naturfaglige spørgsmål eller problemfelt.

Det er desuden væsentligt for den naturfaglige læring, at læreren tager udgangspunkt i elevernes forudsætninger og potentialer og således vejleder eleverne i en retning, der tager hensyn til, at eleverne opnår forståelse af sammenhænge mellem teori og praksis.

Mange science-events er bygget op om det at arbejde undersøgelsesbaseret, og derfor vil det at lade eleverne arbejde med fx naturfagsmaraton eller WRO, World Robot Olympiad, kunne gøre det ud for et af de særligt tilrettelagte naturfagsforløb i 5.-6. klasse.

Det kunne også være konkrete udfordringer i et engineering-forløb, hvor man samarbejder med en lokal virksomhed om at løse bestemte udfordringer, som virksomheden har sat op. Forløbet kan afsluttes med en "Science Fair", hvor eleverne præsenterer det, de har lavet, for forældre og virksomhedsrepræsentanter. På astra.dk kan man finde en oversigt over projekter og science-events.

Inspiration til tilrettelæggelse på fagteammøde

Diskuter:

- Periode for naturfagsforløb: Skal det foregå i natur/teknologitimerne på skemaet? I projektuger? Under Naturvidenskabsfestivalen? I forbindelse med naturfagsmaraton? Skal det være klassevis? Eller?
- Er der lokale forhold, som kan inddrages? Et naturområde? En virksomhed? En forening? Et oplevelsescenter? En forælder? Flere?
- Hvilke fokusområder passer til årsplanen og de pågældende elever?
- Hvilke rammefaktorer skal der tages hensyn til? Lokaler? Materialer? Lærerbesætning?
- Hvem skal overvære formidlingen? Skolens ledelse? Klassen? Andre klasser? Andre skoler? Børnehaven? Forældre? Plejehjemmet? Ekspertter? Klassens kommende naturfagslærere?
- Skal det være en event? På biblioteket? På gaden? På stationen? Som en science fair for forældre eller andre?
- Hvordan vil I introducere forløbet for eleverne?
- Hvilke deadlines vil I sætte for eleverne undervejs i deres proces?
- Hvilken problemstilling/hvilke problemstillinger vil I spore eleverne ind på?
- Hvordan kan et indholdsområde hænge sammen med naturfagene i udskolingens?
- Hvordan kan kompetencerne i et forløb hænge sammen fra natur/teknologi til udskolingens?
- På hvilken måde adskiller forløbene i 5. og 6. klasse sig fra udskolingens arbejde med problemstillinger? Hvad bør der være fokus på i 5. klasse? I 6. klasse?
- Hvordan kan I lokalt skabe en rød tråd for elevernes naturfagsundervisning med udgangspunkt i to valgte projekforløb?

4.4 Naturvidenskabens ABC

Naturvidenskabelig viden vokser fra dag til dag, og behovet for at kunne udvælge det vigtigste indhold i undervisningen stiger løbende. Undersøgelser viser, at eleverne oplever naturfagene som indholdstunge og fragmenterede, og de har svært ved at se sammenhænge mellem de enkelte indholdsområder. Disse problemstillinger er ikke fremmede for elevernes motivation for at beskæftige sig med naturfag i skolen og senere i deres uddannelsesvalg. Naturvidenskabens ABC forsøger at sætte nogle retninger for arbejdet med at udvælge indhold og arbejdsformer i naturfagsundervisningen og dermed at skabe et skelet, der binder naturfagene sammen for dermed at øge elevernes motivation for at arbejde med naturfag.

Naturvidenskabens ABC er tænkt som en af flere mulige inspirationskilder, der kan være med til at udvælge og samle en række mindre erkendelser eller faglige pointer, der bygger op imod et afgrænset antal grundlæggende erkendelser. Ekspertgruppen bag Naturvidenskabens ABC har med udgangspunkt i viden fra deres fagområder og med inspiration fra andre internationale arbejdsgrupper valgt at pege på 10 grundlæggende erkendelser, der kan danne baggrund for arbejdet i en dansk kontekst.

De 10 grundlæggende erkendelser er:

1. Natur, mennesker og samfund påvirker hinanden gensidigt.
2. Jordens overflade og klima udgør et dynamisk system.
3. Jordens ressourcer er konstante og indgår i et kredsløb.
4. Naturen er rig på biodiversitet.
5. Alt liv har udviklet sig gennem evolution.
6. Organismer består af celler. Generne i dem kan både nedarves og ændres.
7. Alt i universet er opbygget af små partikler.
8. Fundamentale fysiske naturkræfter virker overalt i universet.
9. Energien i universet er bevaret og kan ændres fra en form til en anden.
10. Solsystemet er en meget lille del af en enkelt af milliarder af galakser i universet.

Der bliver udarbejdet forslag til progressionsbeskrivelser og indholdsvalg for de 10 grundlæggende erkendelser, og der vil efterfølgende blive udarbejdet forslag til sammenhængende undervisningsforløb, der kobler mindre erkendelser eller faglige pointer sammen igennem et helt skoleforløb fra 1. til 9. klassetrin og efterfølgende videre til de naturvidenskabelige fag på ungdomsuddannelserne. Materialerne vil løbende blive lagt på emu.dk.

Arbejdet med progressionsbeskrivelser af mindre erkendelser og faglige pointer kan med fordel tage udgangspunkt i trinforløb som vist i skemaet nedenfor. Hensigten med skemaet er, at der i den midterste kolonne "Delerkendelser" noteres faglige pointer fra læseplanerne eller evt. andre faglige delerkendelser, som anses for relevante skridt på vejen mod den pågældende erkendelse, mens der i højre kolonne "Forslag til undersøgelsesspørgsmål" formuleres eksempler på, hvad eleverne kunne arbejde med som udgangspunkt for undervisningen. Eksemplet tager udgangspunkt i erkendelse 5: **Alt liv har udviklet sig gennem evolution.**

Eksempel på progression for en af de 10 grundlæggende erkendelser, som kan danne udgangspunkt for arbejdet i faget natur/teknologi

Trinforløb	Delerkendelser	Forslag til undersøgelsesspørgsmål
1.-2. klasse	<ul style="list-style-type: none"> • Dyr, planter og svampe kan vokse og formere sig. • Nogle planter og dyr ligner hinanden, og de kan inddeles i grupper. • Dyr og planter tilpasser sig årstiderne. 	<p>Hvilke ting kender du, som er levende?</p> <p>Hvordan bliver nye planter og dyr skabt?</p> <p>Kan I nævne 30 dyr og inddele dem i grupper, som I synes, de hører sammen?</p> <p>Kan I forklare, hvad der er ens ved dyrene i de forskellige grupper, I har valgt?</p> <p>Kan I finde dyr, som lever af vidt forskellige ting, fx planter, svampe, døde dyr, døde planter og andre dyr, samt dyr, der lever på andre dyr?</p> <p>Kan I finde ud af, hvor mange forskellige former for liv der er lige uden for skolen?</p>
3.-4. klasse	<ul style="list-style-type: none"> • Alle levende organismer kan inddeles i grupper, efter hvordan de lever og er bygget op. • Nogle dyr og planter er bedre tilpasset til bestemte levesteder end andre, og nogle steder kan de slet ikke overleve. • Ændringer i levesteder kan nogle gange være til skade for organismer. Andre gange har de gavn af ændringerne. 	<p>Hvilke egenskaber er særlige for følgende grupper: træer, urter, svampe, alger, hvirveldyr, pattedyr osv.?</p> <p>Hvordan kan I undersøge, hvilke forskellige måder dyrene i søen/bækken skaffer sig ilt på?</p> <p>Kan man se forskel på, hvilke planter der vokser tæt på søen, og hvilke der vokser længere væk?</p> <p>Hvordan kan I undersøge, om urter i skoven er lyskrævende eller skyggetolerante?</p> <p>Hvordan kan I beskrive og undersøge, hvilke dyr og planter der lever i forskellige naturområder?</p>
5.-6. klasse	<ul style="list-style-type: none"> • Selv inden for samme art er dyr og planter lidt forskellige. • Nulevende arter nedstammer fra andre nu uddøde arter. • Organismer med samme behov konkurrerer om ressourcer, fx vand, mad og levesteder. • Dyr, planter og svampe lever sammen og påvirker hinanden og de naturområder, de lever i. • Organismer har tilpasset sig naturen og udviklet sig fra generation til generation. • Nogle egenskaber kan give særlige fordele, men også være besværlige og omkostningsfulde for organismerne. 	<p>Hvordan kan I undersøge og beskrive forskelligheder hos 10 dyr af samme art, køn og alder?</p> <p>Hvilken gruppe hører de udvalgte dyr til, og hvem var deres "stamfædre"?</p> <p>Kan I finde eksempler på dyr eller planter, der konkurrerer om ressourcer?</p> <p>Kan I finde eksempler på organismer, der er særlig udviklede til at kamuflere sig, se i mørke, forvirre fjender, sprede frø, imponere mager, finde føde, holde varmen, gå på vandet osv.?</p> <p>Kan I finde eksempler på egenskaber, der giver særlige fordele, men som også er besværlige eller omkostningsfulde?</p>

