

Inddrag primærmaterialer i naturfagsprøven



Marianne Hald, University College Nordjylland.



Christina Frausing Binou, Astra – Nationalt Center for Læring i Natur, Teknik og Sundhed.

Abstract: *Til den fælles naturfagsprøve synes udfordringen at være at inddrage både biologi, geografi og fysik/kemi på en ligeværdig måde, især i det undersøgende arbejde. Artiklen foreslår inddragelse af såkaldte primærmaterialer. Primærmaterialer kendes fra eksaminer i biologi og geografi i læreruddannelsen og kan være en del af løsningen.*

“Når vi kommer hen til jer igen, vil vi gerne se jeres næste forsøg,” siger den ene eksaminator idet de to eksaminatorer og censor forlader de to elever og deres opstilling med udbrændte tændstikker i cirkelformation. Eleverne har med tændstikforsøget forklaret om kontrollerede og ukontrollerede kædereaktioner og derefter fortalt hvor i verden uran udvindes.

Trekløveret ankommer nu til næste sorte bordafsnit i fysik/kemilokalet hvor en tremandsgruppe venter. Her har eleverne linet op med trefod, bunsenbrænder og porcelænsskål idet eleverne arbejder med kulkraftværkers bidrag til klimaforandringer. Der bliver vist farveskift ved hjælp af CO₂-indikator, og der forklares om dannelsen af CO₂ ved forbrænding af kul ved hjælp af en molekylemodel. Eleverne supplerer med fortælling om hvordan planter optager CO₂ ved fotosyntese, som de også skriver formelen for. “Super, vi går nu videre til de næste, men når vi kommer tilbage, er det fint at I har jeres sidste forsøg klar.”

Den sidste elev modtager eksaminatorer og censor med en lille model af en vindmølle og en forsøgsopstilling af en generator, for han arbejder med vindenergi. Han viser og diskuterer generatorens opbygning ud fra opstillingen, hvorefter han fortæller hvor det er smart at opstille vindmøller, og at der kan opstå nye livsbetingelser for rurer, muslinger og den slags dyr ved havvindmøllers fundament.

Et scenarie med både kvaliteter og udfordringer

Scenariet ovenfor bygger på erfaringer fra den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi i 9. klasse i juni 2017 – og det rummer mange kvaliteter: Bag elevernes forsøgsopstillinger ligger relevante, fællesfaglige problemstillinger. Eleverne arbejder både undersøgende og modellerende, ligesom perspektivering til hvem der kan gøre hvad ved disse problemstillinger, bliver bragt i spil. Det ligger fint i tråd med vurderingskriterierne fra prøvebekendtgørelsen (se boks 1) som for de fleste grundskolers vedkommende var i brug for første gang i sommers da den nye fælles prøve havde premiere. Men scenariet viser også udfordringen ved den fælles prøve i en nøddeskal: at de fællesfaglige problemstillinger bliver belyst ved hjælp af *forsøg* fra fysik/kemi suppleret med *snak* fra biologi og geografi som perspektivering. Groft sagt, lidt forenklet – og sat på spidsen.

Eleven prøves i, hvor høj grad denne

- udviser kompetence inden for alle de naturfaglige kompetencer ved inddragelse af færdigheder og viden til at belyse den selvvalgte naturfaglige problemstilling,
- kan tilrettelægge, udføre og drage konklusioner af en eller flere naturfaglige undersøgelser, herunder ved brug af modeller og med relevante perspektiver,
- kan forklare og begrunde valg af praktiske undersøgelser og modeller,
- kan forklare sammenhænge mellem praktiske undersøgelser, modeller og naturfaglig teori med udgangspunkt i den selvvalgte naturfaglige problemstilling,
- kan argumentere for naturfaglige forhold og anvende relevant fagterminologi fra både fysik/kemi, biologi og geografi samt
- kan anvise og begrunde relevante handlemuligheder i forhold til den selvvalgte naturfaglige problemstilling.

Boks 1. *Vurderingskriterierne til den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2016).*

Idéen med naturfagsprøven er ikke at være en udvidet fysik/kemiprøve med et drys af biologi og geografi, hverken inden for det undersøgende, modellerende eller perspektiverende arbejde. De tre fag skal bringes i spil på meningsfulde måder når eleverne belyser deres problemstillinger ved hjælp af arbejdsspørgsmål de har formuleret, som eksemplarisk er uddybet i boks 2. Intentionen er altså en prøve hvor alle tre fag involveres. Derfor må der arbejdes hen imod at de tre fag spiller ligeværdigt sammen og bidrager med hver sine faglige vinkler – herunder undersøgende arbejde og de refleksioner det giver anledning til. Det er her vores forslag om at inddrage primærmaterialer kommer ind.