7.-9. klasse	<ul style="list-style-type: none"> • DNA kan ændres. Herved kan nye egenskaber fremkomme, som kan vise sig at være særlig fordelagtige. • Nogle ligheder er nedarvede, andre er ikke. • Arter tilpasser sig ændrede livsbetingelser og levevilkår gennem generationer. • Organismer udvikler og ændrer sig i konkurrencen med andre organismer. • Nye arvelige egenskaber kan skyldes nye kombinationer af eksisterende gener eller mutationer af gener i kønsceller. • Arvelige egenskaber kan observeres på molekylært niveau eller komme fysisk, kemisk eller adfærdsmæssigt til udtryk på hele organismen. • Afkom fra individer med fordelagtige egenskaber har større chance for at overleve og give deres gener videre til kommende generationer, og andelen af individer med de fordelagtige egenskaber vil stige. 	<p>Undersøg variation af 100 plantefrø. Spirer og vokser de lige hurtigt?</p> <p>Hvordan kan I undersøge, om egenskaber er nedarvede?</p> <p>Hvordan kom Darwin frem til evolutionsteorien?</p> <p>Kan I finde eksempler hos dyr, hvor de konkurrerer om føde, plads eller mager?</p> <p>Hvordan kan gener ændre sig?</p> <p>Kan I med modeller vise, hvordan arvelige egenskaber nedarves?</p> <p>Hvordan kan I undersøge biodiversiteten i et område?</p> <p>Hvordan kan I undersøge beslægtede arters forskellige adfærd og levesteder?</p> <p>Hvordan kan I illustrere eller simulere, at nogle egenskaber, fx farve eller halelængde, udvikler sig over generationer?</p>
--------------	---	--

Naturvidenskabens ABC indeholder for hver af de 10 store erkendelser en række tekster, der kan fungere som inspirationskilder i arbejdet med progressionsbeskrivelserne og tilrettelæggelsen af undervisningen. Der er derudover medtaget en række cases, der kan danne udgangspunkt for undringsspørgsmål, og endelig er der beskrivelser af en lang række forskere og deres arbejde med at undersøge verden.

Inspirationsmaterialet er på ingen måde udtømmende for arbejdet med indhold og arbejdsformer i undervisningen, men er udvalgt af ekspertgruppen ud fra kriterier om, hvad der er særlig vigtigt at arbejde med i naturfagsundervisningen, så eleverne oplever sammenhæng i indholdet og får et solidt naturvidenskabeligt fundament.

5 Almene temaer

5.1 Understøttende undervisning

Formålene med den understøttende undervisning kan være mange, fx træning og repetition, fordybelse i større opgaver samt mulighed for at arbejde med selvvalgte områder efter interesse. Under alle omstændigheder skal den understøttende undervisning give eleverne mulighed for at blive så dygtige, de kan. Det er vigtigt, at den understøttende undervisning tilbyder forskellige måder at lære på, så undervisningen bliver et reelt supplement til den fagdelte undervisning, og eleverne bør have medindflydelse på både den understøttende undervisnings indhold og form.

Der kan være en udfordring i, at naturfagslæreren skal videregive opgaveinstruktioner eller informationer om egentlige lektier til dem, der skal varetage den understøttende undervisning. Derfor er det en god idé, at opgaverne i den understøttende undervisning i høj grad hænger sammen med opgaverne i den fagdelte undervisning, så eleverne er godt inde i stoffet. Desuden er det hensigtsmæssigt, at faglærer og lektiecafelærere/-pædagoger har forberedt den understøttende undervisning sammen. Understøttende undervisning i naturfagene kan med fordel anvendes til faglig læsning og skrivning, gruppearbejde vedr. naturfagsprojekter, forberedelse/efterarbejde af praktiske undersøgelser og/eller indsamling i felten. Det er helt centralt, at eleverne har tydelige mål for deres arbejde i den understøttende undervisning, og at de har et godt kendskab til de arbejdsmetoder og tankegange, de skal anvende.

Understøttende undervisning i naturfag kan godt foregå i laboratoriet, hvis det giver mening ift. de opgaver, eleverne skal arbejde med. Blot skal skolens ledelse sikre, at de, der forestår den understøttende undervisning, er instrueret i brugen af lokalet. Se også afsnittet om sikkerhed i denne vejledning. Ligeledes kan understøttende undervisning godt foregå i naturen, på en virksomhed mv. under samme forudsætninger som den fagdelte undervisning. I nogle tilfælde kan det være en fordel at lægge den understøttende undervisning i naturfag i umiddelbar forlængelse af den fagdelte undervisning, så længere ekskursioner, udeskoleforløb o.l. bliver en mulighed.

Eksempler

På 1. årgang har årgangsteamet valgt at lægge natur/teknologiundervisningen som længere sammenhængende undervisningsforløb fem gange i løbet af skoleåret. I et af forløbene arbejder årgangen med spørgsmålet: Hvordan bliver børn sunde og stærke?, og som en del af aktiviteterne i forløbet skal eleverne lære at bruge måleværktøjer som stopur, målebånd og termometer. De skal derfor udfylde "Min egen rekordbog", hvor de skal måle, hvor hurtigt de kan løbe, hvor højt de kan hoppe, hvor mange gange de kan jonglere med en bold osv. I den understøttende undervisning arbejder eleverne med at udfylde dele af "Min egen rekordbog" efter aftale mellem faglærerne og dem, der forestår den understøttende undervisning.

En 3. klasse arbejder med et emne om efterår. I den understøttende undervisning tager de på tur til en nærliggende park med en plastpose i lommen for at indsamle "efterårstegn". De samler agern, visne blade mv. I den følgende natur/teknologi-undervisning arbejder klassen med at sortere deres fund, og de drøfter forskellige forklaringer på, hvordan man på planterne kan se, at efteråret er på vej.

På X-købing skole er den understøttende undervisning på mellemtrinnet givet som en pulje til hvert årgangsteam, så de kan placere den hensigtsmæssigt på skemaet ift. den øvrige undervisning. En af de måder, den understøttende undervisning bliver brugt på, er ifm. en ekskursion til et skolelandbrug, hvor klasserne får mulighed for at have en ekstra voksen med. I en længere periode i løbet af foråret lægger 4. årgang den understøttende undervisning i forlængelse af natur/teknologilektionerne og arbejder i en lille skolehave med at klargøre jorden, så, luge ukrudt og smage på de spirende afgrøder. I denne periode starter natur/teknologilæreren undervisningen op hver gang og afløses efter 45 minutter af pædagogen i den understøttende undervisning, hvilket giver mulighed for et længere forløb i skolehaven og en rolig afslutning på dagen.

En 7. klasse arbejder med et emne om robotter i industrien. Der har været fokus på eksperimenter med loops og gentagelser i en række aktiviteter om automatisering og processer i forskellige industrier, og eleverne har bygget robotter i Lego Mindstorms. I den understøttende undervisning skal eleverne for det første bygge deres robot færdig efter en vejledning, og efterfølgende skal de arbejde i Lego Mindstorms-programmet med nogle tutorials, som lærer og pædagog sammen har valgt.

På 8. årgang bliver den understøttende undervisning i en periode af skoleåret anvendt til faglig læsning fire gange 30 minutter om ugen. Den ene af de ugentlige læse gange er der fokus på naturfag. Skolens læsevejleder og faglige vejledere i dansk, matematik og naturfag har tilrettelagt og gennemført et kursus for skolens faglærere samt pædagogerne fra den understøttende undervisning om faglig læsning, så faglærerne i undervisningen kan stilladsere elevernes faglige læsning ud fra en ensartet tilgang. Eleverne lærer her om læsestrategier ift. multimodale tekster i naturfag samt faglige teksters karakteristika med fagudtryk, førfaglige ord, nominaliseringer mv. I den understøttende undervisning arbejdes der med stilladsning af elevernes læseproces gennem forskellige små opgaver, fx forståelsesspørgsmål, ordkendskabskort mv. fra et fælles materiale, som de faglige vejledere har samlet til årgangen.

På 9. årgang lægges den understøttende undervisning på tre hele skoledage fordelt på skoleåret. Lærerne gennemfører på de tre dage evaluerende samtaler med eleverne, mens et team af pædagoger i samarbejde med årgangens lærere har tilrettelagt en håndfuld værksteder til fordybelsesaktiviteter for eleverne. I ét værksted er der mulighed for fordybelse til en større skriftlig opgave, i et andet spilles et spil med fokus på klassetrivsel, og i et tredje værksted er der mulighed for en samtale med en UU-vejleder mv.

5.2 Åben skole

Naturfagene har lang tradition for at inddrage det omkringliggende i undervisningen, hvad enten det drejer sig om skolegården, parker, "vild natur", besøg hos en lokal virksomhed eller et forsyningssystem eller inddragelse af fagpersoner og professionelle formidlere som fx naturvejledere og skoletjenester.

I naturfagene er der lang tradition for at gennemføre feltstudier af fx artsdiversiteten, livsbetingelserne, de økologiske sammenhænge og organismernes tilpasning til levesteder. At inddrage eksterne ressourcepersoner i at bidrage til skolens læringsmiljø stiller krav om samarbejde med disse personer. Ved inddragelse af eksterne læringsmiljøer må der være præcise mål og begrundelser, faglig sammenhæng, nogle faglige forudsætninger hos eleverne, forberedelse af besøget praktisk og indholdsmæssigt samt et klart fokus hos eleverne under besøget, så de kan samle materiale til den videre behandling.

Eksterne ressourcepersoner kan besøge skolen som eksperter fx ved opstart til et fællesfagligt emne om drikkevand, hvor en bioanalytiker kunne gøre rede for de metoder og muligheder, de har for at analysere stoffer i drikkevand. Bioanalytikeren kunne fortælle om de udfordringer, de har, og hvilken viden de trækker på. Eleverne kan så stille spørgsmål og drøfte autentiske problemstillinger med gæsten, fx rensemetoder, restprodukter fra sprøjtning eller jordens evne til at rense vand. Eksperter kunne også tænkes at ville stille sig til rådighed i forbindelse med elevernes undersøgelser, hvor vedkommende kunne ringes op eller tilbyder at svare på mails om faglige spørgsmål eller tilbyder, at eleverne kan komme på besøg og få prøver med hjem til videre undersøgelse eller indsamle data fra forskellige dele af en proces. Ved fremlæggelse af undersøgelser kan en ekspert hjælpe med at sætte elevernes resultater i perspektiv.

5.3 Bevægelse i undervisningen

Folkeskolelovens § 15 foreskriver, at undervisningstiden skal tilrettelægges, så eleverne får motion og bevægelse i gennemsnitligt 45 minutter om dagen. I folkeskolens formålsparagraf står, at der skal skabes rammer for oplevelse, fordybelse og virkelyst, men bevægelse kan også indgå som en vigtig motivationsfaktor. Det at grine sammen og være med i et fællesskab kan bidrage til relationsmotivation. Se afsnittet om motivation herunder. I naturfagene kan det at bruge sin krop og egne bevægelser i modeller gøre det lidt abstrakte mere håndgribeligt eller give en bedre rumlig forståelse. Dermed hjælpes eleverne til at huske og forstå det gennemarbejdede.

Eksempel:

Vælg en hurtig løber. Stil resten af klassen op i en lige linje med hinanden i hænderne.

Idéen er, at en nervecelle skal passere gennem rækken af elevernes håndtryk i skarp konkurrence med den hurtige løber, som skal prøve at komme først.

Dette rollespil skal vise, at nerveceller kan transportere beskeder hurtigere end en isoleret, bevægelig celle, fordi de er lange og har en fast position. Har eleven spillet rollen som celle, har eleven erfaret ud fra et kapløb, hvilken proces, der sker inde i kroppen.

Elevernes bevægelse i undervisningen kan i natur/teknologi udformes på flere måder. Jesper von Seelen bruger følgende model for forskellige typer bevægelse i undervisningen:

- Bevægelse som en integreret del af undervisningen, fx begrebsstafetter, CL-strukturer, dramatisering af naturfaglige modeller mv. Det kan fx være stafetmemory, hvor eleverne efter tur løber hen til et memoryspil og vender to brikker. Passer brikkerne sammen, har de et stik. Ellers vendes de om igen, og en ny fra holdet forsøger sig. Brikkerne kan være par inden for fx dyregrupper: Find to krybdyr, to padder osv. Eller det kan være inden for fx byer i Danmark: Find to byer i Jylland, på Samsø, på Bornholm osv. Undervisning i fødekæder kan rykkes ud i skoven eller på græsset, hvor man leger fødekædefange eller fødekædestratego. Se fx inspiration på 2016.u-landskalender.dk.

Lav frit fald-undersøgelser ved at lade eleverne klatre op og hoppe ned fra højere liggende steder. Med videotrack-software kan man vise det frie fald og noget om acceleration. Der findes også et antal apps til iOS og Android, som man kan tracke bevægelse på. Derudover kan en micro:bit også kodes til at måle acceleration med dataopsamling.

Lav simuleringer af naturfaglige sammenhænge som dramalege, hvor man evt. dramatiserer et elektrisk kredsløb og lader eleverne symbolisere elektroner i en ledning, som transporterer strøm. Brug evt. centikubes.

Disse aktiviteter knytter sig meget tæt til faglige emner og er særdeles anvendelige 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. Det kan fx være "Dirigenten". Eleverne står i en rundkreds og er nu et samlet orkester. I midten står en af eleverne, dirigenten, på en stol eller skammel. Dirigenten vælger, om "orkesteret" fx skal klappe på lårene, trampe, fløjte, synge, klappe i hænderne eller andre udgaver af "kropsinstrumenter". Dernæst styrer dirigenten lydstyrken ved at bevæge sin arm op og ned. Jo højere armen er oppe, jo højere er lydstyrken. Dirigenten må gerne skifte kropsinstrumenter undervejs.

Der er masser af inspiration til powerpauser at hente på aktivaaretrundt.dk, hvor også "Dirigenten" er fundet.

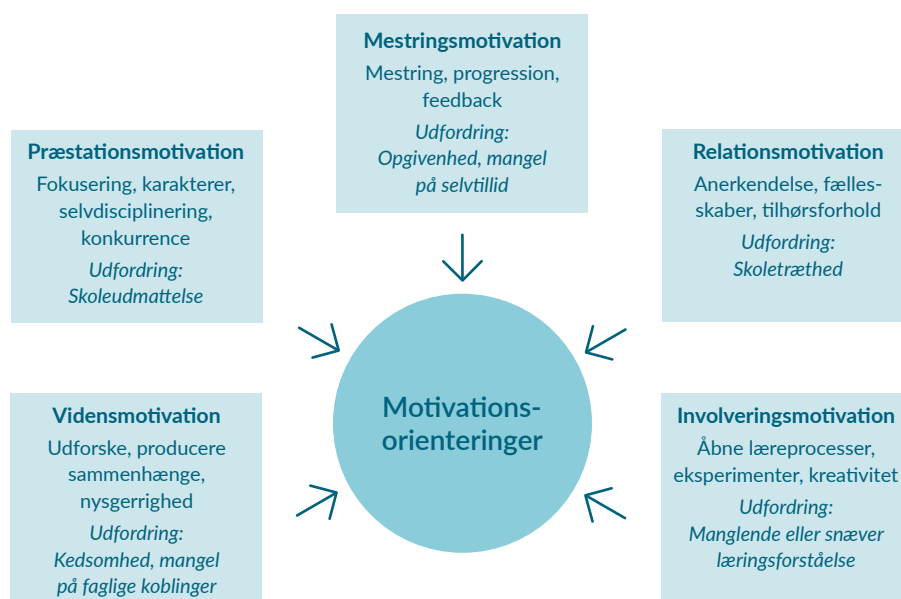
- Længerevarende bevægelsesaktiviteter såsom QR-kodeløb, cykeltur til et nærliggende vandhul eller puls- og åndedrætsundersøgelser i forbindelse med et emne om krop, energi og sundhed er eksempler på, hvordan længerevarende bevægelsesaktiviteter også kan være en del af undervisningen i geografi.

Der er yderligere inspiration at hente til naturfaglige forløb med indbygget bevægelse på astra.dk.

5.4 Motivation i naturfagene

Som naturfagslærer skal man skabe læringssituationer, hvor naturvidenskabelig viden er afgørende for, at relevante handlinger eller forståelser lykkes for eleverne. Et af undervisningens klassiske dilemmaer er, at man i undervisningssituationen som oftest ikke har brug for den viden, som skal læres, og når man endelig er i en situation, hvor der er brug for denne viden, kan man ikke nå at lære den. De fleste lærer kun i relevante situationer, da vores hjerne populært sagt er bygget til at sortere al irrelevant information væk. Derfor er lærere nødt til at fokusere på, hvordan der kan skabes gode undervisningssituationer, hvor eleverne oplever både store og små læringsmæssige succeser. Dette kan fx ske ved, at læreren i tilrettelæggelsen af undervisningen har fokus på forskellige mestringsorienteringer.