Eksempler på elevernes arbejdsspørgsmål med de tre fags vinkler

Arbejdsspørgsmål som eleverne formulerer i forbindelse med deres problemstilling, rummer somme tider ét fags vinkel, somme tider flere. Fx kan spørgsmålet *Hvilke områder i verden bliver hårdest ramt af klimaforandringer og hvorfor?* karakteriseres som geografifagligt, mens *Hvilke former for stråling forårsager kræft og hvorfor?* vil ligge inden for både biologi og fysik/kemis område.

Nogle af arbejdsspørgsmålene giver eleverne anledning til at arbejde undersøgende og modellerende

Fx kan et arbejdsspørgsmål om hvordan vaskepulver virker, resultere i undersøgende arbejde med tøjvask med vaskepulver med og uden enzymer samt modellerende arbejde i form af en illustration med legoklodser af hvordan enzymet er opbygget af aminosyrer.

Andre arbejdsspørgsmål foranlediger eleverne til at perspektivere

Fx trækkes de store linjer om robotters betydning for mennesker op ved at belyse push- og pullfaktorer.

Boks 2. Eksempler på arbejdsspørgsmål fra prøven i juni 2017.

Primærmaterialer: Mere end ord på bordet

I læreruddannelsen inddrager man det der kaldes primærmaterialer, samt opstillinger med udgangspunkt i undersøgende arbejde til eksamen i både geografi, biologi og natur/teknologi. Til biologieksamen vil en studerende fx medbringe et akvarie med smådyr og lave en forsøgsoptstilling der skal vise hvordan vandløbet finder sin vej gennem landskabet og tager finere materiale med på sin vej. En anden studerende er oppe i evolution og viser med udstoppede dyr og en evolutionsdug både arternes overordnede udvikling og de enkelte arters tilpasning. En tredje studerende er oppe i proteinsyntesen og har medbragt en skrøbelig model af en DNA-streng der er fremstillet i hendes praktikperiode med 9. klasse.

I alle tre tilfælde sker der noget magisk når vi samles omkring det primære materiale. Den studerendes fortælling bliver mere konkret, fri af talekort og optaget af at forklare hvad vi ser. Eksaminator og censor stiller spørgsmål der ligesom i fysik/kemi tager konkret udgangspunkt i det vi ser. Vi kan pege på og spørge til kernefaglighed, altså sammenhænge som materialet hjælper til at forklare. Hvordan sker det? Hvorfor? I hvilken sammenhæng tror du ...? Hver gang opstår en nærværende og frugtbar samtale med den studerende.

I geografi og biologi indsamler vi ofte materiale, hvorefter vi opstiller forsøg der sammenligner forskellige abiotiske og biotiske faktorer, fx som spiringsforsøg eller

jordbundsundersøgelser. Målet er at sammenligne data og diskutere forklaringer. Desuden perspektiveres til menneskelige påvirkninger af naturgrundlaget. Men selvom materialer, forsøg og modeller er anderledes end i fysik/kemi, så har de helt samme afgørende betydning for nærvær, anledning til produktive spørgsmål og refleksion som en central del af eksaminationen.

Formål med primærmaterialer

Når vi foreslår brug af primærmateriale i grundskolens naturfag, har det til formål at skabe dialog og faglig refleksion med udgangspunkt i genstande, opstillinger og modeller. Det primære materiale kan give anledning til produktive spørgsmål og hjælpe til at reflektere over sammenhængen mellem faglig viden og dens anvendelse i verden uden for skolen.

To slags primærmaterialer

Primærmateriale kan inddeles i to overordnede kategorier der dog tit overlapper noget:

Direkte primærmaterialer forstået som genstande vi kan finde i omgivelserne – både hverdagsgenstande og "faglokalegenstande". Disse primærmaterialer anvendes som en indgang til elevens undersøgende og/eller modellerende arbejde, fx: Et kort over Samsø. Et litium-ion-batteri fra en mobiltelefon. En mælkebøtte med top og rod. Se flere eksempler i skema 2 og 3.