Figur 9: Unges motivationsorienteringer (Pless m.fl., 2015)



Om elevernes motivation og interesse

Motivationsrammen ovenfor beskriver forskellige indgange til børns og unges motivation. Det er også relevant at have fokus på, hvordan man stimulerer elevens interesse, da interesse er direkte koblet til elevens motivation. Interesse beskriver forholdet mellem en elev og det, som har elevens interesse. Man skelner mellem to former for interesse: situationel interesse og individuel interesse. Situationel interesse er situationsafhængig interesse, dvs. interesse stimuleret i en bestemt situation. Individuel interesse refererer

til elevens vedholdende lyst til at engagere sig i det, der har interessen. Når man taler om unges manglende interesse for naturfag, er det individuel interesse, der henvises til. Man kan betragte situationel interesse som en umiddelbar positiv følelsesreaktion på noget nyt og komplekst. Hvis en situationel interesse fastholdes eller stimuleres gentagne gange, kan den udvikle sig hen imod en vedholdende, individuel interesse. Dette er rationalet bag mange science-events, der har til hensigt at skabe interesse for naturfag. Science-events kan bidrage med alle former for motivationsorienteringer, selv om det vil være forskelligt fra elev til elev, hvordan en science-event påvirker elevernes motivation. Denne viden om motivation er indbygget i flere af de enkelte science-events, hvor man fx i teknologiturneringen FIRST LEGO League definerer mange forskellige rollemodeller og derfor har mange forskellige motivationsorienteringer.

Rollespil som narrativ kan bruges som et værktøj til at perspektivere undervisningen, idet rollespillet giver mulighed for et nuanceret syn på en given problematik. Når eleverne ikke bare skal udføre et på forhånd beskrevet forsøg eller eksperiment, men derudover på baggrund af den naturvidenskabelige forståelse, der ligger i et eller flere forsøg, bliver sat til at belyse en problematik sat i scene som en paneldebat eller et møde i et brugerråd, kan det skabe både indføling og identifikation.

Det vil her appellere til både involverings- og relationsmotivation, og samtidig får eleverne mulighed for at øve sig på en virkelig demokratisk proces, hvor de udvikler handlekompetence.

Laboratorie- og feltarbejde

Laboratorie- og feltarbejde betragtes traditionelt set som arbejdsformer, der engagerer eleverne og skaber motivation. Hands-on-aktiviteter kan være interessedskabende for nogle elever, fordi de motiveres af brugen af artefakter og fysiske objekter og en taktil tilgang. Resultater fra undersøgelser viser dog, at selv om praktisk arbejde genererer kortvarigt engagement, er praktisk arbejde ikke i sig selv en måde at motivere eleverne på. Hvis det praktiske arbejde skal have en reel effekt på elevernes motivation, må man indtænke designprincipper, der fremmer indre motivation.

Der kan oplistes seks designprincipper, som i øvrigt også ligger tæt op ad de allerede beskrevne motivationsorienteringer, som ser ud til at have effekt på motivation:

- **Constructing personal meaning** (forbinde forforståelse og tidligere erfaringer med ny information)
- **Choice** (give elever reelle valg)
- **Challenge** (udfordre den enkelte elev optimalt)
- **Control** (give elever en vis grad af selvbestemmelse)
- **Collaboration** (samarbejde, gruppearbejde)
- **Consequences that promote self-efficacy** (undgå præstationskultur, tilskynde deling af information).

Det er således ikke altid nok at tilrettelægge en undervisning, der overvejende bygger på et learning by doing princip. Når man tilrettelægger en undervisningssituation, er det derfor vigtigt med to opmærksomhedspunkter:

- Fokus på elevernes læringsudbytte.
- Fokus på elevernes motivation, fx ud fra de seks C'er.

IBSE (Inquiry-Based Science Education, se evt afsnittet ovenfor om undersøgelsesbaseret undervisning) er en måde at tilrettelægge undersøgende aktiviteter i naturfagene på, som kan være med til at stimulere elevernes motivation for naturfag ved netop at fokusere på både læringsudbytte og elevernes motivationsorienteringer. Med inquiry menes en induktiv

undervisningsform, hvor eleverne selv stiller undersøgelsesspørgsmål, designer forsøg, indsamler data, drager konklusioner og formidler resultater. Den åbne arbejdsform giver eleverne mulighed for at opstille egne mål og træffe egne valg, hvilket er essentielt for deres motivation. Inquiry-baseret undervisning bidrager typisk med både involverings- og vidensmotivation. Dertil kommer gruppedynamikkens potentialer, dvs. relationsmotivation. Se eksempler på IBSE-forløb på astra.dk.

5.5 De obligatoriske emner

Sundheds- og seksualundervisning og familiekundskab

Når der arbejdes med området mennesket med alle fire naturfaglige kompetencer for øje, er det oplagt at se det i sammenhæng med målene for det obligatoriske emne sundheds- og seksualundervisning og familiekundskab. Helt oplagt er det, at der i natur/teknologi på tredje trinforløb i kompetenceområderne undersøgelse og modellering arbejdes med menneskets anatomi og fysiologi også mht. kønsorganerne. I indholdsområdet natur og miljø skal eleverne bl.a. lære om forering. Der tænkes bredt på tværs af både dyreriget og planteriget, og det er derfor også oplagt at tale om menneskets forering. I lyset af et bredt sundhedsbegreb er også mere "bløde" aspekter ved seksualitet som følelser relevante i natur/teknologi især med udgangspunkt i perspektiveringskompetencen. Netop udviklingen af kroppen og seksualitet er et meget virkelighedsnært felt for eleverne på trin 3, som har betydning for elevernes generelle trivsel, dannelse og udvikling. Emner som grænser for tilnærmelser, seksuelle rettigheder, myter om kroppen, fx om mødommen, brug af de sociale medier samt netetik kan indgå som tværfaglige aktuelle temaer, eleverne arbejder med.

5.6 Regler for sikkerhed i naturfagsundervisningen

Jf. bekendtgørelsen om tilsynet med folkeskolens elever i skoletiden, herunder § 6, stk. 1, om elevs færden i naturfagslokaler, der rummer særlige risikomomenter, pålægges skolens leder en skærpet tilsynspligt ifm. sikkerheden i naturfagsundervisningen. Der er ikke krav om særlige uddannelsesmæssige niveauer, kurser eller fag for at undervise i naturfagslokaler, men skolens leder har ansvaret for at sikre en procedure, hvor personalet løbende kan blive instrueret og få opdateret deres viden om risikomomenter og sikkerhed. Der skal være udarbejdet arbejdspladsbrugsanvisninger på stoffer og materialer i naturfagslokalet, og lærerne, der bruger lokalet, skal vide, hvor de finder informationer om procedurer ved uheld, fx hvordan en ambulance bestilles, eller en brand slukkes. Der findes derudover regler om elevernes anvendelse af stoffer og materialer i undervisningen, elevs brug af animalske biprodukter, elevs brug af radioaktive kilder og elevs arbejde med gas og elektricitet. Henvielse til den gældende lovgivning findes i faktaboksen.

Henvisninger til gældende lovgivning vedr. sikkerhed

Elevs anvendelse af stoffer og materialer i grundskolen

Arbejdstilsynets At-meddelelse nr. 4.01.7. Meddelelsen oplyser om, hvordan folkeskoler og andre skoler med undervisning svarende til folkeskolen kan tilrettelægge praktisk og eksperimentelt arbejde med stoffer og materialer i undervisningssammenhænge således, at elevernes arbejde bliver sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt. Læs mere på amid.dk.

Regler for brug af ioniserende stråling i undervisningen

Sundhedsstyrelsen fastsætter regler for folkeskolars indkøb, brug og opbevaring af radioaktive kilder ifm. undervisningen, herunder dosisgrænser og strålebeskyttelse ifm. elevs brug af ioniserende stråling. Find reglerne på sst.dk.

Regler for brug af gas og elektriske installationer

Sikkerhedsstyrelsen fastsætter regler for gas- og elektriske installationer på skolen samt for underviseres og elevs arbejde med gas og elektricitet. Reglerne er fastsat i en række bekendtgørelser, som kan findes på sik.dk.

Regler for anvendelse af døde dyr i undervisningen

Fødevarestyrelsen fastsætter regler for brug af døde dyr i undervisningen, samt hvornår og hvordan der skal søges om tilladelse til anvendelse af animalske biprodukter. Find reglerne på foedevarestyrelsen.dk.

Alle regler og vejledninger vedr. sikkerhed og risiko forbundet med undervisning i natur/teknologi, biologi, geografi og fysik/kemi er sammenskrevet i en branchevejledning, som kan findes på arbejdsmiljoweb.dk. 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:

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

Vurderingen skal både foretages, når eleverne arbejder i naturfagslokalet, og når de arbejder i naturen, på virksomheder eller andre steder uden for skolen. Læreren er i alle tilfælde ansvarlig for denne vurdering. Dog anbefales det, at fx en naturvejleder, virksomhedskontakt el. lign. tages med på råd ved besøg på eksterne læringssteder.

Det fremhæves i branchevejledningen, 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.
- At eleverne ikke udsættes for sygdomsfremkaldende bakterier. Dette kan fx sikres ved, at eleverne taper petriskåle til umiddelbart efter podning.
- At eleverne kun undersøger egne kropsvæsker ifm. blodtypebestemmelse, nedbrydelse af stivelse til glukose ved hjælp af spyt, ved blodsukkermålinger mv.
- At eleverne kun arbejder med radioaktive kilder i 9. klasse.

En særlig opmærksomhed bør rettes mod elevernes egne undersøgelsesdesigns fx i forbindelse med fællesfaglige undervisningsforløb, og i perioden frem mod den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi. Her vil eleverne naturligt arbejde videre på opstillinger og undersøgelsesdesigns, de har mødt i undervisningen, og måske inddrage idéer, de fx finder på YouTube eller portaler, der ikke nødvendigvis er målrettet grundskolen. Her skal lærerne løbende sikre, at eleverne ikke udsættes for unødigt risiko, der fx kan resultere i ulykker.

Mærkning af stoffer i naturfagslokaler

Stofferne i naturfagslokalet skal være mærket med sikkerheds- og risikosætninger samt faresymboler. Alle regler vedr. mærkning kan læses på styrpaastofferne.dk. I Danmark anvendes de globale symboler (CLP), og det betyder, at pr. december 2012 skal alle rene stoffer være mærket med de nye symboler. Ved rene stoffer forstås grundstoffer og deres forbindelser, fx H₂ og HCl. Pr. juni 2017 skal blandinger være mærket med nye symboler samt nye H-sætninger, dvs. hazard/fare, og P-sætninger, dvs. precaution/sikkerhed. Ved blandinger forstås kemikalier, der består af flere stoffer, fx maling eller cement. Der skal være overensstemmelse mellem arbejdspladsbrugsanvisningen og mærkningen af et givent stof. Anvisninger for affaldshåndtering af stoffer brugt i undervisningen skal fremgå af skolens arbejdspladsbrugsanvisninger.

6 Tværgående emner og problemstillinger

Af læseplanen fremgår det, at natur/teknologi indgår i samarbejde med andre fag i fagrækken, hvor det giver mening i forhold til mål, indhold og metoder jf. folkeskolelovens § 5, stk. 1, pkt. 3, om at give eleverne ”mulighed for at anvende og udbygge de tilegnede kundskaber og færdigheder gennem undervisningen i tværgående emner og problemstillinger”. Det er oplagt at opsøge og gennemføre samarbejde med en række andre fag i forbindelse med natur/teknologi. Både erkendelsesformer, arbejdsformer, metoder, indholdsområder og problemstillinger fra natur/teknologi og det mere generelle ”nature of science”, altså naturvidenskabens særkende, kan være genstand for fagligt samspil. Også den naturvidenskabelige argumentation og kausalitet vil være et godt fundament for et tværgående samarbejde. Natur/teknologi som et skabende og kreativt fag vil kunne være en dimension i et tværgående samarbejde med fx de iterative processer, som eleverne kender fra fx arbejdet med teknologi i undervisningen eller designprocesser fra deres selvstændige arbejde med undersøgelser. Det vil være forskelligt, hvordan natur/teknologi vil indgå i et givent fagligt samarbejde, men almindeligvis vil man forvente, at natur/teknologis kompetenceområder står synligt frem i forløbet med fx undersøgelses- og/eller modelleringsaktiviteter. I natur/teknologi lærer eleverne, at fejl og misforståelser bare er skridt på vejen i en læreproces, og at den faglige forståelse kan forbedres ved gentagelser og nye afprøvninger. Denne tilgang kan være sund at have til al undervisning, og måske kan natur/teknologi ”smitte” andre fagområder med denne praksis.

Herunder følger en række eksempler på, men langt fra en udtømmende oversigt over, hvordan natur/teknologi meningsfuldt kan indgå i tværfaglige forløb.

6.1 Tværfaglighed

STEM-fagene

De seneste år har begrebet ”STEM-fagene” vundet frem. Stem står for Science (naturvidenskab), Technology (teknologi), Engineering (ingeniørmetoder) og Mathematics (matematik). Der findes ikke én endelig definition på, hvad et godt STEM-forløb er, men fagene/fagområderne sammenstilles ofte, da de har stor glæde af hinanden i forhold til både mål, indhold og arbejdsmetoder. STEM kan både forstås som fællesmængderne mellem to eller tre af områderne og som foreningsmængden mellem alle fire områder, afhængigt af hvilken kilde man søger.

- Der kan fx være tale om en undersøgelse af ballonraketter som opstart på et forløb, hvorefter eleverne beregner fart, acceleration og raketbaner samt forklarer raketprincippet. Eleverne optager udvalgte raketopsendelser på video og lægger grafer oven på raketens bane.
- Det kan være en engineering-udfordring, hvor eleverne skal forsøge at håndtere en problemstilling om for lidt dagslys i klasselokalet. Derfor undersøger de forskellige materials reflekterende egenskaber med henblik på at lede mere sollys ind i lokalet, og de konstruerer prototyper, som de tester med et luxmeter.

Idræt

I arbejdet inden for indholdsområdet mennesket er der oplagte muligheder for at arbejde parallelt eller i et tværfagligt forløb omkring sanser og blodkredsløbet. Et eksempel på dette er, når der inden for kompetenceområdet undersøgelse skal arbejdes med at undersøge kroppens funktioner. Det kunne være undersøgelse af sammenhængen mellem puls og aktiviteter koblet til kroppens kredsløb og lungernes og hjertets funktion. Aktiviteterne kan måles med pulsar i idræt og kan derefter analyseres i natur/teknologi og evt. kobles til dissektion af fx hjerte og lunger. En oplagt hjemmeopgave er at lade eleverne undersøge deres egne idrætsgrene og låne dem dataopsamlingsudstyr, mens de dyrker deres sport. Man kan derefter i klassen rangliste sportsgrenene efter fx aktivitetsniveau, højeste puls i længst tid og mest stabil pulskurve.

Håndværk og design

I færdigheds- og vidensområdet teknologi og ressourcer er et samarbejde oplagt, da nogle af de benyttede arbejdsmåder ligner hinanden. Både håndværk og design og natur/teknologi har stor vægt på den praktiske dimension. Det kunne være, at man i natur/teknologi arbejdede med en problemstilling, som man i håndværk og design skulle konstruere en prototype til. Det kunne også være omvendt, så man i håndværk og design arbejder med et tema om fx designlamper, og så kunne opgaven i natur/teknologi være at konstruere et kredsløb med batterier, led-lampe og tænd-sluk-knap. Fælles for sådan et forløb kunne være at benytte engineering-modellen i et tværfagligt forløb i samarbejde mellem de to fag.

Madkundskab

Færdigheds- og vidensområdet mennesket lægger op til, at man på tredje trinforløb tilrettelægger undervisningsaktiviteter, som tilrettelægges i samarbejde med faget madkundskab. Det kunne fx dreje sig om sund kost, hvor eleverne laver et sundt måltid ud fra en udvalgt kostpyramide eller laver et forslag til en madplan, som de selv prøver af i samarbejde med deres forældre. I natur/teknologi kunne det faglige indhold dreje sig om madens vej gennem kroppen og kostens bestanddele, og i madkundskab kunne man så smage på de enkelte bestanddele i kosten. Der er både i natur/teknologi og madkundskab stor vægt på hygiejne. Man kan fx undersøge udvalgte steder i madkundskab for bakterier med agar eller undersøge, om der er forskel på karlude, som er vredet/foldet på forskellige måder, og som får lov at ligge nogle timer, efter man har brugt dem i madkundskab.

Matematik

Der er en del fælles genstandsfelter i matematik og natur/teknologi. Der er derfor nogle gode potentialer for at arbejde med at måle, veje og indsamle data på forskellige vis.