Konkrete opstillinger og modeller som er udviklet gennem elevernes undersøgende og modellerende arbejde. 'Konkret' forstået som fysiske produkter, opstillinger og modeller der både kan være to- og tredimensionelle, ligesom de både kan være elevproducerede eller købte, fx: DNA-streng lavet af farvede ispinde eller købt plastikmodel. Tegning af rodzoneanlæg og hertil spand med pil fra rodzoneanlæggets ene fase. Sol/Jord/Måne-systemet enten i form af købt tellurium eller opstilling med lyskilde og bolde som himmellegemerne. Se flere eksempler i skema 2 og 3.

Boks 3. *Forfatternes forståelse af primærmaterialer i to kategorier samt enkelte eksempler derpå.*

To problematikker viser sig

Ved den fælles prøve i sommeren 2017 på alle landets skoler samt året før da den fælles prøve på frivillig basis blev gennemført på ca. 150 skoler i landet, har der formentlig været gode eksempler på at de tre naturfag har spillet sammen og er kommet til udtryk på meningsfulde måder. Det har artiklens ene forfatter erfaret som beskikket

censor på fire skoler i tre landsdele over de to år. Men to problematikker har også manifesteret sig i egne og censorkollegeres erfaringer:

- 1) Hovedrolle-birolle-fordelingen mellem fysik/kemi på den ene side og biologi og geografi på den anden
- 2) En tendens til at undersøgelser kommer til udtryk som *forsøg* – med overrepræsentation af traditionsrige opstillinger i fysik/kemifaget.

Indtrykket af de to problematikker kan bekræftes af observationer fra nogle skolars frivillige gennemførelse af prøven i 2016 som blev fremlagt på NFSUN-konferencen i Trondheim i juni 2017. Dette indtil videre upublicerede studie italesætter at man observerede "*klassiske fysik og kemi forsøg og flest af dem (...) Få egentlige bio-forsøg (...) Lidt geologi (fx den kemiske vulkan)*" (Daugbjerg et al., 2017). Om de to skitserede problematikker vil være at genfinde i den egentlige evaluering af den fælles prøve som er foranlediget af Undervisningsministeriet, ledet af Rambøll Consulting og pågår i 2017-2021, vil vise sig.

Fysik/kemi på hjemmebane – biologi og geografi er gæsterne

Den første problematik bygger egentlig på en succes: Der er en tradition for praktisk-mundtlig prøve i fysik/kemi. Derfor har fysik/kemilærerne et forspring som kan give sig til udtryk ved at netop de fører an som eksaminatorer ved den fælles naturfagsprøve – de har rutinen. Derudover foregår prøven i fysik/kemilokalet hvor der er understyr, udsugning osv. Yderligere er der selve prøveafviklingen: De to timer med rotation mellem op til seks elever, mulighed for gruppearbejder og andre praktikaliteter foregår i en form for videreførelse af den tradition fysik/kemi har haft siden 1987 (Norriild, 2017). Alt i alt har fysik/kemilærerne en hjemmebanefordel, mens praktisk-mundtlig prøve er en ny situation for biologi- og geografilærerne.

Undersøgende arbejde er mere end forsøg

Den anden problematik drejer sig om karakteren af det undersøgende arbejde der som illustreret i scenariet i artiklens begyndelse let bliver synonymt med *forsøg*. Vi vil gerne slå til lyd for et bredere syn på det undersøgende arbejde der indgår i prøven – fra både biologi, fysik/kemi og geografis fagtradition idet vi læner os op ad det britiske National Research Council, som fremlagt af Wynne Harlen i MONA i 2011 (Harlen, 2011):

“Undersøgelse er en mangeartet aktivitet der involverer at foretage observationer, stille spørgsmål, undersøge bøger og andre kilder til oplysninger for at se hvad der allerede vides, at planlægge undersøgelser, gennemgå hvad der allerede vides, i lyset af eksperimentel

evidens, anvende værktøjer til at indsamle, analysere og fortolke data, foreslå svar, forklaringer og forudsigelser og formidle resultaterne. Undersøgelse fordrer identifikation af antagelser, brug af kritisk og logisk tænkning og inddragelse af alternative forklaringer. (National Research Council, 1996, s. 23)”

Betydningen ovenfor er bred nok til at rumme elevernes udførelse af forsøg, men viser samtidig at det undersøgende arbejde er mere end det. Hvis vi dertil lægger Robin Millar, Jean-François Le Maréchal & Andrée Tiberghiens definition af praktisk arbejde i naturfag, “... *handling or observing real objects or materials...*” (Millar et al., 1999), matcher det ret godt vores forslag om at inddrage primærmaterialer.