Et rigtigt forårsforløb er at undersøge anemoner i skovbunden. Eleverne vælger et område i skoven og skal undersøge, hvor mange anemoner der vokser inden for fx 1 m², og efterfølgende dokumentere det med udvalgte repræsentationsformer. Sidst i natur/teknologi-forløbet kan man også arbejde med erkendelse 10 fra Naturvidenskabens ABC: "Solsystemet er en meget lille del af en enkelt af milliarder af galakser i universet". I skolegården kan man tegne solsystemet op i målestoksforhold ift. afstanden mellem planeterne og evt. bede eleverne indplacere den nærmeste stjerne eller regne ud, hvor den skal placeres. Hvor langt væk skal den placeres? Hvis vores egen Sol var på størrelse med en appelsin, hvor langt vil den nærmeste galakse så skulle placeres? Kan vi gå/køre hen til den?

Historie og kristendomskundskab

Naturvidenskab og religion har generelt ret så forskellige opfattelser af verden omkring os. Men sådan har det ikke altid været. Ud fra historiske vinkler kan eleverne arbejde med forskellige verdensbilleder. Tværfagligt handler det også om, at eleverne skal lære forskellen på at vide noget og tro noget.

Med Naturvidenskabens ABC kan man samarbejde og dykke ned i fx erkendelse 5: "Alt liv har udviklet sig gennem evolution". Man kan evt. undersøge, hvordan planter formerer sig, og sammenholde udviklingen af liv på Jorden med forskellige skabelsesteorier. Man kan evt. bruge "Jordens evolutionshistorie fortalt som et kalenderår" fra videnskab.dk og sammenholde den med en anden artikel fra videnskab.dk: "Derfor tror folk ikke på evolutionsteorien". Hvad siger Bibelen og vores egen kristne skabelseshistorie? Hvad mener andre skabelsesteorier? Hvilke argumenter er der for, at Jorden er rund? flad?

7 Tværgående temaer

7.1 Innovation og entreprenørskab

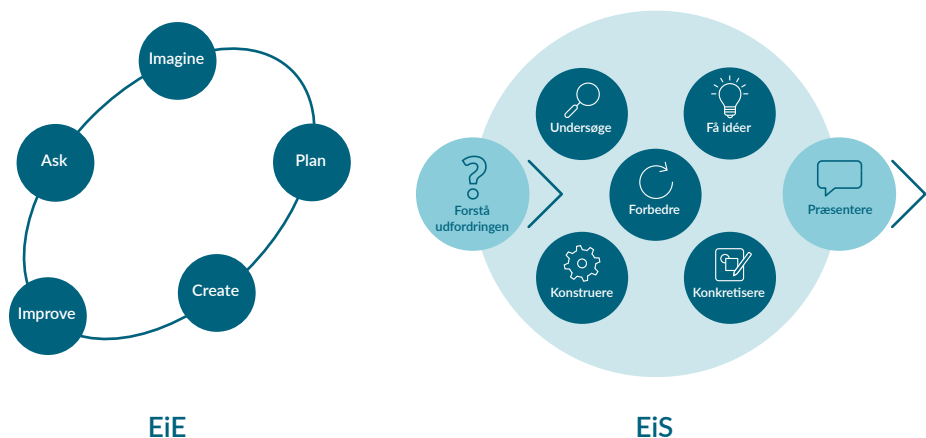
Innovation og entreprenørskab i naturfagene har til formål at udvikle elevernes kompetencer til at skabe, udvikle og handle på en naturfaglig baggrund.

Innovative, skabende og produktrettede processer lader sig naturligt udfolde i naturfagene både som en integreret del af den vanlige fagundervisning og i form af særlige undervisningsforløb, hvor innovationsprocessen fra idé eller mulighed til realisering gennemløbes.

Som integreret undervisning kan innovation og entreprenørskab med fordel tænkes sammen med naturfaglige kompetencer. Gennem arbejdet med undersøgelseskompetence får eleverne således stimuleret både kreative og handlerettede kompetencer, og de får stimuleret deres vedholdenhed, samarbejdsevne og faglige selvtillid. Dette gælder især, når eleverne designer egne forsøg, hvilket indgår som trinmål i alle naturfagene. I naturfagene skal eleverne selv udarbejde modeller, hvilket styrker både deres kreativitet og deres kommunikative handlekompetence. Når eleverne perspektiverer til samfundsmæssige forhold, herunder økonomi, bæredygtighed, ressourcer m.m., styrker det direkte elevernes omverdensforståelse.

Innovationslignende processer lader sig nemt gennemføre med afsæt i "engineering-udfordringer" enten som integrerede aktiviteter af kortere varighed eller som selvstændige, længerevarende forløb. Engineering i naturfagsundervisningen handler om at designe produkter og praktiske løsningsforslag til virkelighedsnære udfordringer. Overlappet mellem engineering-processen og innovationsprocessen er stort, blot er der i engineering lidt større fokus på udvikling og optimering af prototyper, mens det at handle til gavn for nogen ofte nedtones, jf. nedenstående to bud på elementer i en typisk Engineering Design Process, EDP.

Figur 10: To bud på designprocesser i engineering



To bud på elementer i en typisk Engineering Design Process: Grundelementerne er ens, men EiE-modellen (fra projekt "Engineering is Elementary") viser en rækkefølge, som ikke indgår i EiS-modellen (fra projekt "Engineering i skolen").

Det er også en mulighed at vinkle hele fællesfaglige forløb, så de styrker elevernes innovative, problemløsende og handlingsrettede formåen. Det kræver blot, at den bærende problemstilling formuleres, så den er relevant ud over faget ("for nogen"), og så nytænkning og elevidéer får plads. Samtidig bør det være et produktkrav, at eleverne som minimum giver handlingsrettede bud på, hvorledes problemstillingen håndteres til det bedre. Elevernes arbejdsproces vil givetvis ikke svare til gængse modeller for innovationsforløb, men i praksis vil samtlige aspekter af innovationskompetence alligevel komme i spil.

Generelt er innovative processer i naturfaglig undervisning både en åbning og en udfordring for eleverne. Det kritiske er først og fremmest, at de møder problemstillinger og frihedsgrader i arbejdsprocessen, som på samme tid opleves udfordrende og håndterbare. Læringsmæssigt er det tillige en udfordring at sikre, at arbejdet med innovation og entreprenørskab i naturfagene også sker på en faglig baggrund og bidrager til en sådan. Dette forudsætter, at det faglige aspekt bevidst drages ind undervejs i innovationsprocessen, og at faglig læring, som følge af processen, bevidst reflekteres af/med eleverne til slut. De viste modeller underspiller dette aspekt. Fx er den faglige kobling i EiS-modellen kun synlig i elementet *At undersøge*, hvor eleverne fastholdes på at udføre relevante undersøgelser, som kan kvalificere deres produkt.

Evaluering i tilknytning til innovative, skabende og produktrettede processer er et særligt problem. Ud over at evaluere elevernes faglige udbytte vil det være relevant at overveje evaluering af deres udviklede produkter hhv. evaluering af innovative delkompetencer. Produktrettet evaluering bør ske med henvisning til kvalitetskriterier, som eleverne er gjort bekendt med på forhånd. Mange gange er kvalitetskriterierne specifikke for en bestemt udfordring, men mere generelt vil disse kunne forholde sig til følgende dimensioner:

- Nyhedsværdi (form, materialevalg, struktur)
- Funktionalitet (holdbarhed, brugbarhed)
- Sofistikation (attraktivitet, konsistens/konsekvens i design, udnyttelse af faglig viden).

Evaluering af elevernes innovative, skabende og produktrettede kompetencer forudsætter, at man som lærer gør sig klart, hvilke aspekter disse består af. Et meget nærliggende bud på en sådan "operationalisering" ville være at bedømme eleverne på hvert af de fem mørkegrønne aspekter i EiS-modellen ovenfor, evt. i form af en rubric. Alternativt arbejdes der aktuelt på at udvikle et nationalt evalueringsskema for elevers innovations-/engineering-kompetence, hvor ikke alene deres formåen ud i designprocesser udmåles, men hvor der er lige så stor vægt på deres evne til at bruge naturfaglig viden/kompetence i designprocessen og på deres samarbejdsevne og vedholdenhed ifm. problemløsningen.

7.2 It og medier

Udvikling af digitale kompetencer indgår i faget natur/teknologi og understøtter læreprocesserne i faget. Eleverne kan i forbindelse med undersøgelser bruge digitalt udstyr til at indsamle og logge data både i laboratoriet og i felten, både med eget digitalt udstyr og med skolens. Kontinueret datalogning kan opsamle informationer om udsving i temperatur, O₂, CO₂, lysintensitet, pH, lyd, rystelser mv. og give eleverne mulighed for at analysere og vurdere data. Der findes gratis apps, der kan anvendes og vurderes op mod målinger foretaget med skolens udstyr. Digitale billeder fra kameraer, mobiltelefoner eller fotofælder kan bruges til dokumentation af undersøgelser i felten samt til brug ved undersøgelser og eksperimenter i naturfagslaboratoriet.

I laboratoriet kan digitale billeder også bruges til dokumentation af arbejdsprocesser, forsøgsopstillinger, mikroskopi og timelapse-optagelser. Herved arbejdes der både med undersøgelses- og modelleringskompetencen. Eleverne kan endvidere indsamle og kritisk vurdere informationer fra digitale medier og databaser og med denne baggrund kunne bruge og udvikle egne modeller, digitale animationer og simulationer.

Når der arbejdes med perspektiveringskompetencen kan egne og andres forskellige data, holdninger og synspunkter sættes op mod hinanden og danne baggrund for at forstå sammenhænge og konsekvenser og se muligheder og handlinger. Via digitale ressourcer får eleverne forståelse af verden, og gennem arbejdet med dette lærer de at se perspektiver i egen verden.

I forbindelse med arbejde inden for kommunikationskompetencen kan eleverne anvende og formidle fagligt indhold via digitale platforme. De kan reflektere over valg af præsentationsformer og modeller, fx gennem grafisk præsentation, video og billeder.

7.3 Sproglig udvikling

Sproglig udvikling indgår i ordkendskab samt faglig læsning og skrivning. Der er fokus på de fire dimensioner af det talte og det skrevne sprog: Samtale, lytte, læse og skrive.

Trinforløb 1: 1.-2. klasse

De fleste elever møder først fagsproget, når de møder faget i skolen. Eleverne skal arbejde hen imod at kunne skelne mellem hverdagsprog og fagsprog. De skal derfor løbende støttes i at benytte mere præcise betegnelser for genstande, fænomener og organismer i omverdenen, som eleverne tidligere har benævnt med hverdagstermer.

Eleverne skal arbejde med at formidle egne observationer, figurer/tegninger med stikord, undersøgelser eller naturfaglige modeller over for en større gruppe eller klasse. Det kan i den begyndende fase fx gøres ved at benytte sorteringskasser med forskellige genstande som fx er indsamlet af læreren og eleverne. Eleverne skal så vælge og mundtligt beskrive genstande fra kassen, som de øvrige elever ikke kan se. Klassen skal lytte og efterfølgende ud fra elevernes forklaring give et bud på, hvilken genstand der er tale om. Der er her fokus på både hverdagsbegreber og naturfaglige begreber. Man skal på forhånd aftale med klassen, hvilke ord de må bruge til beskrivelsen, og om man fx må sige, hvad den skal/kan bruges til, eller om den kun må beskrives. Samtidig er det også vigtigt at italesætte problematikken i at beskrive.

Hvis en elev vælger en blomstertræpind fra kassen, kan den beskrives som ca. 30 cm lang, rund, flad i den ene ende og spids i den anden og let knækker, hvis man bøjer den. Af naturfaglige begreber kunne både vægt, hårdhed, materiale, varmeledende m.m. komme i spil, men selvfølgelig kun hvis man på forhånd har arbejdet med disse begreber.

Det er også vigtigt allerede i 1. klasse at begynde med at producere simple beskrivende tekster. Arbejdet skal på dette trin tage udgangspunkt i de beskrivende verber: er, har, består af, indeholder, kan være osv. På den måde arbejder man med elevernes aktive ordforråd.

En måde at arbejde med begreber på i 2. klasse er vha. ordkendskabskort, som også styrker elevernes aktive ordforråd. Øvelsen kan også anvendes med et billede af et fænomen eller en genstand.

Trinforløb 2: 3.-4. klasse

Eleverne kan i højere grad skelne mellem hverdagsprog og fagsprog, men det skal fortsat have stor opmærksomhed. Man kan med fordel arbejde med førfaglige begreber/ord frem mod at udvide elevernes fagordforråd. Førfaglige begreber er ord, der læner sig op ad de faglige begreber. Man kan også sige, at de kæder hverdagssproget sammen med fagsproget. Et eksempel kunne være "højvande og lavvande". De kender alle "vand" og skal måske hjælpes med at kæde det sammen med "vande". Fra hverdagssproget ved de, at der er forskel på lav og høj, men skal måske hjælpes med at få øje på sammenhængen med fagbegrebet. Det er altså en sproglig opmærksomhed på førfaglige udtryk, som knytter sig til fagbegrebet, og forstår eleverne ikke disse begreber, vil de møde en sproglig barriere, når senere skal lære fagudtrykkene "flod" og "ebbe".

Naturfaglige tekster beskriver og forklarer omverdenen. Ofte systematiserer og klassificerer de for at forklare, hvordan bestemte forhold hænger sammen. Når eleverne præsenteres for tekster af denne karakter, skal vi lære dem at forstå taksonomien. Eksempelvis:

I universet er der mange forskellige himmellegemer. Det kan være stjerner og planeter. Vores nærmeste stjerne er Solen. Mars er en planet ligesom Jorden.

I denne tekst er strukturen forholdsvis enkel. Men for at hjælpe eleverne med at afkode teksten kan man lære dem at tegne diagrammer. På den måde stilladseres deres faglige læsning af fagteksten.

Eleverne kan arbejde med mindmapping ud fra deres konkrete undringsspørgsmål, og en forundringsvæg kan benyttes som stilladseringsværktøj.

Eleverne kan i samarbejde med andre forstå en enkel fagtekst og arbejde selvstændigt med instruerende og beskrivende tekster.

Trinforløb 3: 5.-6. klasse

Eleverne arbejder på dette trin med at læse og skrive forklarende tekster. De arbejder mere aktivt med læsestrategier for at tilegne sig viden ud fra multimodale tekster.

Det er også på dette trin, at man aktivt skal arbejde med elevernes forståelse af fagord og begreber knyttet til diskussioner.

Der er fokus på, at eleverne begrundes deres argumenter og anvender fagord og begreber i diskussioner, og at de kan lytte til andres argumenter.

Til støtte for eleverne kan man udarbejde argumentationskort, hvor de i en diskussion skal kunne vælge de rigtige belæg til fremsatte påstande. Det kan fx være rollekort i forbindelse med en debat om planlægning af en ny motorvej. Eksempler kan findes i undervisningsmaterialet "Broen, vejen og dig" på astra.dk.

På dette trin vil taksonomier optræde mere hyppigt i lærebøgerne. Et eksempel: I fotosyntesen indgår fire faktorer, nemlig organisk stof, energi/Solen, ilt og kuldioxid. For bedre at kunne forstå de forskellige sammenhænge i fotosyntesen kan man med fordel lade eleverne, med vejledning fra lærerne, udarbejde begrebskort for at illustrere og forstå sammenhængen. Det træner dem i at strukturere den tilegnede viden og opbygge metoder til at tilgå en fagtekst.

Sidst i trinforløbet arbejder eleverne kildekritisk med teksttyper og formidlingsformer som baggrund for kommunikation, diskussion og stillingtagen. Eleverne skal opnå en fornemmelse af, at kilder kan have forskellig troværdighed, og at forskellige formidlingsformer egner sig til formidling af forskelligt indhold og til forskellige målgrupper.

Trinforløb 4: 7.-9. klasse

Der lægges vægt på, at eleverne anvender fagord og begreber med stigende abstraktionsgrad, og at de tekster, de benytter her, indeholder flere typer af genrer, som nogle gange kan være svære for eleverne at forstå og forholde sig til.

Eleverne arbejder løbende med forskellige typer af opgaver, som har til hensigt, at de opnår en bred sproglig kompetence ved at anvende sproget i varierede situationer.

Eleverne skal udvikle deres sprog i relation til faget med særligt fokus på deres ordforråd. Eleverne skal arbejde med ordforståelsesstrategier til selvstændig tilegnelse af nye ord, fx analyser af ord, udnyttelse af konteksten til forståelse af ord samt opslag i ordbøger og databaser.

Eksempler på opgaver, som benyttes i undervisningen på 4. trinforløb

Problemløsningsopgaver, hvor informationer skal udveksles og diskuteres for at løse den stillede opgave.