Primærmaterialer kan være med til at dæmme op for problematikkerne

I forhold til begge de skitserede problematikker kan inddragelse af primærmateriale være et skridt i retning af en praksis der matcher formålene for naturfagene og vurderingskriterierne til prøven.

Primærmaterialer ansporer til undersøgelser på fagenes egne præmisser

Grundskolens tre udskolingsnaturfag har både særkender og fælles gods. For at favne de tre fags forskellighed er det nødvendigt at inddrage de forskellige typer primærmaterialer som er knyttet til hvert fags særlige genstandsfelter. Fagenes formål slår enslydende for biologi og fysik/kemi fast at elevernes læring “... *baseres på varierede arbejdsformer, som i vidt omfang bygger på deres egne iagttagelser og undersøgelser, bl.a. ved laboratorie- og feltarbejde*” (EMU, 2017 a og b). En lille variant lyder for geografi “... *ved feltarbejde og brug af geografiske kilder*” (EMU, 2017 c). Et kig i læseplanerne for de tre fag giver også et langt mere nuanceret billede af hvad målene for fagene kan manifestere sig i af undersøgelser – se skema 1.

Eksempler på arbejdsmetoder i det undersøgende arbejde		
Biologisk læseplan	Fysik/kemis læseplan	Geografisk læseplan
Dissektion	Destillering	Indsamling af: bjergarter, talmateriale og data om den globale fødevareforsyning
Dyrkningsforsøg	Elektrolyse	Kort- og billedlæsning
Fysiologiske forsøg	Måling og opsamling af data	Registrering af: arealanvendelse og erhvervsfordeling
Fysisk-kemiske målinger	Spektralanalyse	Sammenligning af landskabsformer
Indsamling af dyr og planter	Titring	Udføre: interviews og spørgeskemaundersøgelser
Observation, bl.a. gennem stereolup og mikroskop		Vejrmålinger
Eksempler på genstandsfelter for undersøgelser		
Abiotiske og biotiske faktorer	Elektriske kredsløb	Det danske landskab (gennem feltarbejde og kort)
Celletyper	Gæringsprocesser	Det danske vejr (vind, nedbør m.m.)
Dyrs og planters tilpasning	Ioniserende stråling fra forskellige kilder	Forbrugsvarens vej
Fotosyntese og respiration	Lydbølger	Istidslandskaber
Kroppens fysiologi (fx puls og lungekapacitet)	Målinger af: temperatur, tryk, bevægelser m.m.	Jordtyper
Varedeklarationer	Simpel programmering	Multinationale virksomheder

Skema 1. Eksempler på undersøgelser og genstandsfelter for undersøgelser fra de respektive tre naturfag i udskolingen i grundskolen som de fremgår af læseplanerne (EMU a, b og c).

Mere brug af primærmaterialer er altså i tråd med fagformål og læseplaner for naturfagene. Vores ærinde er ikke at indlægge et benspænd for den fællesfaglige naturfagsundervisning. Det skal alene forstås som en hjælp til at udfolde samtaler om elevernes arbejde på en måde så alle tre naturfag indgår på en ligeværdig måde i den fælles prøve.

Eksempler på primærmaterialer i grundskolens naturfag

Vi har udviklet disse eksempler med relevans for grundskolens naturfag (se skema 2 og 3), der ingenlunde skal forstås som udtømmende lister, men som et forslag til videre drøftelse:

Geografi	
Direkte primærmateriale	Kortmateriale, kompas, cirkeldiagrammer med erhvervsfordeling i U-land og i Danmark, globus, hydrotermfigurer, jordprøver, klimakort, lokalplaner fra skolens nærområde, befolkningspyramider mv.
Konkrete opstillinger og modeller	Solen, Månen og Jordens bevægelser, købt model eller egen opstilling Landskabsprofil udført i flamingo, pap eller 3D Samling af sten fra lokalt område Jordbundsundersøgelser, fugtighed, kornstørrelser, gennemsvining mv. Opstilling med jordlag og smeltevand, der viser landskabsdannelse osv.
Biologi	
Direkte primærmateriale	Planter med top og rod, kokasse, udstoppede eller levende dyr, fødevarer med varedeklorationer mv.
Konkrete opstillinger og modeller	Spiringsforsøg med vårbyg, hvor abiotiske faktorer varieres Akvarie med søvand, smådyr og planter Mikroskop der viser gærcellers deling eller læbeceller på tulipanblade Mitose illustreret med nåle og snore i forskellige farver eller andre materialer Respirationsforsøg med vandpest Affaldssorteringsmodel på voksdug inddelt i felter med tilhørende affald

Fysik/kemi	
Direkte primærmateriale	Litium-ion-batteri fra mobiltelefon, fødevarer og kemikalier fra hjemmet, Raspberry Pi computerkort med tilhørende barometermodul, prismer mv.
Konkrete opstillinger og modeller	<p>Tegning af rodzoneanlæg og hertil spand med pil fra rodzoneanlæggets ene fase</p> <p>Molekylemodeller</p> <p>Planche over biogasanlæg og opstilling med generator fra anlæggets ene fase</p> <p>Vindmøllevinge udført i papmaché</p> <p>Resultat fra afbrænding og bestemmelse af forskellige plastmaterialer</p> <p>Affaldstrekanten</p> <p>Tegnet model af kernekraftværk</p> <p>Traditionelle forsøgsopstillinger til syre/base-titrering</p> <p>Opstilling med Geiger-Müller-rør og dataopsamlingsudstyr til måling af radioaktiv stråling</p>

Skema 2. *Eksempler på primærmaterialer inddelt efter biologi, fysik/kemi eller geografi. For flere af primærmaterialernes vedkommende kunne de lige så godt være placeret under to eller alle tre fag. Dette illustrerer også pointen: Materialerne fra verden uden for skolen er ofte "fællesfaglige" i deres natur.*

Nedenfor ses vores eksempler på primærmaterialer inden for tre fællesfaglige temaer. Med fed skrifttype angives et fagligt fokus, og med almindelig skrift det tilhørende primærmateriale:

Rent drikkevand		
Biologi	Fysik/kemi	Geografi
<p>Dyrkningsforsøg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spirede korn under forskellige vækstforhold <p>Vandkvalitetsbestemmelse i vandløb eller sø</p> <ul style="list-style-type: none"> • Akvarie med søvand og smådyr <p>Rensningsanlæg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forsøgsopstilling og model 	<p>Fælles: Vandets kredsløb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Model over vandets kredsløb, herunder indvinding af grundvand, forbrug og spildevand <p>Atomernes opbygning</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atommodeller • Grundstoffernes periodesystem <p>Stoffers kredsløb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modeller af carbons og nitrogens stofkredsløb 	<p>Næringsioner og udvaskning</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantegødning • Lerjord, sand, småsten, grus • Opstilling for filtrering af jord og gennemsivningshastighed • Kort over jordbund i DK Satellitfotos <p>Befolkningstæthed, adgang til drikkevand, økonomi til at løfte opgaven</p> <ul style="list-style-type: none"> • Befolkningspyramide • Statistik over befolkningens levevilkår
Fødevarerproduktion og menneskers sundhed		
<p>Kroppens brug af næringsstoffer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Data fra forsøg med kulstofbrænding Konditionstest • Blodsuktermåling <p>Teknologiens betydning for øget produktion og proteinindhold, bl.a. forædling og gensplejsning</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medbringe: Soya, majs og korn 	<p>Næringsstoffers opbygning</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kemiske formler • Tests ved at tilsætte bestemte stoffer for at påvise om der er stivelse eller fedt i opløsningen 	<p>Fødevarer tilgængelighed forskellige steder i verden, herunder energi- og proteinbehovsdækning hos børn i den tredje verden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retter fra forskellige dele af verden med "varedeklaration" for ernæringsindhold

Strålings indvirkning på levende organismers levevilkår		
<p>Beståede frøs evne til at danne klorofyl</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spirede frø – både beståede og ikke-bestråede <p>Mutation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modeller af DNA <p>Alfa-, beta- og gammastrålingens påvirkning af kroppen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jod og beskyttelseskitler 	<p>Solcremer som beskyttelse mod ultraviolet lys</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solcreme, solfiltre og uv-lampe. <p>Ultraviolet stråling og radioaktiv stråling</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radioaktive kilder, forsøgsopstilling samt UV-lampe <p>Atomkraft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radioaktive kilder, GM-rør, generator og turbine 	<p>Pigmentdannelse – forskelligt for mennesker rundt i verden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kortmateriale over fx hudkræfttilfældes fordeling i verden <p>Ozonlag og atmosfærens tykkelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Figurer med illustrationer <p>Radioaktiv stråling fra steder i verden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forskellige bjergarter samt kort over radioaktiv stråling <p>Energiproduktion ved atomkraft – fordelt i verden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kortmateriale over lande der producerer atomkraft

Skema 3. En bruttoliste af eksempler på primærmateriale for de valgte temaer. Hvilke primærmaterialer der skal med, kommer an på den konkrete problemstilling og de arbejdsspørgsmål som eleverne har formuleret.

Primærmaterialer som genvej til dialog

Primærmaterialer kan danne gode udgangspunkter for dialogen omkring det naturfaglige indhold. Et akvarie med smådyr fra et vandløb giver anledning til at tale om både abiotiske og biotiske faktorer og deres helt konkrete sammenhænge. Arternes iltoptagelse og modeller for og vurdering af vandkvalitet bliver en naturlig del af samtalen. Tilsvarende vil et kortmateriale der viser landskabets udvikling i lokalområdet, ændret bebyggelse og anlagte veje, vandløbs udretning og opdyrkede arealer, give anledning til refleksioner over den menneskelige påvirkning og interessemodsætninger i området. For fysik/kemis vedkommende kan en opstilling med en turbine, generator, ledninger og en pære være udgangspunktet for en diskussion af opstemning af vandløb og udnyttelse af vandkraft. Se yderligere eksempler i skema 2 og 3.

Primærmaterialer er altså "noget at knytte sine ord til" og dermed gode udgangspunkter for såkaldt produktive spørgsmål som Jos Elstgeest anbefaler naturfagslærere at øve sig i at stille:

“Et godt spørgsmål er et stimulerende spørgsmål, der opfordrer til at se nærmere på problemet, at udføre et eksperiment og skaffe sig ny erfaring. Det rigtige spørgsmål peger selv hen i den retning, hvor svaret skal findes: I de konkrete objekter eller fænomener, børnene studerer” (Elstgeest, 2014).

Også Sheila Jelly pointerer potentialet i at give eleverne erfaringer med fænomener og materialer som de kan stille gode spørgsmål ud fra – og dermed generere gode svar på (Jelly, 2014). Herved betones den rolle det undersøgende arbejde også ifølge Millar et al. har, ved at danne forbindelse mellem to “domæner”: “*Domain of real objects and observable things*” på den ene side og “*domain of ideas*” på den anden (Millar et al., 1999). Således og i tråd med et socialkonstruktivistisk syn på læring kan primærmaterialer være en genvej eller anledning til spørgsmål som afsæt for undersøgelse og læring.

På vej mod en ny, fælles fagtradition?

Vi foreslår således at naturfagslærerne udøver en bred forståelse af det undersøgende og modellerende arbejde i naturfagene, og vi anskueliggør hvordan inddragelsen af primærmaterialer fra alle fag vil være en hjælp til udvidelse af grundlaget for elev-refleksion under den fælles prøve.

Primærmaterialer indgår i læreruddannelsen, så nyere uddannede naturfagslærere kender allerede begrebet, og det giver i vores optik god mening at introducere det i grundskolen i alle naturfag. Vi foreslår altså anvendelsen af primærmateriale som et bidrag til den fælles fagtradition.¹

Primærmaterialer skal bidrage til at udvikle, skærpe og nuancere elevernes indsigt i de naturfaglige temaer fra fagenes forskellige perspektiver og derved bringe naturfagene i en endnu bedre sammenhæng. Primærmaterialerne kan desuden bidrage til at bygge bro mellem skolenaturfag og hverdagsliv.

At inddrage primærmateriale fra alle tre fag til prøven har implikationer for undervisningen frem mod prøven. I undervisningen vil eleverne skulle introduceres til undersøgelsesmetoder der giver dem lejlighed til at få erfaringer med forskellige primærmaterialer. Det vil i undervisnings- såvel som i prøvesituationen give gode anledninger til at øve argumentation, kommunikation og perspektivering der alle er dele af elevernes naturfaglige kompetence. Et bredt undersøgelses- og modellerings-repertoire anvendt i undervisningen vil smitte af på elevernes præstationer til prøven,

¹ For at følge dette forslag til dørs bringes en forkortet artikel beslægtet med denne aktuelle analyse i grundskolens naturfaglige foreningers blade hen over efteråret 2017. Det drejer sig om Biologiforeningens, Danmarks Fysik- og Kemilærerforenings og Geografforbundets blade, hhv. Kasket, Fysik – Kemi og Geografisk Orientering.

og primærmaterialer vil i prøvesituationen kunne danne grundlag for den dialog der er så væsentlig for at kunne *vurdere* elevernes naturfaglige kompetence.

Vision for fremtiden

Vi kunne godt drømme om at dette scenarie udspillede sig ved prøven i juni 2018: *“Når vi kommer tilbage, vil vi gerne opleve jeres næste undersøgelse ...”*; og ud over transistorer, transformere og tyngdeaccelerationsforsøg ser vi elever der medbringer tulipanblade under mikroskop, fotosynteseforsøg, vandprøver fra det lokale kildevæld, en kokasse, jordprofiler, fremskredne komposteringsforsøg osv.

Uden i øvrigt at sammenligne naturfagsprøven med den letfordøjelige journalistiske genre morgen-tvs tv-køkken vil vi alligevel bringe denne analogi: Når tv-kokken tilbereder fiskepinde, ser vi hende lige filetere fisken, og det kan give anledning til at morgenværten spørger: *“Nå, du skærer ned langs rygsøjlen først – hvorfor gør du det?”* På samme måde har eleverne kompost i forskellige nedbrydningstrin med når de fortæller om nedbrydning af organisk materiale, så alle parter kan observere forrådnelsesprocesserne – med mere end én sans! Det kan give afsæt for en dialog om hvad der lugter af nu, og hvad der kunne lugte af hvis processen foregik iltfrit, og måske udbryder censor: *“Hvordan ser det ud, hvis vi kigger på det under stereoluppen?”* På bordet ligger også en jordprofil, og i et bægerglas har eleven lavet en opslemning af jord i vand til måling af jordens pH-værdi med pH-meter hvilket giver anledning til at eleven forklarer hvad der kendetegner en syre. På den måde giver primærmateriale anledning til at mere end ordet kommer på bordet. Journalistikkens princip “show – don’t tell” bliver til naturfags “show and tell”.

Referencer

- Daugbjerg, P.S., Krogh, L.B. & Ormstrup, C. (2017). *Evaluering af ny tværfaglighed i naturfagene*. Præsentation ved Nordisk Forskersymposium om Undervisning i Naturfag (NFSUN) i Trondheim, juni 2017.
- Elstgeest, J. (2014). De rigtige spørgsmål på det rigtige tidspunkt. I: Tougaard, S. & Kofod, L.H. (red.), *Metoder i naturfag – en antologi*, 2. udgave. København: Experimentarium.
- EMUa (2017). Undervisningsministeriet: Fagformål, Fælles Mål og læseplan for biologi. Lokaliseret 1.9.2017 på <http://www.emu.dk/modul/biologi-m%C3%A5l-1%C3%A6seplan-og-vejledning>.
- EMUb (2017). Undervisningsministeriet: Fagformål, Fælles Mål og læseplan for fysik/kemi. Lokaliseret 1.9.2017 på <http://www.emu.dk/modul/fysikkemi-m%C3%A5l-1%C3%A6seplan-og-vejledning>.

- EMUc (2017). Undervisningsministeriet: Fagformål, Fælles Mål og læseplan for geografi. Lokaliseret 1.9.2017 på <http://www.emu.dk/modul/geografi-m%C3%A5l-l%C3%A6seplan-og-vejledning>.
- Harlen, W. (2011). *Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning*. Matematik- og Naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere (3). Lokaliseret 1.9.2017 på <http://www.ind.ku.dk/mona/2011/MONA-2011-3-WynneHarlen.pdf>.
- Jelly, S. (2014). Elevspørgsmål i naturfag. I: Tougaard, S. & Kofod, L.H. (red.), *Metoder i naturfag – en antologi*, 2. udgave. København: Experimentarium.
- Millar, R., Le Maréchal, J.-F. & Tiberghien, A. (1999). 'Mapping' the domain i *Practical Work in Science Education: Recent Research Studies*. Roskilde: Roskilde University Press.
- Norrild, P. (2017). Styringsmekanismer for naturfagene. I: Norrild, P. & Sillasen, M.K. (red.), *Fysik/kemididaktik Læring og undervisning*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (2016). *BEK nr 1132 af 25/08/2016*. Lokaliseret 26.8.2017 på <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=183762>.