Pusleøvelser, hvor eleverne i par fx skal stille et forsøg op i natur/teknologi og samtidig forklare, hvordan det skal gøres. Den ene elev stiller forsøget op under mundtlig anvisning af den anden elev. Opgaven kan gøres sværere ved at kræve, at der kun må bruges fagbegreber, fx reagensglas, indikator, mv., til at benævne de forskellige ting i forsøget. Hensigten er, at eleverne ikke skal pege eller bruge upræcist sprog som "den der", "dimsen" osv.

Kategoriseringsopgaver, hvor man skal inddele ting i kategorier. Det kan fx være i et forløb om organismer, hvor det er vigtigt, at eleverne kan kategorisere og systematisere planter, dyr o.l.

Holdningsopgaver, hvor argumentation er vigtig. Der kan arbejdes med par eller grupper, hvor deltagerne har et forskelligt udgangspunkt i form af fx en rolle eller viden, der skal argumenteres med og besluttet ud fra. I denne type opgaver er det vigtigt, at eleverne har en faglig tekst/film eller andet at argumentere ud fra, så de lærer nødvendigheden af at inddrage kilder.

I alle typer af samtaleaktiviteter kan læreren stilladsere de sproglige ytringer for eleverne, så de lærer, hvilket sprog der anvendes til mundtlig argumentation, hvilket sprog der anvendes ved mundtlig instruktion osv.

Eleverne kan nu skelne mellem forskellige teksttyper og belyse en problemstilling fra forskellige sider.

Til arbejdet med selvstændig tilegnelse af nye ord og formidling af naturfaglig viden kan man med fordel benytte metoden "mini-lessons", som er korte lektionsstudier.

Eleverne udbygger deres ordkendskab ved faglig læsning og formidling i både mundtlige og skriftlige opgaver.

Eleverne skal tilegne sig naturfaglig viden og indsigt ved undersøgelsesbaserede aktiviteter og læsning af naturfaglige multimodale tekster og ved formulering af naturfaglige objektivt beskrivende, argumenterende, instruerende og/eller forklarende skriftlige tekster. Eleverne skal i stigende grad kende til forskellige teksttyper og sproglige kendetegn.

Til arbejdet med faglige tekster kan man i undervisningen inddrage begrebskort og VØL-modellen eller udarbejde årsag-følge-kort. VØL-modellen er en strategi til læsning, som skal anvendes både før, under og efter læsningen. Bogstaverne står for: Det **V**ed jeg i forvejen. Det **Ø**nsker jeg at vide. Det har jeg **L**ært.

Figur 11: Eksempel på VØL-modellen

V	Ø	L
<p>Jeg ved, at koens unger hedder kalve.</p> <p>Det er et pattedyr.</p> <p>Kalven får mælk fra sin mors yver.</p> <p>Koen æder græs.</p> <p>Jeg ved også, at den har flere maver, men jeg ved ikke hvor mange, og hvad den bruger maverne til.</p>	<p>Det, jeg ønsker at vide er, hvor mange maver en ko har, og hvorfor den har flere maver end mig.</p> <p>Jeg vil også godt vide, hvor stor maven er.</p>	<p>Jeg har lært, at koen har fire maver. De hedder vom, netmave, bladmave og løbe.</p> <p>Der kan være 200 liter mad i vommen.</p> <p>Jeg har også lært, at koen er en drøvtygger, fordi den tygger maden mange gange. Den spiser ikke kun græs, men også planter.</p> <p>I vommen er der mavesaft og bakterier, som hjælper med at fordøje føden.</p> <p>Jeg lærte ikke, hvad der sker i de andre maver, og hvordan det hele hænger sammen, så det vil jeg gå videre med.</p>

8 Tilpasning af undervisning til elevernes forudsætninger

Der henvises til **kapitel 3** om bl.a. undervisningsdifferentiering.

9 Referencer

- Andersen, Frans Ørsted. 2017. *Motiverende undervisning*. Aarhus. Aarhus Universitetsforlag.
- Andersson, Björn. 2001. *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap*. Kalmar. Skolverket, Lenanders Tryckeri. URL: <http://stud.hsh.no/home/120967/skole/NA60/didaktikk/elevers%20tankande%20och%20skolans%20naturvetenskap.pdf>. Hentet: 13-05-2019.
- Bandura, Albert. 1999. A social cognitive theory of personality. I: *Handbook of personality*. 2nd ed. Ss. 154-196. Pervin, L. & John, O. (Ed.). New York. Guilford Publications.
- Dansk Center for Undervisningsmiljø. 2017. *Elevernes fællesskab og trivsel i skolen. Analyser af Den Nationale Trivselsmåling*. URL: <http://dcum.dk/media/2107/dcum-rapport-elevernes-trivsellow.pdf>. Hentet 14-05-2019.
- Deci, Richard M. og Ryan, Edvard L. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. I: *American Psychologist*. Vol. 55, No. 1, Ss. 68-78.
- Dohn, Niels Bonderup. 2014. *Motiverende og interesseskabende naturfagsundervisning*. URL: https://astra.dk/sites/default/files/Motiverende%20og%20interesseskabende%20naturfagsundervisning_NBD.pdf. Hentet: 13-05-2019.
- EVA. 2018. *Viden om undervisningsdifferentiering*. URL: <https://www.eva.dk/grundskole/undervisningsdifferentiering-grundskolen>. Hentet 13-05-2019.
- EVA. 2016. Temamagasin: *Motivation - sådan får eleverne lyst til at lære*. URL: <https://www.eva.dk/sites/eva/files/2017-08/Undervisning%20for%20alle%20motivation%202016%20magasin.pdf>. Hentet 13-05-2019.
- Hattie, John og Timperley, Helen. 2007. The power of feedback. I: *Review of educational research*. March 2007, vol. 77, No. 1. Ss. 81-112.
- Kinnerup, Lars Bo og Bech, Mette. 2019. Når læreren medtænker sproget i naturfag. I: *Geografisk Orientering*. 2019/2.
- Nielsen, Birgitte Lund. 2014. *Hverdagsforestillinger og naturfagsundervisning*. URL: <https://astra.dk/sites/default/files/Hverdagsforestillinger%20-%20Birgitte%20Lund%20Nielsen.pdf>. Hentet: 13-05-2019.
- Nielsen, Susanne Schnell. 2014. *Dialogen i naturfagsundervisningen*. URL: https://astra.dk/sites/default/files/Dialogen_i_Naturfagene_SS_0.pdf. Hentet 13-05-2019.
- Pless, Mette m.fl. 2015. *Unge motivation i udskolingen*. Aalborg. Aalborg Universitetsforlag.
- Prinds, Erik. 1999. *Rum til Læring*. Center for Teknologistøttet uddannelse.
- Rambøll og Aarhus Universitet. 2014. *Forskningskortlægning. Alsidig udvikling og sociale kompetencer*. URL: http://edu.au.dk/fileadmin/edu/Udgivelser/Clearinghouse/Ramboell/FORSKNINGSKORTLAEGNING_ALSIDIG_UDVIKLING.pdf. Hentet: 13-05-2019.
- Rådgivningsgruppen for Fælles Mål. 2018. *Formål og frihed - Fem pejlemærker for Fælles Mål i Folkeskolen*. URL: <https://uvm.dk/publikationer/2018/180620-formaal-og-frihed---fem-pejlemaerker-for-faelles-maal-i-folkeskolen>. Hentet: 13-05-2019.

SFI. 2015. *Inkluderende skolemiljøer*. URL: <https://www.vive.dk/da/udgivelser/inkluderende-skolemiljoeer-5507/>. Hentet: 13-05-2019.

Sigsgaard, A.-V. M. 2015. Semantisk tyngde og semantisk tæthed i demokratibegrebet. I: *Viden om literacy*. Nummer 18, september 2015.

Sillasen, Martin K. og Linderoth, Ulla H. 2016. *IBSE i fagteamet. Samarbejde om faglig udvikling*. URL: <https://astra.dk/sites/default/files/IBSE%20i%20fagteamet.pdf>. Hentet: 19-05-2019.

Tønnesvang, Jan. 2015. *Hvad er uddannelse til for? Kvalificeret selvbestemmelse som grundlag og retning for pædagogik og undervisning*. *Psyke & Logos*. 2015, 36, 28-66. URL: <https://tidsskrift.dk/psyke/article/download/23400/20441/>. Hentet: 19-05-2019.

Zimmermann, Barry J. 1990. Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview. I: *Self-Regulated Learning Educational Psychologist*. 25(1):3-17.

Natur/teknologi - Undervisningsvejledning

2019

Design: BGRAPHIC

Denne publikation kan ikke bestilles.
Der henvises til webudgaven.

Publikationen kan hentes på:

www.emu.dk

Børne- og Undervisningsministeriet
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet
Frederiksholms Kanal 26
1220 København K



BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET

