

NATURFAG

Leder: Merethe Frøyland	02
DYBDELÆRING	04
Hva er dybdelæring?	06
MOTIVASJON OG TILPASNING	10
Motivasjon i naturfag	12
Elevens syn på egne muligheter har betydning	16
Motivasjon og tilpasset opplæring for elever med stort læringspotensial	20
Aktivere og kartlegge forkunnskaper	24
RELEVANS OG KONTEKST	28
Undervisning for naturfaglig kapital: Hva har elevene dine i ryggsekken?	30
Fra boller og refleksest til læring	34
Yrkeretting av naturfag	38
PROGRESJON OG VURDERING	40
Vurdering – begrepsavklaring og rammevilkår	42
Undervisvurdering – et innblikk	44
Planlegging av undervisning med vekt på undervisvurdering	46
Gjer tenkinga til elevene synleg!	50
Progresjon i naturfag: Hva og hvordan?	54
Eksempel på progresjonstabell	57
SPRÅK OG KOMMUNIKASJON	60
Språket er en nøkkel til å lære naturfag	62
Å legge til rette for naturfaglege samtaler	66
Elevsamtaler som skaper faglig læring	70
Argumentasjon – sentralt for kritisk og naturvitenskapelig tenkning	72
Å kommunisere med modellar	76
UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER	80
Utforskende undervisning og arbeidsmåter – en introduksjon	82
Elever på vei mot forståelse – hvordan kan det se ut?	86
Utforskende arbeidsmåter: Fra gjøring til læring	90
Valgfrihet i utforskende forsøk	96
Å stille spørsmål som drivkraft i utforskende aktiviteter	98
Tekster kan støtte utforskende arbeid	102
Fremtiden er i klasserommet ditt! Kritisk tenkning i arbeid med bærekraftig utvikling	104
5E-modellen i utforskende undervisning	108
Bokomtaler	112

LEDER

Merethe Frøyland



NATURFAG

Utgitt av
Naturfagsenteret
Nasjonalt senter for
naturfag i opplæringen

Nummer 1/2018

Ansvarlig redaktør
Merethe Frøyland

Redaktør
Aud Ragnhild Skår

Redaksjon
Majken Korsager
Merethe Frøyland
Aud Ragnhild Skår

Layout
Aud Ragnhild Skår

Adresse
Postboks 1106 Blindern, 0317 Oslo

Telefon og e-post
22 85 53 37
post@naturfagsenteret.no

Trykkeri
07

Forsidefoto
pixabay.com

Opplag 6300
ISSN 1504-4564

Kopiering fritt til skolebruk når ikke
annet er spesifisert, men
forbudt i kommersiell sammenheng.

Abonnement er gratis.
Send e-post til post@naturfagsenteret.no

Naturfag finner du i PDF på
naturfagsenteret.no/naturfag

Vi ønsker oss et naturfag som inspirerer, som gir mestring og som rommer verktøy barn og unge kan bruke til å forklare, diskutere, finne løsninger og undre seg over verden de er en del av. Derfor ønsker vi oss naturfagtimer som utfordrer elevene til å tenke selv, til å diskutere med hverandre, koble ny kunnskap med eksisterende kunnskap og øve seg på å bruke kunnskap. For på den måten kan elevene utvikle og utvide sin forståelse, og bygge det Meld. St. 28 etterlyser for framtidens skole, kompetanser for det 21. århundre.

Men hvordan ser en slik undervisning ut? Hva er kjernen i *god naturfagundervisning*? Det har vi på Naturfagsenteret jobbet med i flere år, og i denne utgangen av Naturfag har vi oppsummert noen perspektiver vi mener er sentrale. Basert på forskning, litteratur og egen erfaring i møte med lærere og elever over hele landet har vi kommet fram til noen punkter som vi mener er *kjernen i god naturfagundervisning*.

Målet med en slik undervisning er at elevene kan overføre kunnskap fra en situasjon til en annen og forstå komplekse sammenhenger. Veien dit er motivasjon og dybdelæring for elevene. For læreren er det viktig å reflektere over følgende:

- **Motivasjon og tilpasning:** Å motivere alle elever og bygge troen på at de kan, er nøkkelen til læring. For å opprettholde motivasjonen er det viktig å tilpasse undervisningen slik at alle elever opplever mestring og utfordring.
- **Relevans og kontekst:** Temaet i naturfagundervisningen må settes inn i en kontekst slik at det oppleves relevant for elevene. Det kan gjøres i klasserommet eller i det utvidete klasserommet ved å ta elevene med ut i naturen, til lokalbedriften eller museet.
- **Progresjon og vurdering:** For at undervisningen skal være målrettet, er progresjon og vurdering viktige verktøy. Første steg er å definere målet med undervisningen, deretter finne ut hva elevene kan om temaet fra før og så legge opp et løp fram til målet. Underveis må læreren gjennomføre vurderinger for å kartlegge elevenes progresjon mot målet.
- **Språk og kommunikasjon:** For å kunne lære naturfag er språket helt avgjørende. Her er det viktig hvordan vi snakker sammen og ikke minst hvordan elevene får anledning til å snakke naturfagspråket.
- **Utforskende arbeidsmåter:** Kvaliteten på læringsaktivitetene er også helt avgjørende for elevenes dybdelæring. Det handler både om hva aktivitetene får elevene til å gjøre og hvordan de er satt sammen over tid. Det handler om å gi elevene et oppdrag eller et spørsmål som de skal løse gjennom å samle inn data, analysere og argumen-

LEDER

tere for hva dataene forteller, presentere, diskutere og sammenligne data med andre. Dette kalles utforskende arbeidsmåter, og minner om hvordan naturvitere jobber. Dersom elevene jobber utforskende, får de bearbeidet ny kunnskap samtidig som de får erfaring med naturfagets egenart.

Til sammen utgjør disse punktene det vi kaller utforskende undervisning som viser seg å gi godt læringsutbytte (les mer på side 82) og motiverte elever (les mer på side 12). Basert på disse kjernepunktene har vi på Naturfagsenteret utviklet utforskende undervisningsopplegg som ligger på naturfag.no/utforskende. Ett av dem heter *Elektrisitet* (se naturfag.no/elektrisitet) og ble blant annet testet ut av en 6. klasse. Læreren startet med å gi elevene et oppdrag:

Som lærlinger får dere et oppdrag: Dere skal ta fagbrev som modellhuselektrikere. Med dette fagbrevet kan dere ikke jobbe som vanlige elektrikere etterpå, men som modellhuselektrikere.

Elevene jobbet seg gjennom 12 økter, der de studerte lamper og pærer, utforsket hvilke deler som jobber sammen i en strømkrets, fant ut hvordan en bryter virker og la et elektrisk anlegg i et modellhus, for å nevne noe. La oss høre hvordan læreren opplevde dette:

Hei dere – jeg må bare fortelle om magiske øyeblikk med realfag:) 6. trinn hadde sin første undervisning om elektrisitet i slutten av oktober, og har siden jobbet jevnt og trutt med dette. Vi har fulgt alle trinnene, og vi har brukt mye lengre tid en oppsatt. Dette for å virkelig kalle det utforskning, og ikke bare undervisning i «gjør slik og sånn». Fra det magiske øyeblikket da den første lypæren lyste til i dag – hvor vi la det elektriske anlegget inn i modellrommene og monterte to lamper, har på mange måter vært en læringsreise for meg. Til tider har det vært tungt å stå i et prosjekt så lenge, og klasserommet har vært, og er enda, overfylt av pappesker og stæsj (takk til tålmodige kolleger!). Man kan bli sliten, lei og frustrert av sånt. Men ... vi, både elevene og jeg, har holdt ut. Og i dag fikk vi betalingen: magisk!

Jeg hadde satt av hele dagen slik at hele trinnet skulle jobbe med modellrommene – vi tegnet koblingsskjema på eskene, tilpasset utstyret og begynte så smått monteringen før lunsj. Etter lunsj tok vi Kahooten som ligger ute på naturfagssidene – ENORM stemning (alle kunne jo alt!) og vi måtte ta den to runder før elevene var fornøyd. Så fortsatte monteringen av det elektriske anlegget og lampene. De to siste lampene lyste et kvarter før vi avsluttet skoledagen. 45 elever har jobbet i hele dag – uten klaging, med høy motivasjon og en enorm innsats! Neste uke kommer det elektriker for å godkjenne koblingene, vi skal ha teoretisk eksamen og det hele toppes med utdeling av fagbrev (rektor står for dette) med foresatte tilstede.

ALLE elevene kan nå koble etter koblingsskjema, ALLE elevene bruker terminologien til en elektriker (isolering, koblinger, koblingsboks, bryter, strømkilde (ingen sier batteri lengre), de vet absolutt forskjell på gode og dårlige koblinger og de klarer å feilsøke på en god måte når ting ikke fungerer. Jeg renner over av stolthet!

Det er ingen tvil, her har både lærer og elever opplevd mestring og forståelse. En elev sa: *Det var kjempegøy og veldig annerledes, og en far som overvar overrekkelsen av fagbrev sa: Dette kommer de til å huske resten av sitt liv.* Det er ikke sikkert at alle naturfagtimestene kan være slik, men tenk om alle elever kan få noen slike opplevelser i løpet av de ti årene grunnskolen varer. Det er i alle fall det vi ønsker med dette nummeret og med de utforskende undervisningsoppleggene vi har utviklet på naturfag.no.

Jeg håper du blir inspirert.
Lykke til!

DYBDELÆRING

Målet med naturfagundervisning er at elevene kan overføre kunnskap fra en situasjon til en annen og forstå komplekse sammenhenger. Veien dit er motivasjon og dybdelæring for elevene.

DYBDELÆRING

Hva er dybdelæring?

Ludvigsenutvalget fikk i oppdrag å vurdere innholdet i fagene i grunnskolen opp mot krav til kompetanse i et framtidig samfunns- og arbeidsliv.¹ Som resultat av faggjennomgangen konkluderte utvalget med at innholdet i skolen er for omfattende og fragmentert. Dette gjelder også for naturfag. I engelskspråklig litteratur har skolens naturfagundervisning blitt karakterisert som «a mile wide and an inch deep». For å bedre læringsutbyttet anbefalte Ludvigsenutvalget at skolen heller bør konsentrere seg om dybdelæring i noen sentrale og grunnleggende byggesteiner i fagene.² Men hva innebærer dybdelæring og hva betyr det for naturfaget i norsk skole?

Dybdelæring betyr at elevene gradvis og over tid utvikler sin forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fag. Elevenes læringsutbytte øker når de gjennom dybdelæring utvikler en helhetlig forståelse av fag og ser sammenhenger mellom fag, samt greier å anvende det de har lært til å løse problemer og oppgaver i nye sammenhenger.³

Overflatelæring karakteriseres av at elevene jobber med ny kunnskap uten å koble det til hva de kan fra før, fakta og prosedyrer memoreres uten refleksjon og forståelse og elevene har problemer med å overføre eksempler til nye oppgaver. Dybdelæring har fokus på sammenhenger mellom begreper og mellom ny kunnskap og elevenes forkunnskaper. Elevene er aktive i egen læringsprosess, bruker relevante læringsstrategier og reflekterer over egen læring. Prosessen fra overflatelæring til dybdelæring kan betraktes som en progresjon fra nybegynner til ekspert. Kunnskapen til en nybegynner kan karakteriseres som overflatekunnskap som gradvis utvikles mot den dybdekunnskapen som kjennetegner en ekspert.

Begrepet dybdelæring har bakgrunn i kognitiv og psykologisk utdanningsforskning om hvordan elever lærer. Læringsforskningen har over flere tiår fremmet språk og sosial samhandling som avgjørende for læring. Læring foregår ikke i isolasjon, men i samhandling med andre gjennom bruk av språk. Dybdelæring forutsetter at elever forstår hvordan kunnskap blir til gjennom dialog, noe som

krever at de lærer å være kritiske og kan vurdere logikken i et argument.

Dybdelæring er ikke noe nytt for norske lærere. Det har lenge vært kjent at læring krever mer enn det å huske fakta uten å reflektere over formålet eller egne læringsstrategier. Ludvigsenutvalgets rapport om fremtidens skole har bidratt til et forsterket fokus på dybdelæring.

En lærende hjerne

En overordnet oppgave for hjernen er å skape orden og forutsigbarhet i vår tilværelse og gi oss kontroll over oss selv og våre omgivelser.⁴ Fra vi fødes må vi forholde oss til en overveldende flom av informasjon. På grunnlag av informasjon fra sansene bygger vi opp modeller av verden og oss selv. På den måten kan vi si at hjernen skaper vår virkelighet som et produkt av nervesystemet. Hjernen bygger ikke opp objektive representasjoner av verden, men lager «mentale modeller» som er vår tolkning av virkeligheten. Å «forstå» betyr at vi har laget en mental modell som gir mening for oss og som vi opplever beskriver virkeligheten på en hensiktsmessig måte. Våre mentale modeller blir lagret i hjernen i form av et nettverk av forbindelser mellom våre hjerneceller. Koblingene mellom nervecellene er preget av «use it or loose it». Det blir sterkere koblinger når de mentale modellene jevnlig blir tatt fram igjen og lagret på nytt.⁵

DYBDELÆRING

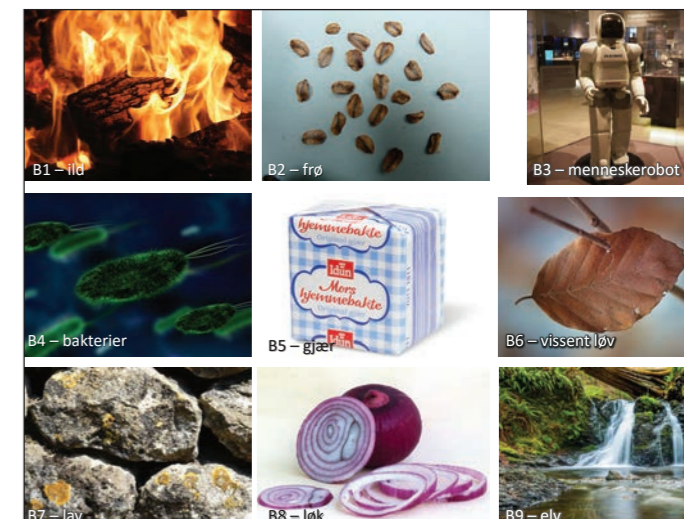
Når vi erfarer noe nytt, mottar vi informasjon fra sansene. Det kan være visuelt (se, lese), auditativt (høre), taktilt (berøre), gjennom lukt, smak eller posisjon (stillingssans og balanse). Hjernen retter oppmerksomheten mot det den oppfatter som den viktigste informasjonen den mottar. Læring er endring i kunnskap og ferdighet på grunn av erfaringer.⁶ Ny informasjon blir koblet til det vi kan fra før, det vil si til våre eksisterende mentale modeller som stadig er gjenstand for forandringer og utvidelser. Vi bearbeider modellene våre ved å formidle dem til oss selv eller andre. Gjennom samarbeid og diskusjon må vi formulere vår kunnskap og forståelse muntlig eller skriftlig. På denne måten er våre mentale modeller resultat av våre erfaringer, vår egen bearbeiding og kommunikasjon med andre i et sosialt fellesskap. Samarbeid og diskusjon bidrar til bedre læring både gjennom å bygge sterkere koblinger mellom kunnskapselementene i langtidshukommelsen (use it or loose it) og ved at vi kan kontrollere om vi har lært eller ikke (metakognitiv kontroll).

Dybdelæring betyr å bygge mentale modeller som består av et robust nettverk mellom ulike kunnskapselementer som er lagret i hjernen. Komplekse kunnskapsstrukturer bygges ved å organisere biter av kunnskap på en hierarkisk måte. Dnene ensitngen rgi emnign lsev om bsoktavene re tbytet om fordi man koder hele ord og ikke hver bokstav uavhengig av hverandre. Ord er på et høyere hierarkisk nivå enn bokstaver. Det hjelper for læring hvis det er mulig å organisere og gruppere kunnskap sammen til større strukturer.

Begrepslæring innebærer hierarkisk organisering av kunnskap. Et abstrakt begrep læres bedre hvis det kan knyttes til en rekke ulike fenomen og kontekster i en hierarkisk kunnskapsstruktur som består av mange kognitive koblinger i hjernen. Vi organiserer kunnskap hierarkisk når vi ser etter generelle mønstre og prinsipper i stedet for isolerte kunnskapselementer. Figur 1 viser et eksempel fra undervisningsopplegget *Cella som system* på naturfag.no. Her skal elevene sortere bildekortene i «levende» og «ikke-levende» og bruke dette til å finne generelle kjennetegn på hva som er levende.

Tre viktige faktorer for dybdelæring

Vi har tre grunnleggende nettverk i hjernen. Ett standardnettverk som bestemmer vår identitet og selvoppfatning, ett utførelsesnettverk som er spesielt aktivt ved fokusert oppmerksomhet og ett viktighetsnettverk som gir beskjed om hva som er viktig for meg. Alle de tre nettverkene er aktive når vi lærer. Med utgangspunkt i hjer-



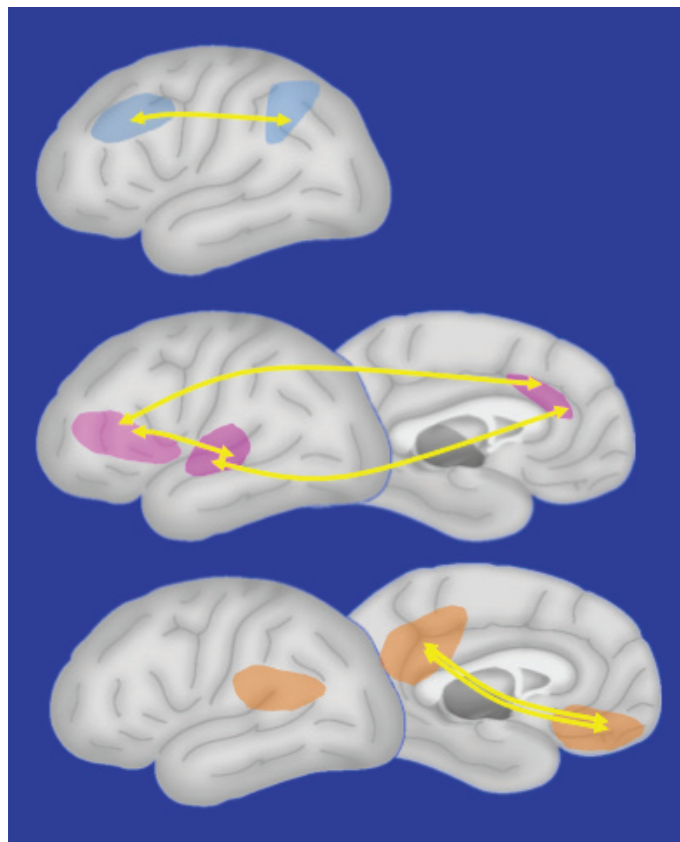
Figur 1. Sorter bildene i hva som er levende og ikke-levende. Fra Cella som system på naturfag.no/celler

nens nettverk er det tre faktorer som er spesielt viktig for å kunne lagre kunnskap i hierarkiske mentale strukturer.

For det første må vi oppleve det vi lærer som «viktig for meg» (les mer på side 12). For å kunne velge ut hvilke sansestimuli og hendelser vi skal gi oppmerksomhet (og eventuelt huske siden), må hjernen ha systemer som raskt gir oss informasjon om verdi – hva er viktig for meg akkurat her og nå, hva er viktig på lengre sikt, hva kan jeg helst overse og ikke sløse bort min oppmerksomhet på. Hvor viktig noe er for oss, er avhengig av hvor mye følelser som er knyttet til det. Områdene i hjernen som er særlig engasjert i følelser, faller i stor grad sammen med standardnettverk som er aktive ved selvrefleksjon. Dette passer med at meningsopplevelse er sterkt personlig: Det som skal gi mening, må ha noe med meg å gjøre og med mine forestillinger om meg selv og mitt forhold til verden.

For det andre må vi oppleve at vi har kontroll over oss selv og våre omgivelser⁴. Hvis jeg skal oppleve å ha kontroll over livet mitt, må jeg ha erfaring for at jeg mestrer viktige utfordringer. Vi opplever stor glede når vi får noe til, sikkert fordi det er assosiert med opplevelse av mestring og erfaring av å kunne kontrollere. Mestring gir trygghet på at samme resultat kan oppnås igjen. Forventning om kontroll er da også nøye knyttet til tidligere erfaring av mestring.

DYBDELÆRING



Figur 2. Hjernecellene er organisert i nettverk, og vi kan dele inn i tre grunnleggende nettverk, utførelsesnettverk (blå), viktighetsnettverk (rosa) og standardnettverk (gul).⁷

Opplevelse av kontroll avhenger av at man opplever å ha valg. Jeg kan for eksempel velge å handle eller la være. Dette er et viktig element i evnen til selvregulering. Preferansen for kontroll og aversjon mot at valgmuligheter fjernes er sannsynligvis til stede svært tidlig etter fødselen.

Det tredje er at vi må unngå mental overbelastning. Den delen av hjernen som styrer vår fokuserte oppmerksomhet har begrenset kapasitet og klarer bare å ha oppmerksomhet på mellom fem og sju elementer om gangen. Læring er hemmet av kapasitetsbegrensningene i hjernen, men det hjelper å strukturere informasjonen hierarkisk i større strukturer.⁵ De færreste mennesker klarer å huske en tilfeldig rekke med tall, men alle med litt kunnskap om

norsk historie vil klare å huske 1814 – 1905 – 1940 – 2011. Grunnen til at vi klarer å huske denne rekken, er at vi forbinder tallrekken med informasjon vi allerede har lagret i hukommelsen. Hjernen grupperer tallene til fire elementer med hver sin forbindelse til en historisk hendelse. Og det klarer hjernen å forholde seg til.

Konsekvenser for undervisning

Dybdelæring innebærer at vi organiserer kunnskapen hierarkisk og ser etter sammenhenger, mønstre og generelle prinsipper. Og for at hjernen skal lære, trenger den å oppleve mening, kontroll (mestring) og å unngå mental overbelastning. Dette får konsekvenser for undervisning for dybdelæring.

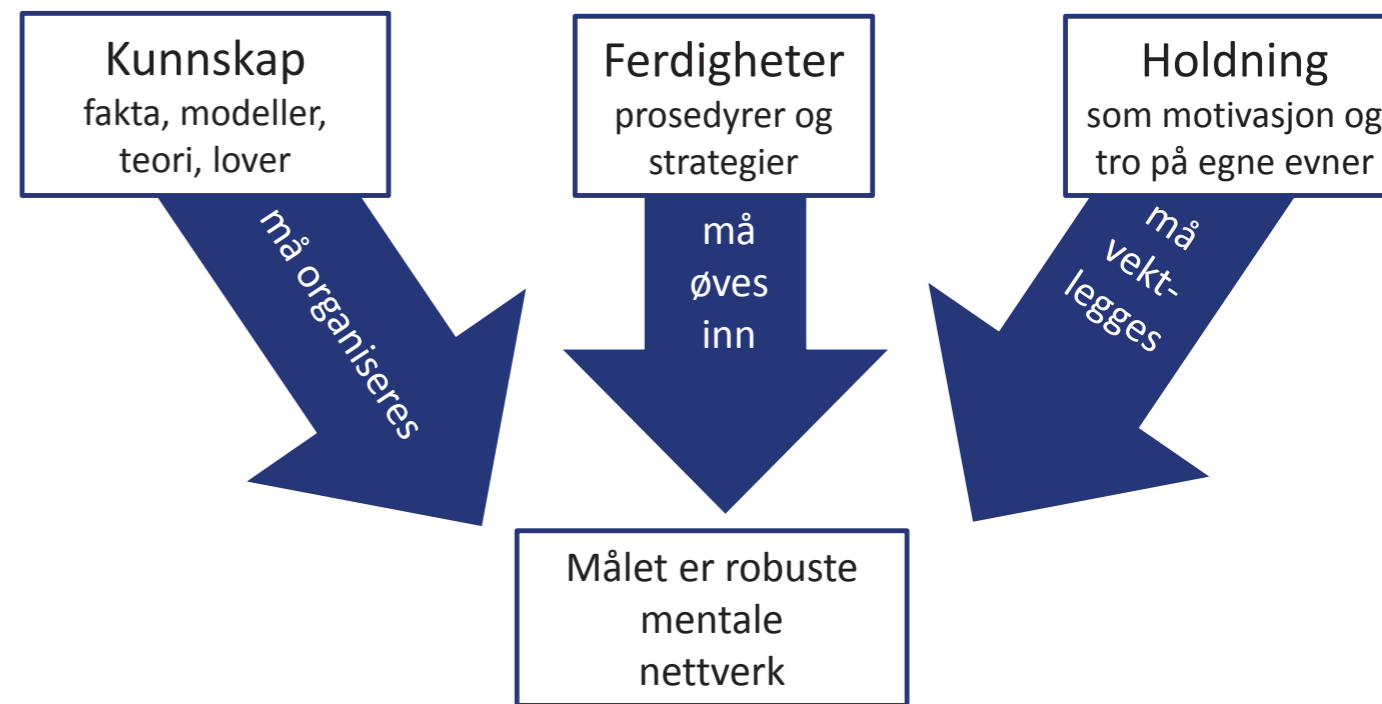
Dybdelæring innebærer en hierarkisk organisering av kunnskap og å se etter generelle mønstre og sammenhenger. Målet med undervisning er at elevens forståelse og mentale modeller for å beskrive virkeligheten skal samsvare med naturvitenskapens forklaringsmodeller. Nytt fagstoff må knyttes til det eleven kan fra før, og sammenhenger, generelle prinsipper og mønstre må løftes fram og synliggjøres. Dette krever en tydelig progresjon i undervisningen.

Elevene må også få tilstrekkelig tid til å øve på sentrale faglige ferdigheter, slik at de blir automatisert. Da vil hjernen få frigjort kapasitet til å rette oppmerksomheten mot faglig forståelse. Naturfag er et praktisk fag. Det innebærer *prosedyrer* og ferdigheter i bruk av utstyr og ved gjennomføring av ulike typer undersøkelser og observasjoner. Det kan være å bruke mikroskop, gassbrenner, skalpell, batteri og ledninger eller måleutstyr av ulikt slag. Eller det kan være å kunne gjennomføre kjemiske forsøk, skrive naturfaglige rapporter, utføre regneoperasjoner (for eksempel førstegradslikninger $v=s/t$) eller bruke felthåndbøker og bestemmelsesnøkler. Det betyr også å kunne formulere hypoteser, gjøre *observasjoner* og se etter *kjennetegn*.

Når vi skal gå løs på en oppgave, bruker vi ulike *strategier* eller metoder for å komme i gang og gjennomføre oppgaven. For eksempel har vi spesifikke strategier for å regne ut areal og volum, strategier for å klassifisere steiner, måle pH i en væske eller finne resistansen til en komponent i en elektrisk krets. Lesestrategier er spesifikke metoder til å trekke ut informasjonen fra en tekst.

Når vi skal lære en prosedyre eller strategi, går all vår oppmerksomhet eller mentale kapasitet til å utføre selve handlingen. Men

DYBDELÆRING



Figur 3. For å oppnå dybdelæring må kunnskaper organiseres, ferdigheter automatiseres og undervisning må stimulere motivasjon og tro på egne evner.

når vi har øvd på slike ferdigheter, blir de automatisert, slik at vi kan bruke vår mentale kapasitet på det fagstoffet som er i fokus.

En forutsetning for dybdelæring er at undervisningen bidrar til elevens tro på seg selv og at den oppleves meningsfull. Hjernen er avhengig av å oppleve sanseinformasjon som relevant for at den skal lagres og knyttes til tidligere kunnskap. Elevene må oppleve at naturfag er relevant for dem og deres hverdag, og at de har noe å

bidra med i undervisningen. For at vi skal rette vår oppmerksomhet mot en oppgave, er vi også avhengig av å ha tro på at vi kan mestre den. Forskning viser at det er mulig å endre våre tanker om oss selv. Det gir bedre læring hvis vi tror at mestring er avhengig av innsats og arbeid, ikke bare av medfødte evner og egenskaper.⁸

Noter

- 1 NOU 2014:7 *Elevenes læring i fremtidens skole: Et kunnskapsgrunnlag.*
- 2 NOU 2015:8 *Fremtidens skole: Fornyelse av fag og kompetanser.*
- 3 Meld. St. 28. *Fag-Fordypning-Forståelse: En fornyelse av Kunnskapsløftet.*
- 4 Fadnes, B., Leira, K., Brodal, P. (2013). *Læringsorientert fysioterapi. Teori og praksis.* Universitetsforlaget.
- 5 Schneider, M., & Stern, E. (2010). The cognitive perspective on learning: Ten cornerstone findings. In Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (Ed.), *The nature of learning: Using research to inspire practice* (s. 69-90). OECD.
- 6 Mayer, R.E. (2010). *Applying the science of learning.* Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- 7 Brodal, P. (2015). Det neurologiske grunnlaget for motivasjon og målrettet atferd. legeforeningen.no/PageFiles/227332/Hurtigrutekurs%20motivasjon.pdf
- 8 Dweck, C. (2016). *Mindset.* Ballantine Books.

Kompetanseutvikling på realfagsløyper.no

I modulen *Kjenneteikn på djupnelæring* under temaet *Djupnelæring* kan du sammen med kollegaene dine diskutere hvordan dere kan legge til rette for dybdelæring.

MOTIVASJON OG TILPASNING



Å motivere alle elever og bygge troen på at de kan, er nøkkelen til læring. For å opprettholde motivasjonen er det viktig å tilpasse undervisningen slik at alle elever opplever mestring og utfordring.

MOTIVASJON OG TILPASNING



Motivasjon i naturfag

– Åh, det er jo så gøy når du kan regne på farten til bilen i svinger og snorkraften og her og der, nei, det er kjempegøy. Sitatet kjem frå Linn, ein fysikkelev eg har intervjuet om motivasjon. Når elevane har det slik Linn har det her, er det godt å vera både lærar og elev. Linn er glad, sjølvdriven og arbeider ivrig med faget. Sjansen er stor for at ho lærer. Linn er motivert. I denne artikkelen prøvar eg å svare på spørsmåla *Kva er motivasjon?* og *Korleis kan vi legge best til rette for å motivere ulike elevane for naturfag?*

I 2011 kom Meld. St. 22 «Motivasjon – Mestring – Muligheter»¹. Meldinga skulle gi retning til ei fornying av ungdomstrinnet, for å «gjøre opplæringa mer motiverende og variert, slik at elevane får større utbytte av skolen og opplever den relevant og givande» (side 5). Meldinga peika spesielt på ungdomstrinnet, mellom anna fordi motivasjonen for skularbeid har ein tendens til å gå markant ned når elevane når ungdomsskolen. Likefram er det eit opplagt mål for alle trinn at elevane skal få godt utbytte av opplæringa og oppleva den som relevant og givande. Skal vi få til det, må undervisninga vera motiverande.

Kva er motivasjon?

Motivasjon får menneske til å handle. Motivasjon er altså det som driv oss til å gjera noko, til dømes lesa ein tekst om humler, utforske ei kjemisk blanding, gjera lekser eller rette opp handa og stille eit spørsmål i naturfagtimen. Viss vi tenkjer på ting vi gjer i løpet av ein dag, blir det fort opplagt at motivasjon kjem i ulike former. I boka *Motivasjon for læring* gir Skaalvik og Skaalvik² ei innføring i dei mest sentrale motivasjonsteoriane og drøftar implikasjonar av desse for lærarens praksis. I denne artikkelen vil eg trekkje fram teoriar om *indre og ytre motivasjon*, *verdier*, *mestringsforventning* og *fagleg sjølvvurdering*.

I sitatet i ingressen snakkar Linn om at det er kjempegøy å rekne ein viss type fysikkoppgåver. Ho utviser *indre motivasjon* for denne aktiviteten. Læringsatferd er indre motivert når elevane deltek



For nokre elevane er det gøy å rekne på farten til ein bil som svingar. Foto: pixabay.com

fordi dei opplever stoffet som interessant eller fordi arbeidet i seg sjølv gir dei glede. Slik motivasjon kjennest bra og opplevast som givande, og forskning tyder på at indre motivert læring gir best læringsresultat.² Samstundes kan vi neppe forvente at alle elevane til ein kvar tid skal vera indre motiverte for alle aktiviteter. Ein god del læringsatferd vil òg vera *ytre motivert*. Da gjer ikkje elevane arbeidet fordi det i seg sjølv gir dei glede, men fordi det hjelper dei med å nå eit ytre mål. Det kan vera å gjera læraren nøgd, oppnå godt resultat på ein prøve eller unngå ubehag ved rettesetting. I intervjuet mine med Linn prata ho òg om periodar der ho sleit med motivasjonen for fysikkfaget. På spørsmål om kva som får ho til å

MOTIVASJON OG TILPASNING



Ein elev kan vera oppteken av berekraftig utvikling og sjå verdien av å læra om korleis CO₂ i atmosfæren påverkar temperaturen på jorda. Foto: pixabay.com

halde ut når arbeidet er tungt og lite givande, trekte ho fram karakterar på prøvar:

Uansett hvor mye jeg hater det og hvor mye jeg selv innser at det her er ikke noe for meg, så skal ikke jeg se noen tre'ere liksom.

Det er altså frykta for å få ein karakter ho ikkje er nøgd med som motiverer Linn i slike stunder. Dette er eit eksempel på såkalla *kontrollert ytre motivasjon*, der eleven opplever at ho ikkje har noko anna val enn å utføre aktiviteten. Opplever elevane mykje slik kontroll, går det ut over gleden ved skularbeidet. Skaalvik og Skaalvik² påpeikar at kontrollerte, prestasjonsorienterte læringsmiljø svekkar den indre motivasjonen hos elevane. Viss elevane derimot har teke til seg *verdien* av arbeidet med faget, sjølv om dei ikkje likar aktiviteten i seg sjølv, opplever dei *autonom ytre motivasjon* som er meir positiv. Ein elev kan vera oppteken av berekraftig utvikling og sjå verdien av å læra om korleis CO₂ i atmosfæren påverkar temperaturen på jorda, sjølv om han kanskje ikkje er så interessert i drivhuseffekten. Kjensla av å ha valt å lesa om drivhuseffekt sjølv fordi kunnskapen har ein verdi, er støttande for læring. I dømet over fann eleven nytteverdi i kunnskap om drivhuseffekt. Motivasjonsteori trekkjer òg fram andre typar verdi skularbeidet kan ha. Til dømes ser Linn interesseverdi i å rekne på bilar i svingar. Interesseverdi gir altså indre motivasjon, medan nytteverdi gir autonom ytre motivasjon. Aktiviteter kan òg ha negativ verdi

for elevane, ein kostnad. Når Linn strevar med oppgåver ho ikkje får til og føler at faget ikkje er for henne, kostar det mykje. Kostnader som prestasjonsangst, tapt sjølvtilitt og risiko for å dumme seg ut i klassen verkar negativt på motivasjonen.

Meistringsforventning er ei viktig kjelde til motivasjon – elevane vil heller ta del i aktiviteter dei trur dei vil få til enn viss dei trur dei vil mislykkast. Når Linn opplever å ikkje klare å løyse fysikkoppgåver, får ho dårlegare tru på at ho kjem til å klare det neste gong ho prøvar. Erfaringar elevane gjer med faget påverkar meistringsforventninga deira for liknande aktiviteter, men det verkar òg inn på deira *faglege sjølvvurdering* og *sjølvverd*. Medan meistringsforventning handlar om kor godt elevane trur dei kjem til å klare ei konkret aktivitet, til dømes å skrive ein tekst om linerla eller rekne ut rørsleenergien til ein ball, er deira faglege sjølvvurdering eit meir heilskapleg inntrykk av kor flinke dei er i faget. Elevane samanliknar ofte seg sjølv med andre elevane, og baserer fagleg sjølvvurdering mellom anna på korleis dei opplever dei prestere samanlikna med andre i klassen. Sjølvverd handlar om det grunnleggjande menneskelege behovet for å tenkje positivt om og verdsette seg sjølv. Gjentekne opplevingar av å ikkje mestre aktiviteter i skulen kan verke negativt på elevane sjølvverd. Elevane kan da velje å unngå å delta i undervisninga for å beskytte sitt eige sjølvverd. Difor er det å gi alle elevane meistringsopplevingar, uansett kva fagleg nivå dei ligg på, noko av det aller viktigaste lærarar gjer.

MOTIVASJON OG TILPASNING

Korleis kan vi legge best til rette for å motivere ulike elevar for naturfag?

Motivasjonsteoriane presentert ovanfor gir peikarar til korleis vi kan legge best til rette for å motivere ulike elevar for naturfag. Skaalvik og Skaalvik² tek utgangspunkt i desse teoriene og kjem med forslag til korleis lærarar kan støtte elevar i å utvikle læringsfremjande motivasjon. Først og fremst trekkjer dei fram det å tilpasse opplæringa til elevane føresetnadar og ståstad, både når det gjeld innhald, arbeidsform og vanskegrad. For at elevar skal oppleve mestring, må oppgåvene vera noko dei kan klare, men må strekkje seg etter. Det er øydeleggande for mestringsforventning og sjølvverd å berre møte oppgåver ein ikkje klarar, sjølv om ein prøvar hardt. Det er heller ikkje mestring i å løyse oppgåver som er for enkle, da blir arbeidet med faget keisamt og lite utviklande. Les meir om å tilpasse naturfagundervisninga til ulike elevar i artiklane på side 16 og side 20.

Skaalvik og Skaalvik átvarar mot *vurderingsmetodar og -kulturar* som let elevane samanlikne seg mykje med andre. Spesielt viser det seg at prestasjonskultur med sterkt karakterpress og sosial samanlikning er negativt for den indre motivasjonen og sjølvverd et til mange elevar. I staden bør elevane få hjelp til å sjå feil som ein del av læringsprosessen og oppleve at innsats og gode strategiar gir resultat. Det er betre for motivasjon og læring enn å tru at evner i naturfag er noko dei har eller ikkje har, og som dei sjølve ikkje rår over.

Å tilpasse innhaldet i naturfag til elevane handlar mellom anna om å kople fagstoffet til det elevane er interesserte i og har erfaring med. Ovanfor nemnte eg eleven som var oppteken av berekraftig utvikling og difor fann nytteverdi i å lære om drivhuseffekt. Viss læraren i starten av ei økt om drivhuseffekt spurte klassen om nokon hadde lese ei nettsak om global oppvarming, ville sikkert denne eleven vist interesse og svart på spørsmålet. Interesserte elevar opplever glede og indre motivasjon som støttar læring. Men elevar er ulike. Dei har ulike erfaringar og interesser i utgangspunktet, og kan trenge ulik støtte for å utvikle og oppretthalde interesse i naturfag. Artikkelen på side 30 fortel om ei tilnærming til naturfagundervisning som brukar elevanes erfaringar og interesser til å gjera faget relevant for dei.

Vidare oppmodar Skaalvik og Skaalvik lærarar til å *gi elevane valmoglegheit*. Lat elevane velje strategi for å løyse ei oppgåve sjølve der det går an. Kanskje dei kan formulere eit oppdrag sjølve

når dei skal ut i felt eller velje kva hypotese dei vil teste på laben? Det betyr sjølv sagt ikkje at alt skal vera fritt, men at læraren legg til rette for at elevane er med og bestemmer. Det kan gi dei sjansen til å velje det som gir dei størst indre motivasjon og mestringsforventning, og det gir ei kjensle av å vera autonom. På den måten er rike, utforskande opplegg godt egna for å motivere ulike elevar. Undervisning som trekkjer inn kor viktig naturfag er for samfunnet, til dømes når det gjeld energi, helse, teknologi eller berekraft, gir elevar moglegheit til å sjå nytteverdien av faget og oppleve autonom ytre motivasjon. Andre elevar kan vera personleg interesserte i slike samfunns spørsmål og etter kvart utvikle indre motivasjon for naturfag som kan sjåast i samanheng med det dei er opptekne av.

Potvin og Hasni³ samla og analyserte ein rekke studiar om haldningar til naturfag blant elevar verda over. Dei konkluderte med at måten faget er undervist på er viktigare for motivasjonen til elevane enn det faglege tema som vart undervist. Det som best såg ut til å fremje interesse og motivasjon i naturfag var utforskande aktivitetar og samarbeid, å sette faget i relevante kontekstar, styrking av mestringsforventning og det å gi elevane noko nytt og fascinerande. Vi ser at mykje av dette samsvarar med tilrådingar som kjem frå motivasjonsteoriar generelt. Mykje ligg til rette for å lage naturfagundervisning som opplevast motiverande og givande for elevar med ulike erfaringar, interesser og fagleg nivå. Naturfag er eit rikt fag som alle elevar har erfaringar med og haldningar til. Vi finn faget vårt i skogen og landskapet, i kroppen og maten, på TV og i avisa og i jobbar elevane våre etter kvart skal få. Og faget er fullt av små og store eksperiment og innsikter som kan overraske og fascinere elevane. Eg avsluttar med eit sitat frå Tobias, ein anna fysikkelev og intervjuar om motivasjon. Han er ein av dei som blir motivert av det som verkar nytt og rart, til dømes kvantefysisk samfiltring:

Jeg synes det er spennende med sammenfiltring og sånn som ikke gir mening egentlig.

Notar

¹ Kunnskapsdepartementet. (2011). *Meld. St. 22: Motivasjon - Mestring - Muligheter*.

² Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2015). *Motivasjon for læring. Teori og praksis*. Universitetsforlaget.

³ Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129.





Elevens syn på egne muligheter har betydning

Hvorfor oppnår noen elever gode resultater på skolen, mens andre faller utenfor? Det kan ikke skyldes bare tilfeldigheter. Hvilken betydning kan tankene vi har om oss selv ha for motivasjon og læring?

Elev: Naturfag var ikke noe for meg – det var før, nå elsker jeg det!

Mange elever presterer lavt i realfag, men resultatene i seg selv sier ikke noe om hvorfor. I naturfag kan en mulig årsak for eksempel være at elever med lese- og skrivevansker møter en undervisning som i stor grad benytter læreboka og skriftlige prøver. Andre mulige årsaker kan være manglende begrepsforståelse, fordi elevene har et annet morsmål enn norsk, et stort språk mellom egne erfaringer fra dagliglivet og fagstoffet på skolen eller at elever med stort læringspotensial ikke har fått undervisning tilpasset sine behov. Men kan svake resultater i naturfag også skyldes manglende motivasjon? I 2015 kom Tett på realfag – Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnopplæringen¹. Et av målene i realfagsstrategien er at «Barn og unges kompetanse i realfag skal forbedres gjennom fornyelse av fagene, bedre læring og økt motivasjon.»

Forventning om å mestre er viktig for motivasjon og kan være avgjørende for om du tar fatt på en oppgave og hvordan du angriper den. Elever som presterer lavt i naturfag kan ha en tanke om at sjansen for å lykkes i naturfag er avhengig av tilfeldigheter eller flaks. Det kan oppleves meningsløst å gjøre en skikkelig innsats, fordi du ikke vil klare det uansett. Svake resultater gir dårlig mestringfølelse, noe som fører til lav motivasjon som igjen gir svake resultater. I slike tilfeller kan elever eller foreldre komme med uttalelser som: «Jeg er ikke et naturfagmenneske – ingen i min familie er det.» Slike uttalelser kan også fungere som en forsvarsme-

kanisme. Stadige nederlag i form av svake resultater kan ødelegge selvfølelsen og respekten for seg selv. Ved å unngå oppgaver du ikke forventer å mestre unngår du også følelsen av å ikke strekke til og være god nok.

Sitatet «*Naturfag var ikke noe for meg – det var før, nå elsker jeg det!*» forteller om en elev som har endret innstillingen sin til naturfag. Men det er ikke bare faget hun har fått et nytt syn på – det er også synet på seg selv. Nå opplever hun at naturfag er noe for henne, hun elsker det faktisk. Dette har sannsynligvis også gjort henne motivert for faget. Hva kan ligge bak en slik endring?

Et mestringsorientert klasserom

Årsaken til endringen kan ha sammenheng med hvordan læreren tilrettelegger hverdagen i klasserommet. Kanskje har naturfaglæreren klart å knytte undervisningen til elevenes hverdag og erfaringsbakgrunn? Kanskje har undervisningen tatt utgangspunkt i dagsaktuelle saker som engasjerer elevene og tatt i bruk læringsarenaer utenfor klasserommet eller at elevene har jobbet mer utforskende? Utforskende undervisning vil være en god innfallsvinkel i et mestringsorientert klasserom, hvor det fokuseres på prosess og utvikling fremfor rette og gale svar. I et mestringsorientert klasserom må det også være lov å gjøre feil. Det å gjøre feil kan til og med bli sett på som noe positivt fordi det kan gi forståelse og læring. Ved å observere og stille spørsmål kan du som lærer få viktig informasjon om hvor den enkelte elev er i prosessen og hvordan du kan støtte eleven videre.



Det kan være andre elever enn de vi forventer som tar styringa når ledninger skal kobles sammen. Foto: colourbox.no

Et praksiseksempel om elektrisitet

En klasse på 7. trinn jobbet med et utforskende undervisningsopplegg om elektrisitet (naturfag.no/elektrisitet). Læreren hadde på forhånd delt klassen i grupper, slik at hver gruppe hadde noen sterke elever som læreren tenkte skulle sikre fremdriften. Da elevene fikk utdelt ledninger, batterier og lyspærer, og skulle prøve å få lyspære til å lyse, viste det seg at det var helt andre elever som tok styringen enn de læreren forventet. Flere av de elevene som læreren vurderte som sterke i naturfag, ble usikre og var redde for å gjøre feil. Andre elever, som læreren så på som svakere i naturfag, tok styringen, prøvde seg frem og fant løsninger. Disse elevene syntes det var spennende, og de var ikke redde for å gjøre feil. De mestret oppgaven. Det lyste i pæra!

Nå hadde disse elevene noen erfaringer som læreren kunne knytte det videre arbeidet med elektrisitet til. Når nye begreper ble inn-

ført og praksis ble koblet til teori, kunne de gå tilbake til arbeidetegninger og notater fra oppstarten og knytte det nye til noe elevene hadde mestret.

Elevenes syn på egne muligheter og hvordan læreren snakker om læring betyr noe

Selv om undervisningen er utforskende og godt tilrettelagt, er det ingen automatikk i at elevene opplever mestring og blir motivert. Mange mennesker, både voksne og barn, har en oppfatning av at mulighetene til å gjøre det godt på skolen eller på andre arenaer, for eksempel på idrettsbanen, er nært knyttet til dine medfødte evner. Du har dermed ingen særlig mulighet til å påvirke resultatet. Noen er heldige og har et bredt spekter av evner, ferdigheter og læringsstrategier parat og trenger dermed ikke å jobbe noe særlig for å oppnå gode resultater, mens andre ikke er så godt utrustet og har dermed ikke muligheter for å oppnå gode resultater uansett

MOTIVASJON OG TILPASNING

hvor mye de jobber. Andre har en oppfatning av at mulighetene til utnytte læringspotensialet sitt krever at vi jobber for det uansett hvilket nivå vi befinner oss på.

Carol Dweck², en sosialkognitiv forsker, forklarer ulike oppfatning-er av egne muligheter med at vi har ulike oppfatninger av intelligens, enten som noe fast, som ikke kan utvikles, eller som noe tøyelig, som vi har mulighet for å utvikle gjennom arbeid og innsats. Personer som har en oppfatning av at intelligensen er fast, vil ofte tenke at «dette er for vanskelig for meg, dette klarer jeg aldri», når de blir presentert for en utfordring. Dersom de kan velge ulike oppgaver, vil en oppfatning om at intelligensen er fast også påvirke hvilke oppgaver de velger. De vil ofte velge oppgaver som de er sikre på å mestre uten for stor innsats. Det å jobbe hardt er et tegn på at de ikke er kapable til å løse oppgaven, men hvis de hadde vært flinke, ville de klart dette uten å yte noen særlig innsats. Disse vil ofte søke mot mål hvor det er mulig å rangere resultatet. Det er viktig at de skal se flinke ut i andres øyne, og det å være bedre enn andre er et tegn på at de har lykket. I motsatt fall vil feil oppleves som en bekreftelse på at de ikke er flinke nok til å klare oppgaven. Selv om oppgaven er på et altfor høyt nivå, vil de likevel finne forklaringen hos seg selv.

De som har en oppfatning om at intelligensen er tøyelig, foretrekker utfordringer og synes ofte oppgavene de må jobbe litt ekstra med er de mest givende. De føler seg flinke når de jobber hardt og strekker seg for å mestre en oppgave. Dersom de gjør feil eller blir stående fast, forklarer de ofte dette med at de har brukt feil strategier og søker å finne en strategi som fungerer bedre. Prestasjonene deres i forhold til andre blir ikke viktige for opplevelsen av å lykkes. De kan derimot føle seg ekstra smarte når de klarer å hjelpe andre til å forstå en oppgave.

Selv om forventning om å mestre er viktig for motivasjonen, kan et ensidig fokus på å legge til rette for mestring signalisere at oppgavens vanskelighetsgrad sier noe om hvor intelligent du er. Et eksempel på dette er å dele klassen i grupper der alle elevene til enhver tid får oppgaver som de helt sikkert vil mestre uten for store vanskeligheter. For det første fratras da mange elever muligheten til å finne ut hvor kapable de er til å takle ulike utfordringer. En lærer kan sjelden vite nøyaktig hvor grensen for en elevs muligheter befinner seg. Samtidig kan dette også signalisere at det er veldig viktig å lykkes med alle oppgaver hele tiden, og det å feile og stå

fast er noe negativt som bør unngås. Dette kan være med på å utvikle et syn på intelligens som noe fast. Elever som har dette synet vil ofte virke fornøyde og motiverte så lenge de mestrer, men når de møter utfordringer som de ikke kan overkomme uten videre, vil dette føre til en følelse av håpløshet og tanke om at de er dumme. Også elever som presterer høyt kan ha en oppfatning om at intelligensen er fast, at de hadde flaks og derfor synes at alt er lett. Ved for lite utfordring i starten kan de kjede seg og bli umotiverte, og de kan bli motløse og umotiverte etter hvert når de faktisk får oppgaver de må bryne seg på.

Dweck hevder at tankene vi har om våre egne muligheter til å ta fatt på utfordringer ofte er ubevisste, men likevel styrende i hvordan vi velger å tilnærme oss ulike oppgaver. Hvordan læreren snakker om elevens mulighet og potensial blir derfor svært viktig. Det blir også viktig at læreren signaliserer at hardt arbeid ikke er tegn på svakhet, men helt nødvendig for å lære. Å jobbe hardt og å mestre målene betyr ikke at alle skal nå de samme målene. Ved å lytte til elevenes initiativ kan det åpne seg muligheter for å legge til rette for at elevene kan få utfordringer på sitt nivå innenfor fellesskapet.

Et praksiseksempel om solsystemet

En 4. klasse jobbet med solsystemet. Klassen startet med å gå en tur for å få en forståelse av de enorme avstandene i solsystemet. Turen startet med sola som en fotball rett utenfor skolen og endte et par kilometer unna med alle planetene plassert i riktig størrelse og avstand i forhold til hverandre. Læreren var i tvil om hvor vellykket dette egentlig hadde vært. Hvor mye fikk elevene ut av å gå på rekke og se læreren plassere de ulike planetene etter hvert som turen skred frem? Dessuten hadde klassen gått glipp av både spisetiden og storefri da de kom tilbake til skolen. Det ble en ekstra spisepause, og etter ti minutter kom to jenter opp med et ark der det sto «Planetboka» og med et spørsmål om de kunne lage bok. I løpet av den neste halvtimen var «Tiger forlag» etablert, kriteriene for hva boka skulle inneholde fastsatt og biblioteket tømt for bøker om verdensrommet, planeter, sagn og stjerne tegn.

I to uker jobbet hele klassen, noen i par og noen alene. Noen fordypet seg i en planet, andre skrev om hele solsystemet. Noen konsentrerte seg om få, enkle kilder, mens andre søkte bredt. Alle jobbet med det samme, i samme klasserom på sitt nivå, og alle leverte en bok til en felles boksamling som alle kunne lese. En elev endte opp med en bok på fire sider om Mars. Den var skrevet for hånd, med

MOTIVASJON OG TILPASNING



Å skrive ei bok om Mars kan sette dype spor. Foto: colourbox.no

to setninger og en tegning på hver side. Ved første øyekast kunne det se ut som et enkelt og overflatisk arbeid, men eleven hadde for første gang opplevd å få gå i dybden på noe. Han hadde lest, sammenliknet og trukket ut viktig informasjon. Disse to ukene og arbeidet med planetboka i 4. klasse vendte eleven stadig tilbake til de neste årene. Ikke bare fortalte han om det faglige, som hadde satt dypere spor enn det en kunne lese ut av de fire sidene i boka, men han fortalte også om prosessen med å jobbe hardt og ende opp med et resultat han ikke trodde var mulig for han. Dette ga ham motivasjon til å ta fatt på nye oppgaver. Det var avgjørende at både læreren og medelevene anerkjente arbeidet og forstod at dette var like mye verdt som boka på 15 sider som hadde bilder og kildehenvisninger. Kanskje var det nettopp denne enkle boka det

lå mest innsats og arbeid bak av alle bøkene i samlingen. Og eleven hadde fått tro på at naturfag, det var noe for han.

Det er ikke et mål at alle elever skal prestere topp resultater, men det bør være et mål at alle elever har et læringsmiljø og får en undervisning som gjør at de opplever mestring og får utnyttet potentialet sitt i alle fag, også i naturfag.

Noter

1 Realfagstrategi – Tett på realfag. Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnsopplæringen (2015–2019).

2 Dweck, C. (2000). *Self-theories: Their role in motivation, personality, and development*. Routledge.



Motivasjon og tilpasset opplæring for elever med stort læringspotensial

Hvor ofte har du hørt i klassen din: «Hei lærer! Jeg er ferdig med oppgaven. Hva skal jeg gjøre nå?» Alle elever må oppleve indre motivasjon og engasjement for å kunne lære, men på hver skole og i hver klasse finnes det noen elever som trenger større faglige utfordringer.

Det er lett for en lærer å få øye på de høytpresterende elevene, men vi har også noen elever som kanskje ikke presterer høyt, men som likevel har stort læringspotensial og interesse for naturfag. Dessverre ser vi i praksisfeltet at noen av disse elevene kjeder seg i timene, forstyrrer klassen, utvikler negativ atferd eller har emosjonelle problemer og mister lærelysten hvis de ikke blir faglig utfordret. I denne artikkelen setter vi søkelyset på hvordan vi kan identifisere disse elevene og hva slags type utfordringer de trenger for å bli motivert og utvikle sitt potensial. Læreren bør ta utgangspunkt i elevenes ståsted og kjenne deres faglige sterke sider for å kunne tilpasse opplæringen. Dette er positivt for alle elever, men helt avgjørende for de med et stort læringspotensial.

Hvem er disse elevene?

Alle elever har et læringspotensial, men noen elever lærer raskere og tilegner seg mer kompleks kunnskap enn det som er forventet for sin aldersgruppe. Disse elevene kalles for elever med stort læringspotensial¹. De er gjerne utholdende og gode på problemløsningsstrategier, de har forutsetninger for å arbeide med avanserte og mer kreative oppgaver. Disse elevene utgjør ca. 10 til 15 % av elevpopulasjonen og inkluderer både de som presterer på høyt faglig nivå, de som har stort potensial i bare ett fag eller flere, de som underpresterer, men allikevel har stort læringspotensial og de som har veldig høy intelligens (elever med ekstraordinært læringspotensial som utgjør 1 til 5 % av elever).

En del internasjonal forskning peker på at å bare ha et stort læringspotensial ikke automatisk er tilstrekkelig for å utvikle gode arbeidsvaner og for å få gode resultater på skolen.² Disse elevene trenger også å bli motivert og engasjert i undervisningen og oppgavene, samt å få tilpassede undervisningsstrategier og sosial og emosjonell støtte for å lykkes i å utvikle sitt potensial.³

En nylig publisert kunnskapsoppsummering viser også at mangel på tilpasset opplæring for denne elevgruppa kan føre til negative konsekvenser som for eksempel frustrasjon, atferdsproblemer, tap av selvfølelse, kjedsomhet, latskap, underprestering og frafall.⁴ Det er derfor viktig at disse elevene blir identifisert tidlig og utfordret på sitt nivå, slik at vi unngår at de mister interessen og motivasjonen for naturfag på grunn av understimulering. De har behov for å få utfordringer, slik at de kan strekke seg og få gode arbeidsvaner. *Tilpasset opplæring* er skolens strategi for å sikre at alle elever får best mulig læringsutbytte. Paragraf 1-3 i opplæringsloven understreker at skolene er forpliktet til å differensiere opplæringen ut fra den enkelte elevs forutsetninger og evner, men dette er ikke alltid det som skjer i skolen. Alt for ofte blir disse elevene holdt tilbake i timene og bedt om å tilpasse seg et «one size fits all»-opplegg. Dessverre er det en del av disse elevene som ikke får et tilfredsstillende læringsutbytte.

I Meld. St. 22 *Motivasjon- mestring – muligheter*⁵ kommer det tydelig frem at prinsippet om tilpasset opplæring ikke bare gjelder



Noen elever med et stort læringspotensial kjeder seg i timene. Foto: colourbox.no

svakere elever, men også de elevene som har et ekstraordinært læringspotensial.

Det har ikke vært tradisjon for å identifisere elever med stort læringspotensial i Norge, og som nevnt i starten av artikkelen er ikke alle elevene som har stort potensial synlige. Noen viser utfordrende atferd istedenfor stort læringspotensial i naturfag. Derfor kan lister med kjennetegn som den nedenfor være en hjelp for læreren i dette arbeidet. Målet med identifisering er ikke å vise at noen elever har større potensial enn andre eller har mer kunnskap enn andre, men å identifisere hvilket læringsbehov disse elevene har. Da kan de få tilpasset opplæring ut fra sitt nivå og potensial. Læreren kan observere elevene i klassen sin ved å se på følgende liste med kar-akteristika⁶:

- Liker å undersøke og utforske naturfagrelaterte emner
- Kan formulere testbare hypoteser basert på fakta
- Forstår den vitenskapelige prosessen
- Stiller analytiske spørsmål (dvs. spørsmål om elementene i eller delene av et problem)
- Starter undersøkelser innen naturfag på egen hånd
- Er observant og ser detaljer

- Kan bruke et vitenskapelig funn fra én situasjon i en annen
- Er effektiv innen deduktiv tenkning (dvs. kan starte med et stort område og dele det opp i biter)
- Finner raskt ut av sammenhenger mellom årsak og virkning
- Forstår hvordan hendelser innen naturfag henger sammen

I tillegg kan læreren diskutere med elevene i god tid i forkant av et undervisningsopplegg, for å finne ut hvor mye kunnskap og interesse elevene faktisk har i temaet som skal undervise. Da har læreren mulighet til å lage noen tilpassete oppgaver og kan forhindre at disse elevene kjeder seg eller mister interessen og forstyrrer timen fordi de ikke opplever at kunnskapen og oppgavene er utfordrende nok. Forskning viser at mange repetisjoner av samme innhold og i sakte tempo bidrar til at disse elevene mister lærelysten.⁴

Strategier for tilpasning

Skolens oppgave er å ivareta læringsbehovet til alle elever uansett nivå og potensial. Det betyr at elever med stort læringspotensial også skal føle seg akseptert og faglig inkludert. Det finnes mange forskjellige strategier for å tilpasse undervisningen til elever med stort læringspotensial.¹

MOTIVASJON OG TILPASNING



Noen elever trenger større faglige utfordringer og oppgaver som er komplekse og innovative. Foto: colourbox.no

Den internasjonale litteraturen om elever med stort læringspotensial i naturfag⁷ anbefaler at undervisningen skal inneholde følgende elementer:

- Dybdeløring og muligheter for tverrfaglighet
- Mer komplekse mål og oppgaver
- Heller vekt på begrepsforståelse og tenkemåter enn på å huske fakta
- Kreative oppgaver med forskjellige mulige løsninger
- Et problemløsningsperspektiv der elevene utforsker selv
- Undersøkelse av virkelige problemer og situasjoner som oppleves relevante
- Veiledning for å utvikle vitenskapelige ferdigheter og tenkestil

Mange elementer på denne lista finnes også anbefalt i *Fremtidens skole*⁸ som viktige kriterier for god undervisning og for utvikling av framtidens ferdigheter for alle elever. Med andre ord, hvis undervisningen integrerer disse elementene vil vi også dekke behovene til elever med stort læringspotensial.

Læreren trenger ikke bruke differensierte oppgaver hele tiden og på alle temaer. Av og til er kunnskapen helt ny for alle i klassen.

Men noen ganger vil noen elever som kan veldig mye fra før, kjede seg i timen. Derfor er det viktig å bli godt kjent med elevene sine og kartlegge i god tid hvor mye kunnskap de har om et bestemt tema for å kunne tilpasse undervisningen og motivere elevene.

Andre generelle praktiske tips for tilpasninger:

- Lag oppgaver med høye krav til arbeidsminnet.
- Reduser mengden «lette» oppgaver.
- Bruk god tid før du underviser et nytt tema for å kartlegge eksisterende kunnskapsnivå.
- Gi oppgaver som stimulerer til komplekse måter å tenke på og tverrfaglighet.
- Vurder å bruke oppgaver som er laget for eldre barn og høyere klassetrinn.
- Grupper disse barna i prosjekter basert på faglige interesser.
- Bruk fagspecialister som veiledere, for eksempel eksperter fra næringslivet eller pensjonister.
- Tilby forelesninger eller tema som går utover pensum.
- Gi konstruktive og konkrete tilbakemeldinger selv om elevene har nådd det høyeste kompetansekravet.

MOTIVASJON OG TILPASNING

Det kan også hende at du har noen elever i klassen som er har et ekstraordinært læringspotensial (1–5 % av elevpopulasjonen). Disse elevene trenger at læreren planlegger større faglige utfordringer og oppgaver som er komplekse og innovative.

Eksempler på tilpassede oppgaver for elever med ekstraordinært læringspotensial

Utforskende undervisning integrerer alle de elementene som vi har beskrevet ovenfor og gir alle elevene mulighet til å vise hva og hvor mye de kan og på en måte som er mer tilpasset elevens rytme og læringsstil. Da kan arbeidet med kompetansemålene tilpasses et nivå der elevene opplever at det de lærer er meningsfullt og relevant.

Bærekraftig naturmangfold, 5.–7. trinn: I det utforskende undervisningsopplegget *Bærekraftig naturmangfold* (naturfag.no/naturmangfold) får elevene brev fra en naturforvalter i kommunen med spørsmål om de kan hjelpe til med å samle inn informasjon om forskjellige fremmede arter. Opplegget består av seks økter i matematikk og naturfag som inneholder utforskende aktiviteter som kartlegging i skolens nærmiljø og registrering av data på nett. I det følgende kommer noen eksempler på tilpasninger for elever med ekstraordinært læringspotensial.

I økt 1 blir elevene først introdusert for oppdraget, og de skal undre seg over hva som menes med naturmangfold gjennom å sortere ulike bilder, gjøre ruteanalyse og diskutere en grubletegning. Elever som trenger ekstra utfordringer kan i tillegg kontakte kommunen for å finne ut om det fins en tiltaksplan for å håndtere fremmede arter på kommunalt nivå. I økt 4 skal elevene gå på fotojakt i nærmiljøet sitt etter fremmede arter. De skal dokumentere observasjoner med foto og reflektere rundt egne funn. Elever som trenger ekstra utfordringer kan i tillegg bli bedt om å planlegge og gjennomføre en spørreundersøkelse blant folk i kommunen angående deres kjennskap til fremmede arter i nærmiljøet og mulige tiltak for å begrense spredning. Eller de kan kartlegge og estimere utbredelse av de fremmede artene de finner i nærmiljøet og vurdere mulige spredningsveier. De kan også drøfte fordeler og ulemper ved ulike tiltak for de fremmede artene de finner.

I økt 6 skal elevene skrive svarbrevet og oppsummere det de har gjort og lært. Elevene skal kunne sammenfatte alt de har gjort og lært i form av et brev til den som ga oppdraget. Elever som trenger ekstra utfordringer kan i tillegg lage en brosjyre med

funnene sine som de skal levere til kommunen eller dele ut til folk i nærmiljøet.

Cella som system, 8.–10. trinn: I det utforskende undervisningsopplegget *Cella som system* (naturfag.no/celler) skal elevene utforske et funn inni en meteoritt. Kan funnet være spor av liv i verdensrommet? Underveis lærer de om hvordan cella er et system som består av flere deler som påvirker hverandre og hvordan vi kan bruke modeller for å forenkle for å forstå mer.

I opplegget skal elevene blant annet lage en spiselig cellemodell av en bestemt celletype (planteceelle, dyrecelle, soppceelle eller bakteriecelle). Elever med ekstraordinært læringspotensial kan da i stedet lage en modell av ei celle fra en planet et eller annet sted i verdensrommet. Kanskje cella er fra en planet uten atmosfære, der tyngdekraft og temperatur er helt annerledes. Elevene må begrunne form og funksjon ut fra forholdene på den tenkte planeten. I en slik oppgave legges det ekstra vekt på kunnskap, forståelse og kreativitet. Elevene kan i større grad trekke inn relevant fagstoff som vanligvis undervises på høyere trinn.

Det er veldig viktig for disse elevene, akkurat som for alle andre, å bli anerkjent for det de kan, å etablere gode arbeidsvaner, å utvikle strategier for å møte stadig mer krevende utfordringer og få muligheten til å utvikle sitt potensial.

Noter

- 1 Kunnskapsdepartementet (2016:14). *Mer å hente. Bedre læring for elever med stort læringspotensial.*
- 2 Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological science in the public interest*, 12(1), 3-54.
- 3 Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H. (2010). Accomplishment in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and its relation to STEM educational dose: A 25-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 104(4), 860-871.
- 4 Børte, K., Lillejord, S. & Johansson, L. (2016). Evnerike elever og elever med stort læringspotensial: En forskningsoppsummering. Kunnskapssenter for Utdanning.
- 5 Kunnskapsdepartementet. (2011). *Motivasjon – Mestrings – Muligheter (Meld. St. nr. 22, 2010-2011)*.
- 6 Idsøe, E.M.C. (2014). *Elever med akademisk talent i skolen*. Cappelen Damm Akademisk
- 7 Dailey, D., Cotabish, A., (2016) Developing advanced science curriculum for gifted children in T. Kettler (Eds.), *Modern curriculum for gifted and advanced academic students* (s. 335-351) Prufrock Press.
- 8 Kunnskapsdepartementet (2015:8). *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser*

MOTIVASJON OG TILPASNING



Aktivere og kartlegge forkunnskaper

Å fokusere på elevers forkunnskaper tjener to formål: å aktivere og å kartlegge forkunnskaper. Aktivering av forkunnskaper er forbundet med å motivere og engasjere elever for læring, mens kartlegging av forkunnskaper gir læreren informasjon om elevers forståelse og interesser. Denne artikkelen viser eksempler på hvordan du kan aktivere og synliggjøre elevers forkunnskaper, og den gir et innblikk i hvorfor dette er viktig for elevers læring.

Forkunnskaper

Med forkunnskaper mener vi tanker, ideer, kunnskaper og ferdigheter elever har om det som skal undervises, tilegnet enten gjennom undervisning eller fra andre arenaer. Elevers interesse for det som skal læres vil ofte øke når de får bygge på sine egne erfaringer og oppfatninger om et tema. Aktivering av elevers forkunnskaper legger til rette for at elevene kan knytte ny kunnskap opp mot det de allerede vet, noe som har stor betydning for videre læringsutbytte. Forskning på elevers læring viser at elevene lærer i dybden når de klarer å lage koblinger mellom ny kunnskap og det de kan fra før¹. En norsk studie fra ungdomstrinnet viser også at aktivering av elevers forkunnskaper er noe av det som har størst innflytelse på elevers leseforståelse.² Det er ikke overraskende at jo mer du vet om et tema, desto lettere er det å forstå innholdet i nye tekster om det samme temaet.³

Det at elevers forkunnskaper danner grunnlag for videre læring, viser hvor viktig det er å samle informasjon om elevers forkunnskaper og bruke dette inn i undervisningen. Like viktig som å avdekke manglende forståelse, er å unngå at elever utsettes for innhold og ferdigheter de allerede behersker, noe som kan virke demotiverende på deres læringslyst.⁴

Hensikten med å kartlegge elevers forkunnskaper er å få et innblikk i hva elevene tror og vet for så å bruke dette til å planlegge og tilpasse undervisningen til elevenes nivå. Ved oppstart av et nytt tema er det naturlig å kartlegge elevers forkunnskaper, men det er

også viktig underveis i undervisningen. Elevene vil stadig utvikle sin forståelse, nye kunnskaper og ferdigheter vil integreres i det de kan fra før, og dermed dannes et nytt og utvidet nivå av forkunnskaper. Derfor er det hele tiden elevenes nåværende forståelsesnivå som må ligge til grunn når innhold og aktiviteter i videre undervisning planlegges og gjennomføres.

Kartlegging av elevers forkunnskaper har vært et viktig pedagogisk prinsipp i flere tiår, men det har ikke vært noen automatikk i at informasjonen som samles om elevers kunnskaper og ferdigheter brukes som utgangspunkt for videre undervisning. Haug og Ødegaard⁵ fant i sin studie at lærere har mange ulike måter å kartlegge elevers forkunnskaper på, men da kartleggingsaktiviteten var over, fortsatte ofte undervisningen fra et på forhånd planlagt sted og nivå. Det har liten eller ingen effekt å samle informasjon om elevers forståelse hvis det ikke brukes videre inn i undervisningen for å fremme elevenes læring. Ved oppstart av et nytt tema, kan det være en god idé å kartlegge elevers forkunnskaper om temaet uka før. Det gir tid til å planlegge undervisning som tar utgangspunkt i elevenes forståelse og interesser.

Å fokusere på elevers forkunnskaper tjener to hensikter:

- 1) å motivere og tilrettelegge for læring ved å aktivere hva eleven allerede vet og kan om et tema
- 2) å kartlegge elevers forkunnskaper

MOTIVASJON OG TILPASNING

Der den første hensikten er rettet mot eleven, gir den andre læreren informasjon om elevers kunnskaper, ferdigheter og interesser, slik at undervisningen kan tilpasses elevenes nivå.

Strategier for å aktivere og kartlegge forkunnskaper

I denne delen av artikkelen vises noen eksempler på hvordan du kan aktivere og kartlegge elevers forkunnskaper. Eksempelene er hentet fra boka *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*³ av Mork og Erlien og fra naturfag.no⁶. Det finnes ingen beste strategi, men det er lurt å velge ut fra mål for undervisningen samt kjennskap til egen elevgruppe.

Tenkeskriving

Tenkeskriving går ut på at elevene skriver seg inn i et emne ved å bruke såkalte mikrooppgaver. De skriver i 3–5 minutter ut i fra instruksjonen: «Skriv alt du kommer på om ...» Her må læreren velge temaer som er vide nok til at det er lett å få noen assosiasjoner, for eksempel «Skriv alt du kommer på om olje». Velger man oppgaver av typen «Skriv alt du kommer på om hvilke gasser som inngår i luft», kan tre minutter bli veldig lang tid.

Elevene kan deretter lese tekstene for hverandre i par eller grupper med vekt på tekstens innhold og ikke hvordan det er formulert. Ofte vil ulike erfaringsbakgrunn gi ulike assosiasjoner, og en oppsummerende runde i plenum kan bidra til å belyse det aktuelle temaet fra flere synsvinkler og gi læreren et innblikk i elevenes ideer. Å inkludere elevenes tanker og ideer i undervisningen gjør at elevene kan få et eierforhold til stoffet, noe som igjen kan virke motiverende på videre arbeid med temaet.³

Påstandsark

Påstandsark er en enkel og god strategi for å aktivere og kartlegge elevenes forkunnskaper samt skape engasjement for lesing. Læreren skriver på forhånd ned 4–6 påstander om innholdet i en tekst som klassen skal lese. Det bør være en blanding av påstander som er faglig korrekte og ukorrekte. Før elevene leser teksten skal de sette en E foran påstander de er enige i, og en U foran påstander de er uenige i.

Når påstandene skal lages, er det lurt å ta utgangspunkt i sentralt innhold i teksten eller knytte dem til elevenes erfaring med en praktisk aktivitet. På denne måten vil påstandene samtidig veilede elevene inn mot det læreren ønsker de skal fokusere på i teksten.

Når klassen har lest teksten, er det viktig at elevene får mulighet til å endre mening om påstandene etter at de fikk tilgang på ny informasjon.³ Under vises et eksempel på et påstandsark knyttet til en tekst hentet fra undervisningsopplegget *Dinosaurer og geologisk tid* på naturfag.no⁷.

Elevark - Før lesing: Livets utvikling Navn: _____

Før lesing
Livets utvikling

Les påstandene under før du leser *Livets utvikling*. Hvis du er Enig i påstanden, skriver du E foran den. Hvis du er Uenig, skriver du U foran den. Etter du har lest, går du tilbake til denne siden og ser om du har skiftet mening.

- ___ Bakterier lagde oksygen lengst
- ___ Før levde dinosaurer på jord
- ___ En masseutryddelse er når n
- ___ De første plantene på land ve
- ___ Egentlig har ikke alle dinosa

Livets utvikling
Anne Cathrine Hammerborg
Rim Tusvik

Påstandsark for boka *Livets utvikling*. Les mer på naturfag.no/dino

Kompetanseutvikling på realfagsløyper.no

Sammen med kolleger kan du diskutere og øve på å *aktivere og kartlegge forkunnskaper* gjennom å jobbe med modulen du finner i *Engasjement i naturfag* under temaet *Ambisiøs og utforskende undervisning*.

MOTIVASJON OG TILPASNING



Grubletegnning fra naturfag.no/naturmangfold

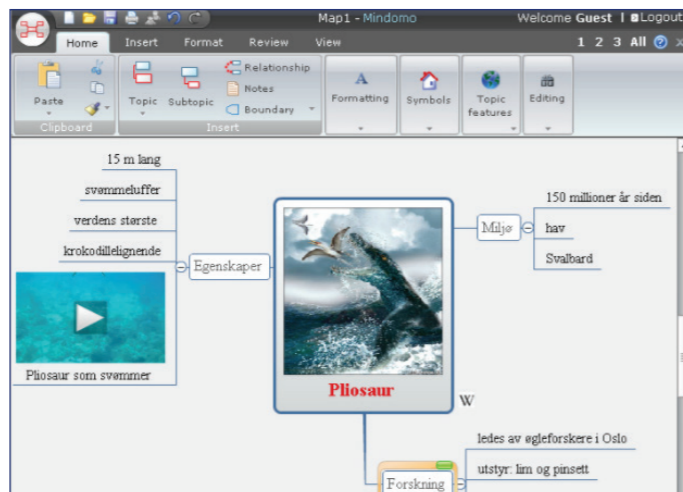
Grubletegnning

Grubletegnninger⁸ som tar opp naturfaglige problemstillinger fra hverdagslivet er en aktivitet som gir læreren innblikk i elevens forståelse av et tema. I tillegg bidrar det til å aktivere elevenes ferdigheter og legger til rette for dybdeløring ved at elevene kan knytte nye ideer til det de allerede kan. Grubletegnningene presenterer alternative synspunkter som ofte tar utgangspunkt i typiske hverdagsforestillinger om et naturfaglig fenomen. De er laget for å skape engasjement og fremme forståelse gjennom diskusjoner. Grubletegnninger har som regel ikke ett riktig svar. I mange tilfeller er det beste svaret: «Det avhenger av ...»

Idémyldring

Idémyldring, eller brainstorming, er kanskje en av de mest kjente strategiene for å aktivere og kartlegge forkunnskaper. Læreren oppfordrer elevene til å uttrykke tanker og ideer rundt et tema og lager en oversikt, uten å kommentere om elevenes ideer er naturvitenskapelige korrekte eller ei. Idémyldringen er ment å representere klassens ideer, ikke nødvendigvis det som er faglig riktig.

Ved idémyldring aktiveres elevens forkunnskaper om et tema, samtidig som de ledes til å tenke aktivt på bestemte ideer eller spørsmål. Gjennom å bidra med egne ideer og lytte til andres ideer stimuleres elevene til å tenke grundigere gjennom et tema. Samtidig gir det læreren innblikk i elevens tanker og ideer om det aktuelle temaet, og dette kan brukes til videre planlegging av undervisningen.



Digitalt tankekart fra naturfag.no/tankekart

Tankekart

Tankekart er en måte å organisere og representere informasjon visuelt for å vise hvordan ulike ideer og begreper er knyttet sammen. Gjennom å lage tankekart henter elevene fram det de kan om et tema og organiserer kunnskapen i grener eller bokser. Tankekart har mange bruksområder, blant annet kan det brukes for å synliggjøre elevenes faglige utvikling. Det at eleven får et visuelt bilde på egen utvikling, kan virke motiverende, samtidig gir det læreren nyttig informasjon om hva eleven har lært. Det finnes mange ulike utgaver av digitale tankekart⁹.

Noter

- 1 Ausabel, D., Novak, J.D. og Hanesian, H. (1978). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart og Winston.
- 2 Samuelstuen, M. S. (2005). Kognitiv og metakognitiv strategibruk med særlig henblikk på tekstlæring. En empirisk studie av strategibruk hos 10. klasseelever og a) relasjonene til leseprestasjoner, leseformål, forkunnskaper og ordavkodning og b) psykometriske egenskaper knyttet til elevenes selvrapporeringer. NTNU.
- 3 Mork, S. M. og Erlien, W. (2017): Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag. 2. utg. Oslo: Universitetsforlaget.
- 4 NOU 2016:14 (2016) *Meir å hente – Betre læring for elever med stort læringspotensial*.
- 5 Haug, B.S. og Ødegaard, M. (2015). Formative assessment and teachers' sensitivity to student responses. *International Journal of Science Education*. 37 (4), s. 629–654.
- 6 naturfag.no/forkunnskap
- 7 naturfag.no/livetsutvikling, naturfag.no/dino
- 8 naturfag.no/gruble
- 9 naturfag.no/tankekart

Foto: Esben Horn, 10 tons / Naturhistorisk museum, UiO

RELEVANS OG KONTEKST

Temaet i naturfagundervisningen må settes inn i en kontekst slik at det oppleves relevant for elevene. Det kan gjøres i klasserommet eller i det utvidete klasserommet ved å ta elevene med ut i naturen, til lokalbedriften eller museet.



RELEVANS OG KONTEKST



Undervisning for naturfaglig kapital: Hva har elevene dine i ryggsekken?

Naturfaglig kapital kan sammenlignes med en ryggsekk som inneholder alt det vi vet og tenker om naturfag. Hvordan kan vi ta utgangspunkt i elevenes naturfaglige kapital for at de skal oppleve at naturfagundervisningen er relevant for dem?

«Hvem har noen gang sett et TV-program om dinosaurer?» Det er læreren på Stabbursmoen skole i Trondheim som stiller spørsmålet, og én etter én rekker elevene hånda i været for å fortelle om hva de har hørt og sett på ulike TV-programmer om dinosaurer. Til slutt er alle elevene engasjerte og deltar i diskusjonen som er starten på temaet om utdødde dyregrupper. Læreren har skapt en klasseromssituasjon der alle elevene opplever at de har noe å bidra med i temaet som introduseres.

Det britiske forskning- og utviklingsprosjektet *Enterprising Science*¹ handler om nettopp dette – å utvide hva som teller som naturfag gjennom tilnærmingen *Undervisning for naturfaglig kapital*². Målet er at flere elever skal oppleve at naturfag er relevant for dem og deres hverdag, og at de har noe å bidra med i undervisningen. Dette vil styrke læring i naturfag og kan åpne for at flere deltar på naturfaglige arenaer i framtidig utdannings- og yrkesliv.

Konseptet *Undervisning for naturfaglig kapital* har som mål å utvide hva som teller som naturfag gjennom de tre pilarene (se figur 1):

- gjøre naturfag personlig og lokalt
- få fram innspill, verdsette dem og knytte dem til naturfag
- bygge ulike dimensjoner av naturfaglig kapital

For å kunne utvide hva som teller som naturfag må læreren gjenkjenne og verdsette et bredt spekter av erfaringer og ferdigheter som kan knyttes til naturfag for så å koble disse til naturfagun-

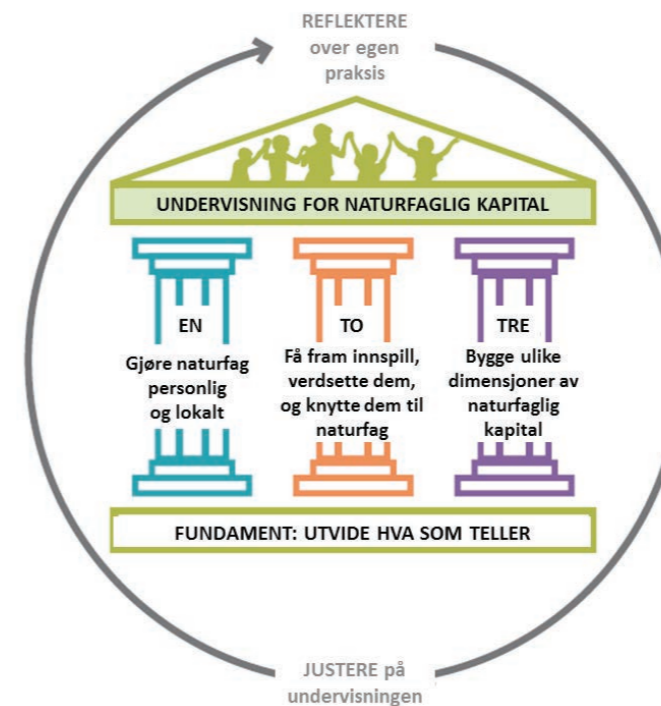
dervisningen. Læreren på Stabbursmoen skole spurte ikke om hva elevene kunne fra før om dinosaurer, men om noen hadde sett et TV-program som handlet om dinosaurer. Det hadde de aller fleste, og de kunne også gjengi ulike ting som ble sagt i programmene. Dette enkle, men gjennomtenkte, grepet bidrar til at flere av elevene har erfaringer de kan dele med resten av klassen og at det er flere som opplever at de har noe å bidra med i naturfagstimene.

Pilar 1 i modellen handler om å gjøre naturfag relevant for hver enkelt elev. Elevene skal oppleve at undervisningen er relevant for deres hverdag, og nøkkelen er å relatere innholdet i naturfag til elevenes egne erfaringer og opplevelser. Disse grepene hjelper elevene til å oppdage at deres opplevelser, interesser og erfaringer fra hverdagen kan være relatert til ulike aspekter av naturfag og synliggjør for elevene at de har verdifulle ressurser å bidra med i faget. I eksemplet over koblet læreren naturfaglig innhold til TV-programmer, men det går også an å koble naturfaglig innhold til for eksempel elevenes fritidsaktiviteter.

Undervisning for naturfaglig kapital

Undervisning for naturfaglig kapital fungerer innenfor hvilken som helst læreplan i naturfag og krever ingen endringer i innhold eller ekstra planlegging. I stedet handler det om å gjøre små endringer i den eksisterende undervisningen, slik at den henger bedre sammen med elevenes liv og erfaringer.

RELEVANS OG KONTEKST



Figur 1. Undervisning for naturfaglig kapital. Hentet fra heftet *The Science Capital Teaching Approach*³. Oversatt til norsk av Naturfag-senteret.

Pilar 2 handler om å få fram innspill, verdsette dem og knytte dem til naturfag. Ved for eksempel å bruke åpne spørsmål (se boks på neste side), vil flere av elevene ha mulighet til å komme med innspill til diskusjoner i klassen. Læreren legger merke til elevenes innspill, viser koblinger til naturfag og anerkjenner dem gjennom å understreke at denne type kunnskap er relevant og verdt å dele. På Stabbursmoen skole fulgte læreren opp alle elevenes innspill om dinosaurer ved å skrive dem opp på tavla, og gi kommentarer som *dette var interessant, det skal vi se nærmere på i neste time og det du sier der er viktig for å forstå hvordan dinosaurer levde*.

Pilar 3 innebærer å bygge videre på elevenes naturfaglige kapital. I figur 2 blir naturfaglig kapital sammenlignet med en ryggsekk som du bærer med deg gjennom livet. Den inneholder alt det du vet om naturfagrelaterte temaer, hva du tenker om naturfag, hva du gjør av aktiviteter som kan relateres til naturfag og hvem du kjenner som bruker naturfag for eksempel i jobbsammenheng eller har naturfagrelaterte ferdigheter, kvalifikasjoner og interesser.

Betydning av naturfaglig kapital

Naturfaglig kapital kan bidra til å forklare motivasjon for og engasjement i naturfag. En undersøkelse³ gjennomført i England av over 3500 elever mellom 11 og 15 år viste at 5 % av elevene hadde høyt nivå av naturfaglig kapital, 68 % middels nivå og 27 % lavt nivå. Jo større naturfaglig kapital en ung person har, jo større sannsynlighet er det for at personen velger realfag seinere i livet. Studiene som fulgte prosjektet *Enterprising Science* viste at elever som fikk naturfagundervisning der grepene i undervisning for naturfaglig kapital ble brukt, utviklet positive holdninger til naturfag.

Jo større naturfaglig kapital elevene har, jo større sjanse er det for at de opplever at naturfag er relevant og verdt å engasjere seg i. Læreren kan bygge naturfaglig kapital ved for eksempel å vise hvordan naturfag brukes i ulike yrker, oppfordre til å diskutere naturfaglige temaer hjemme, eller ved å vise til TV-programmer med naturfaglig innhold. *Enterprising Science* identifiserte åtte ulike dimensjoner av naturfaglig kapital. Disse er beskrevet på neste side. Noen av dimensjonene blir også belyst i artikkelen *Yrkesretting av naturfag* på side 38.

Elevene i femte klasse på Stabbursmoen ble oppfordret til å se flere naturprogrammer på TV, gjerne sammen med foreldrene sine. På denne måten legger læreren til rette for at alle elevene utvider sin naturfaglige kapital. Konseptet *undervisning for naturfaglig kapital* handler om akkurat dette: Å ta i bruk det elevene har i sekken fra før og å kontinuerlig bygge elevenes naturfaglig kapital gjennom undervisningen.

Noter

- 1 ucl.ac.uk/ioe/departments-centres/departments/education-practice-and-society/science-capital-research/enterprising-science
- 2 Godec, S., King, H. og Archer, L. (2017): *The Science Capital Teaching Approach: engaging students with science, promoting social justice*. University College London.
- 3 Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948.

Les mer på ucl.ac.uk, søk etter *The Science Capital Teaching Approach*.

RELEVANS OG KONTEKST

Eksempler på setningsstartere og åpne spørsmål for å få fram elevers forkunnskaper og erfaringer

- Hvem trenger å vite noe om ...? (Relaterer et tema til yrker, hobbyer eller andre hverdagsaktiviteter.)
- Kan noen fortelle meg om et TV-program de har sett som handler om ...?
- Er det noen som vet om noen som bruker disse ferdighetene i hverdagen?
- Har noen i familien deres yrker der de må kunne noe om ...?
- Hvor har dere sett noe som ligner på dette før ...?
- På bakgrunn av det du har lært på fritida, hvordan vil du beskrive ...?

Hentet fra heftet *The Science Capital Teaching Approach*².
Oversatt til norsk av Naturfagsenteret.



Figur 2. Naturfaglig kapital kan sammenlignes med en ryggsekk som du bærer med deg gjennom livet. Illustrasjon: Cognitive, wearecognitive.com, oversatt av Naturfagsenteret.

Naturfaglig kapital

Begrepet Naturfaglig kapital fanger opp all naturfaglig kunnskap, holdninger, erfaringer og sosiale kontakter en person kan ha. Den kan sammenlignes med en veske du bærer med deg gjennom livet som inneholder alt det du vet om naturfagrelaterte tema, hva du tenker om naturfag, hva du gjør av aktiviteter som kan relateres til naturfag, og hvem du kjenner som har tilknytning til naturfaglige tema.

En elevs naturfaglige kapital kan deles inn i åtte dimensjoner:

1. Scientific literacy: Elevens kunnskap om og forståelse for naturfag og hvordan naturvitenskap fungerer. Dette inneholder også elevens selvtillit og tro på at hun eller han kan naturfag.
2. Holdninger, verdier og disposisjoner knyttet til naturfag: I hvilken grad eleven ser på naturfag som relevant for sitt daglige liv.
3. Kunnskap om at naturfag kan brukes til veldig mye: Elevens forståelse for nytteverdien og den brede anvendelsen av ferdigheter, kunnskap og kvalifikasjoner i naturfag.
4. Bruk av naturfagstoff i media: I hvilken grad eleven ser på eller leser naturfagstoff i media, inkludert TV, bøker, blader og på nett.
5. Deltakelse på uformelle læringsarenaer i naturfag: Hvor ofte eleven deltar på uformelle læringsarenaer i naturfag, for eksempel vitensentre, vitenskapsmuseer, naturfagklubber og naturfagmesser.
6. Familiens ferdigheter, kunnskaper og kvalifikasjoner i naturfag: I hvilken grad elevens familie har naturfagrelaterte ferdigheter, kvalifikasjoner, jobber og interesser.
7. Å kjenne folk med naturfagrelaterte roller: Menneskene eleven kjenner (på en meningsfylt måte) innenfor storfamilien, venner, medelever og omgangskretsen som jobber i naturfagrelaterte roller.
8. Å snakke om naturfag til daglig: Hvor ofte en elev snakker om naturfag med nøkkelpersoner (for eksempel venner, søsken, foreldre, naboer eller personer i omgangskretsen).

Hentet fra heftet *The Science Capital Teaching Approach*².
Oversatt til norsk av Naturfagsenteret.



RELEVANS OG KONTEKST



Fra boller og refleksvest til læring – Hvordan lykkes med undervisning som involverer andre læringsarenaer?

Besøke arbeidsplasser, bruke museer og vitensentre, ta elevene med ut i skogen – hvilken lærer drømmer vel ikke om å la elevene lære på denne måten? Selv om det høres fint ut i teorien, er det ikke alltid like lett å lykkes i praksis. Timer med planlegging og koordinering resulterer i en lang omvisning med altfor mange vanskelige ord og boller til lunsj. Hadde elevene en fin tur? Ja visst! Lærte de noe? Nei. Bortkastet tid tenker du, neste gang holder vi oss i klasserommet.

Å bruke andre læringsarenaer, eller *utvide klasserommet*, kan styrke elevers forståelse av det de lærer i klasserommet, bidra til at elevene deltar mer aktivt i undervisningen og styrke elevenes indre motivasjon¹. Dette er noen av argumentene for hvorfor det å utvide klasserommet legger til rette for dybdelæring.

Det er likevel ingen automatisk sammenheng mellom å ta elevene ut av klasserommet og økt læring. Hvis du som lærer ikke har tenkt gjennom hensikten med å ta i bruk den andre læringsarenaen og på hvilken måte denne kan bidra til økt forståelse hos elevene, kan det fort ende som i beskrivelsen innledningsvis.

I forskningslitteraturen ser vi at det er noen typiske fallgruver som går igjen når klasserommet utvides². Et av problemene er at aktivitetene utenfor klasserommet ofte er en omvisning eller et foredrag av en ekstern fagperson – aktiviteter som i seg selv ikke gir elevene anledning til å delta aktivt.

Flere studier har også avdekket at aktivitetene på andre arenaer ofte gjennomføres uten for- og etterarbeid. Dette gjør det vanskelig for elevene å gjøre koblinger mellom klasserommet og de andre

læringsarenaene, noe som er sentralt for dybdelæring. I tilfeller der lærere samarbeider med eksterne fagpersoner, viser studier at samarbeidet mest handler om logistikk og lite om målet med og innholdet i undervisningen.

For å unngå disse fallgruvene kan *Modellen for utvidet klasserom* være til hjelp. Modellen er et didaktisk verktøy for å planlegge undervisning som involverer andre læringsarenaer, og lærere og eventuelle samarbeidspartnere kan bruke denne til å lage undervisningsopplegg som utfordrer elevene, gir dem et innblikk i hvordan realfag anvendes utenfor skolen og som bidrar til elevenes læring og motivasjon. Modellen er basert på *Teaching for understanding* utviklet av lærere og forskere ved Harvard University i USA³ og 20 år med ulike forsknings- og utviklingsprosjekter.²

Selve modellen består av seks trinn. Trinn én til fire gir rammen for undervisningsopplegget, mens trinn fem og seks handler om innholdet i undervisningen, det vil si alle aktivitetene elevene skal gjøre i og utenfor klasserommet i løpet av opplegget. Resten av denne artikkelen vil beskrive de ulike trinnene og hvordan du kan bruke modellen til å utvide klasserommet ditt på en god måte.

RELEVANS OG KONTEKST



Elever ved Solvang ungdomsskole gjør undersøkelser på ei strand. Foto: Naturfagsenteret

1. Velg tema

Det første du må gjøre er å bestemme hvilket tema dere skal jobbe med. Dette bør være et tema som både du og elevene opplever som relevant og hvor det er naturlig og hensiktsmessig å ta i bruk arenaer utenfor klasserommet. I tillegg bør temaet være rikt, det vil si at elevene skal kunne nærme seg temaet på ulike måter. Dette gir flere elever lyst og anledning til å ta del i undervisningen.

2. Finn fram til et oppdrag som elevene skal løse

Når temaet er bestemt, er neste trinn å finne fram til et oppdrag som elevene skal løse. Oppdraget kan enten komme fra en reell samarbeidspartner, for eksempel fra en bedrift, et museum eller en organisasjon, eller det kan være et fiktivt oppdrag hvor læreren

tar utgangspunkt i en reell problemstilling med en tenkt oppdragsgiver. Det er lurt å legge litt arbeid i å formulere et godt oppdrag.

Oppdraget bør følge disse sju kriteriene:

- Oppdraget kommer fra en oppdragsgiver.
- Oppdraget ligner på problemstillinger som fagpersoner jobber med.
- Bakgrunnen for arbeidet som skal utføres kommer tydelig fram.
- Oppdraget inneholder en tydelig bestilling på hva elevene skal gjøre for oppdragsgiver og hva som kreves av løsningen.
- Oppdraget krever at elevene må anvende kunnskaper og ferdigheter i realfag (de kan ikke bare «google» svaret).
- Oppdraget åpner for at elevene kan gjøre egne valg knyttet til for eksempel framgangsmåte eller valg av løsning.
- Det angis når og hvordan løsningen på oppdraget skal presenteres (rapport, forskerplakat, presentasjon osv.)

Bruk av oppdrag som følger disse kriteriene har blitt testet ut i stor skala gjennom Lektor2-ordningen⁴, og foreløpige resultater viser at elevene opplever dette som motiverende og meningsfullt⁵. Slike oppdrag kan gjøre det lettere å skape sammenheng mellom under-

Oppdrag

Når du planlegger et oppdrag, er det viktig å tenke på innholdet i teksten (bruk kriteriene) og at oppdraget ser autentisk ut. Oppdraget kan for eksempel utformes som et brev til elevene. Eksempler på oppdragsbrev og tips til formulering av oppdrag kan du finne her: lektor2.no/oppdrag

RELEVANS OG KONTEKST

visningen i og utenfor klasserommet og legger samtidig til rette for at elevene må delta aktivt i undervisningen gjennom å anvende kunnskapene og ferdighetene de tilegner seg.

Andre fordeler med denne typen oppdrag er at realfag på skolen kobles til reelle utfordringer i samfunnet, noe som kan gjøre det lettere for elevene å oppleve nytteverdien av realfag. For å oppnå disse fordelene er det viktig at oppdraget brukes aktivt i undervisningen og knyttes til det elevene jobber med i timene.

3. Hvilke kunnskaper og ferdigheter trenger elevene for å løse oppdraget?

Når oppdraget er bestemt, må du avdekke hva elevene trenger av kunnskaper og ferdigheter for å løse oppdraget. Dette danner grunnlaget for å utforme selve undervisningsopplegget. Jo mer konkret du klarer å beskrive kunnskapene og ferdighetene som trengs, jo enklere blir det å planlegge selve innholdet i undervisningen.



Stemmer terrenget med forkartlegginga? Foto: Naturfagsenteret

Kunnskaper: Med kunnskaper menes sentrale begreper, prinsipper, faktaopplysninger o.l. som elevene må kunne for å løse oppdraget.

Ferdigheter: Med ferdigheter menes hvilke oppgaver elevene må kunne utføre for å løse oppdraget. Dette kan for eksempel være å samle inn ulike type informasjon, registrere og analysere data eller argumentere for valg de tar underveis. I tillegg må elevene kunne presentere løsningen sin på en hensiktsmessig måte (rapport, presentasjon, brosjyre eller lignende).

Etter at du har satt opp hvilke kunnskaper og ferdigheter elevene trenger, er det viktig at du selv går gjennom oppdraget og tenker på hva en god løsning på oppdraget bør inneholde og hvilke kriterier som skal brukes for å vurdere elevenes kompetanse.

4. Hva kan elevene gjøre på den andre læringsarenaen som de ikke kan gjøre i klasserommet?

Når du skal ta i bruk arenaer utenfor klasserommet, er det viktig å tenke over hva som er det unike med disse. Allerede i trinn 1 tenkte du på hvordan andre læringsarenaer kan styrke undervisningen i det valgte temaet. Hva er det disse arenaene kan tilby elevene som ikke kan gjøres i klasserommet? Det er ofte disse tingene som er med på å legge til rette for dybdelæring. Eksempler på hva arenaer utenfor klasserommet kan bidra med er:

- reelle oppdrag til elevene fra lokale bedrifter, institusjoner, museer e.l.
- autentiske data, tallmateriale o.l. som elevene kan innhente og bearbeide
- lokale problemstillinger som elevene opplever som relevante for egen hverdag
- utstyr, objekter o.l. som skolen ikke har selv

5. Velg aktiviteter som setter elevene i stand til å løse oppdraget.

Når du har avdekket hvilke kunnskaper og ferdigheter elevene trenger for å løse oppdraget, kan du med utgangspunkt i dette begynne å planlegge selve undervisningen. Hvilke aktiviteter må elevene ta del i for å kunne løse oppdraget? Hva bør gjøres i klasserommet, og hva bør gjøres utenfor?

RELEVANS OG KONTEKST



Elever jobber på et laboratorium. Foto: Inger Kristin Hognestad

Her kan det være lurt å dele undervisningsopplegget inn i ulike faser, for eksempel på denne måten:

- Fase 1: Introdusere oppdraget for elevene.
- Fase 2: Elevene jobber med ulike aktiviteter i og utenfor klasserommet som gir dem de kunnskapene og ferdighetene de trenger for å løse oppdraget.
- Fase 3: Elevene anvender det de har lært til å løse oppdraget.

Etter at elevene har løst oppdraget, kan det være nyttig å ha en samtale med elevene om hvordan det har vært å jobbe på denne måten. Hva opplever elevene at de sitter igjen med? Ville de løst oppdraget annerledes dersom de fikk sjansen på nytt? Hva tenker de om bruk av realfag utenfor klasserommet?

De ulike aktivitetene elevene skal gjennomføre må utfordre dem utover det å memorere faktakunnskap eller kopiere svar fra lære-

Naturfag 1/18

bøker og internett. For å sette elevene i stand til å *anvende* kunnskaper og ferdigheter er du avhengig av at aktivitetene du planlegger, bidrar til å bygge elevenes forståelse. Et kontrollspørsmål du bør stille deg er: *Kan elevene gjøre aktiviteten uten å forstå?*

Et nyttig verktøy i denne sammenhengen er det vi kaller *tankeprosessene*. Disse kan brukes for å sjekke om aktivitetene du har planlagt stimulerer elevenes tenkning og bidrar til å bygge forståelse. Gode undervisningsaktiviteter bør få elevene til å gjøre en eller flere av følgende tankeprosesser⁶:

- Observere nøye og beskrive det som er der
- Bygge forklaringer og tolkninger
- Resonnere basert på bevis (evidens)
- Gjøre koblinger
- Vurdere ulike synspunkter og perspektiver
- Fange essensen og formulere konklusjoner
- Undre seg og stille spørsmål
- Avdekke kompleksitet og gå i dybden

En mer utfyllende beskrivelse av tankeprosessene og hvordan du kan planlegge aktiviteter som bidrar til å bygge og synliggjøre elevenes forståelse kan du lese i artiklene på henholdsvis side 86 og 50.

6. Velg aktiviteter for undervisningsvurdering.

Når du planlegger undervisningsopplegget, må du også planlegge når og på hvilke måter du skal få informasjon om hvor elevene er i læringsprosessen, hvordan du kan veilede dem og hvordan du bør justere undervisningen. Dette kan for eksempel handle om elevenes forståelse av ulike fagbegreper eller hvor de er i arbeidet med å løse oppdraget. På side 46 kan du lese mer om planlegging av undervisningsvurdering.

Noter

- 1 Frøyland, M. (2010). *Mange erfaringer i mange rom. Variert undervisning i klasserom, museum og naturen*. Abstrakt forlag.
- 2 Remmen, K. B., Frøyland, M. (2017). «Utvidet klasserom» – Et verktøy for å designe uteundervisning i naturfag. *Nordic Studies in Science Education*, 13(2), 218-229.
- 3 Wiske, M. S. (1998). What is teaching for understanding? I M.S. Wiske (Red.), *Teaching for Understanding: Linking Research with Practice*. Jossey-Bass.
- 4 Lektor2: lektor2.no
- 5 Elevundersøkelser gjennomført i Lektor2 skoleåret 2015/16 og 2016/17
- 6 Ritchhart, R., Church, M. & Morrison, K. (2011). *Making Thinking Visible: How to Promote Engagement, Understanding, and Independence for All Learners*. Jossey-Bass.

RELEVANS OG KONTEKST

Yrkesretting av naturfag

Korleis kan vi få elevane til å sjå at naturfag har noko å seie for livet utanfor klasserommet? Ved å synleggjere yrke i undervisningsopplegga kan elevane sjå nytteverdien av naturfag.

– Når får vi bruk for dette, lærar? Mange elevar slit med å sjå på naturfag som noko som angår dei og livet deira, noko som kan gjere det vanskeleg for dei å motivere seg for naturfag. Spørsmålet over er sannsynlegvis eit ikkje heilt ukjent spørsmål for lærarar, og viser at elevane etterspør samanhengen mellom det dei lærer på skolen og det dei får bruk for i livet sitt. I artikkelen på side 30 blir konseptet *undervisning for naturfagleg kapital*¹ beskrive, som handlar om nettopp dette – å hjelpe elevane til å sjå koplingar mellom naturfag og verda og livet utanfor klasserommet.

Omgrepet *naturfagleg kapital* fangar opp all naturfagleg kunnskap, haldningar, erfaringar og sosiale kontaktar ein person kan ha. Det britiske forskingsprosjektet *Enterprising Science*² har funne at jo meir naturfagleg kapital ein person har, jo meir sannsynleg er det at ein person vel realfag seinare i livet. Det viser seg også at elevar som har fått naturfagundervisning etter konseptet *undervisning for naturfagleg kapital* utviklar positive haldningar til naturfag. Derfor meiner dei at det er viktig for motivasjonen for naturfag at læraren bygger på den naturfaglege kapitalen elevane allereie har frå før og i tillegg bygger ny naturfagleg kapital.

I denne artikkelen konsentrerer vi oss om dimensjonen *kunnskap om at naturfag kan brukast til veldig mykje*. Denne dimensjonen av naturfagleg kapital handlar om å gi elevane forståing for nytteverdien av naturfag gjennom å eksplisitt vise til ferdigheiter og kunnskapar som er nødvendige i ulike typar yrke. Det er dette vi i denne artikkelen definerer som yrkesretting.

Eit undervisningsopplegg om elektrisitet³ for 5.–7. trinn er eit godt eksempel på yrkesretting. I opplegget får elevane eit oppdrag – dei



skal ta fagbrev som modellhuselektrikarar. Gjennom opplegget er elevane elektrikalærlinglar, og oppdraget som grunnlag for fagbrev er todelt: Dei skal lage ei bok om lamper, og dei skal lage eit modellhus der alle romma har skjult elektrisk anlegg, lamper og lysbrytar.

Gjennom heile opplegget blir elektrisitet kopla til kvardagen til elevane og til elektrikaryrket. Dei viktigaste ressursane til elevane er eit lærlinghefte og tre korte lesebøker. Lærlingheftet er ei støtte til arbeidet til elevane undervegs i opplegget. Der skal elevane skrive notat, løyse oppgåver og lage arbeidsteikningar. Lærlingheftet



Modellhus med elektrisk anlegg. Foto: Rim Tusvik

RELEVANS OG KONTEKST



Utdrag frå elevbok om kvardagen til ein elektrikar. Les meir på naturfag.no/elektrisitet

inneheld også ei eiga ordliste med elektrikarord. Når oppdraget er fullført, lampeboka er ferdig og modellhuset godkjent, tar elevane fagprøve og får utdelt fagbrev som modellhuselektrikar.

I opplegget les elevane tre korte bøker. Den første handlar om små og store system, den andre er ei fagbok om elektrisitet som dei treng for å ta fagbrev og den tredje er ei bok som følger ein elektrikar i yrkeskvardagen hennar. Elevane diskuterer og samanliknar det dei sjølve har gjort med det ein elektrikar gjer. Elevane må for eksempel lese og følge eit koplingsskjema når dei legg inn det elektriske anlegget i modellhuset. Boka viser eksempel på korleis eit koplingsskjema for ein elektrikar ser ut, og elevane kan samanlikne med det koplingsskjemaet dei sjølve har bruka.

Utgangspunktet for undervisningsopplegget var eit ønske om ei kvardagsrelevant tilnærming til temaet elektrisitet. I ein slik kontekst var det naturleg å kople elektrisitet til heimen til elevane og til elektrikaryrket. Gjennom å lage ei bok om lamper knyter elevane kunnskap om elektrisitet til produkt vi alle omgir oss med i kvardagen. Og i arbeidet med modellhuset får elevane innblikk i arbeidsoppgåvene til ein elektrikar. Brannfare og sikkerheit er ei viktig oppgåve for ein elektrikar, og det er også ein viktig del av grunnlaget til elevane for å få fagbrev som modellhuselektrikar.

Stephanie les symbol

Stephanie les ikkje berre varlege teikstar når ho er på jobben. Ho les også koplingsskjema med symbol. På koplingsskjemaet kan ho lese korleis ho skal kople lamper, leiingar, brytarar og koplingsboksar.

Symbola er eit eige språk som elektrikarar frå alle land kan forstå.

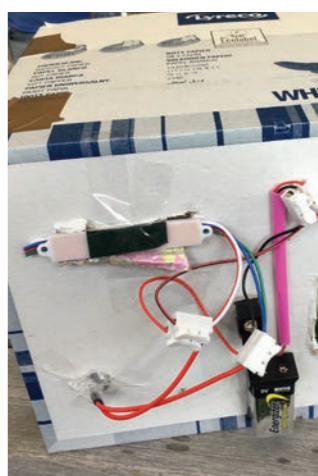
220 volt
Lampe 1
Koplingsskjema 1
Lampe 2
Koplingsskjema 2
Brytar 2
Lampe 3
Sikringsboks 1
Sikringskontakt

Dette er symbol og koplingsskjema som elektrikarar brukar. Kjenner du igjen nokre av symbola? Dei rette strekane er symbol for leiing. Kvar strek symboliserer to leiingar, der den eine leiinga leier strømmen den eine vegen og den andre leier strømmen den andre vegen.

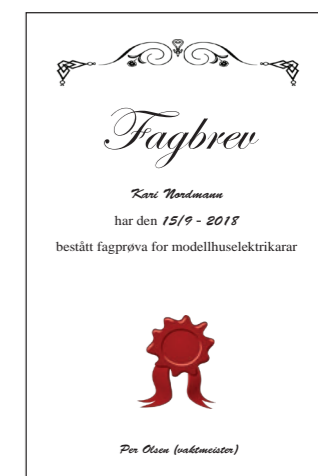
Ingen like dagar

Det beste med å jobbe som elektrikar er at ingen dagar er like, syntest Stephanie. Det er mange nye og spennande oppgåver å løysa. – Eg møter heile tida nye menneske, og jobbar på stadar eg ikkje har vore før, seier Stephanie.

Nokre dagar jobbar Stephanie med papirarbeid på kontoret.



Til venstre: Baksida av eit modellhus. Foto: Rim Tusvik. Til høgre: Mal for fagbrev som modellhuselektrikar.



Notar

- 1 Godec, S., King, H. og Archer, L. (2017): *The Science Capital Teaching Approach: engaging students with science, promoting social justice*. University College London.
- 2 ucl.ac.uk/ieo/departments-centres/departments/education-practice-and-society/science-capital-research/enterprising-science
- 3 naturfag.no/elektrisitet

PROGRESJON OG VURDERING

For at undervisningen skal være målrettet, er progresjon og vurdering viktige verktøy. Første steg er å definere målet med undervisningen, deretter finne ut hva elevene kan om temaet fra før og så legge opp et løp fram til målet. Underveis må læreren gjennomføre vurderinger for å kartlegge elevenes progresjon mot målet.





Vurdering – begrepsavklaring og rammevilkår

Det er skrevet og snakket mye om vurdering, men mange av begrepene som brukes er vage og gir rom for ulike tolkninger av hva vurdering er. Her ser vi på noen av begrepene og gir en kort oversikt over rammevilkårene som ligger til grunn for vurdering i skolen.

Vurdering er så mangt. Det spenner fra vurderingsformer hvor formålet er å skaffe til veie detaljert, sammensatt og kompleks informasjon om enkeltelevers læring til å vurdere større elevgruppers læring som for eksempel nasjonale prøver, eksamen eller PISA-undersøkelsen.

Underveisvurdering, sluttvurdering, formativ vurdering, summativ vurdering, egenvurdering, kameratvurdering, tilbakemelding og framovermelding er noen av ordene vi bruker når vi snakker om vurdering i skolen. Det er mange ulike meninger om innhold og betydning av disse begrepene, og det er viktig at det foreligger et tolkningsfelleskap i lærerkollegiet.

Faglitteraturen

Innenfor den internasjonale faglitteraturen om vurdering er det vanlig å skille mellom *formativ* og *summativ* vurdering. Black og Wiliam¹ deler inn i tre hovedtyper av formål for vurdering: formativ for å støtte læring, summativ for seleksjon og sertifisering for videre utdanning og jobb og summativ for synliggjøring av skolens kvalitet overfor samfunnet. Begge vurderingsformer har som mål å samle informasjon om elevers læring. I likhet med Black og Wiliam mener Harlen² at forskjellen på formativ og summativ vurdering er hvordan informasjonen brukes. I følge henne har formativ vurdering ett formål: å bidra til elevenes læring. Hvis vurderingen ikke bidrar til læring, så er den ikke formativ. Summativ vurdering deler hun i ekstern og intern. Intern bruk er for å rap-

portere elevers resultater til eleven selv, foreldre og skolen, mens ekstern bruk er for seleksjon og som mål på skolens kvalitet.

Forskrift til opplæringsloven

Forskrift til opplæringsloven³ er førende for virksomheten i skolen, og lærere kan ikke velge vekk det som står her. Forskriften inneholder et helt kapittel som handler om vurdering der det skilles mellom *underveisvurdering* og *sluttvurdering*. Underveisvurdering er formativ vurdering som skal bidra til at eleven når kompetansemålene. Alle elever har rett til underveisvurdering. I forskriften er fire viktige prinsipper for læringsfremmende vurdering tatt med:

- Elevene forstår hva de skal lære og hva som er forventet av dem.
- Elevene får tilbakemeldinger som forteller dem om kvaliteten på arbeidet eller prestasjonen.
- Elevene får råd om hvordan de kan forbedre seg.
- Elevene er involvert i eget læringsarbeid ved blant annet å vurdere eget arbeid og utvikling.

Sluttvurderinger i skolen er standpunkt- og eksamenskarakterer. Når vi bruker Utdanningsdirektoratets begreper, er sluttvurderinger karakterene som kommer på vitnemålet til eleven. Dette er summative vurderinger. Første gang elevene får sluttvurderinger er etter 10. trinn. Disse skal gi informasjon om kompetansen til



Skriftlige prøver er en måte å vurdere elevene på. Foto: colourbox.no

eleven i fagene ved avslutningen av opplæringen. Bortsett fra eksamens- og standpunkt karakterer er alle tentamener, heldagsprøver og andre summative vurderinger på ungdomstrinnet underveisvurderinger. På barnetrinnet får ikke elevene sluttvurdering i form av en karakter, men de har krav på veiledning og tilbakemeldinger om nivå og progresjon underveis i skoleløpet. Alle vurderinger på barnetrinnet er underveisvurderinger.

Avslutningsvis vil vi poengtere at det ikke finnes noen enhetlig definisjon på ulike typer vurdering, men de fleste er enige i at det

handler om å samle informasjon om elevers læring for så å bruke denne informasjonen til ulike formål.

Noter

¹ Black, P., og Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5, s. 7–74.

² Harlen, W. (2012). On the Relationship between Assessment for Formative and Summative Purposes. In Gardner, J. (Ed.), *Assessment and learning* (2nd ed., s.87-102). SAGE Publication Ltd.

³ lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-23-724



Underveisvurdering – et innblikk

Underveisvurdering er ikke en oppskrift med en rekke punkter som kan følges slavisk. Som så mye annet innenfor undervisning er det en prosess som avhenger av mange faktorer som varierer fra fag til fag, fra time til time og fra elevgruppe til elevgruppe. Likevel er det noen fellestrekk.

Underveisvurdering

Det foreligger mange ulike definisjoner på underveisvurdering, og forskere har ulike oppfatninger av hva som fungerer best og hvordan dette fører til læring. De fleste er likevel enige om at underveisvurdering er *en prosess hvor læreren innhenter og tolker informasjon om elevers tenkning og forståelse for så å bruke denne informasjonen som utgangspunkt for tilbakemeldinger til elever og justering av undervisning*¹.



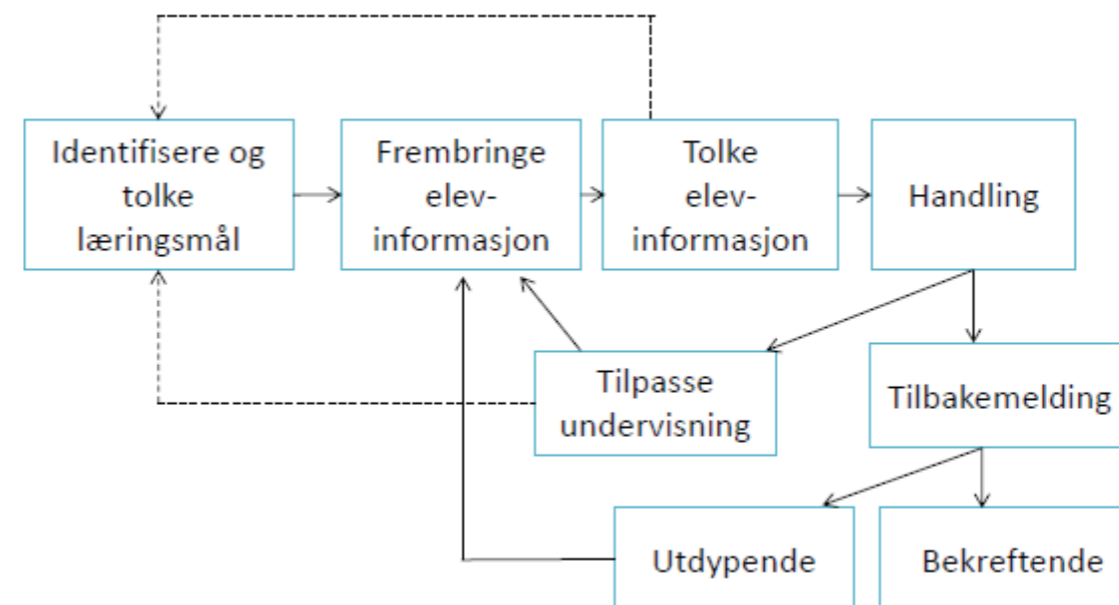
En kilde til informasjon om elevenes læringsprosesser kan være dialog mellom elever. Foto: pixabay.com

Underveisvurdering omtales ofte som avgjørende for elevers læring, og mange ord og begreper knyttes til underveisvurdering, f.eks. vurdering for læring, formativ vurdering, tilbakemeldinger og fremovermeldinger. Dette kan virke forvirrende, og da er det viktig å fremheve at det er ikke hva det kalles, men tolkningsfellesskapet i lærerkollegiet og hvordan praksisen utøves i klasserommet som er avgjørende for elevers læring.

Skjematisk fremstilling av underveisvurdering

Figur 1 viser hvordan underveisvurderingen kan gjennomføres i klasserommet. Det er en skjematisk fremstilling som bygger på pedagogiske teorier om underveisvurdering. Pilene i figuren indikerer at vurderingsarbeidet ikke er en statisk aktivitet, men en prosess som bølger fram og tilbake.

Kort fortalt starter det med at læreren har klart for seg hva læringsmålet er og retningen elevene skal ledes for å oppnå målet. Neste steg er å sette elevene i gang med de planlagte aktivitetene slik at læreren kan samle og tolke informasjon om elevenes forståelse opp mot læringsmålet. Deretter må læreren bruke denne informasjonen for å bestemme videre handling som bidrar til å fremme elevenes læring. Det kan for eksempel være å justere undervisningen til elevenes nivå, eller ved å gi tilbakemelding i form av bekreftelse eller i form av oppfølgende spørsmål og veiledning (utdypende). Ny innhenting av elevinformasjon er nødvendig for å se om lærerens handling har hatt ønsket effekt på elevenes læringsprogresjon.



Figur 1. Skjematisk fremstilling av underveisvurdering i klasserommet.²

God undervisning tar utgangspunkt i både læringsmål og elevenes eksisterende kunnskaper og oppfatninger. Det er informasjon om elevenes kompetanse og hvor de er i læringsprosessen som gir retning for videre planlegging og gjennomføring av opplæringen. Eksempler på kilder til informasjon om elevenes læringsprosesser er lærerens dialog med elever eller dialoger mellom elever, observasjoner av praktisk arbeid, muntlige presentasjoner, skriftlig arbeid og prøver. Det at elevene har jobbet med temaet tidligere er ingen god indikasjon på elevers forståelsesnivå. Det kan være stor forskjell på at noe er undervist og at elevene faktisk har lært noe.

Tilbakemelding kan være enten bekreftende eller utdypende, og det er behov for begge deler i undervisningen. Bekreftende tilbakemelding kan være i form av ros og oppmuntring eller bekreftelse på rett eller galt svar. Elever trenger oppmuntring, men for å bidra til læring er det viktig at rosen knyttes til den kunnskapen eller ferdigheten eleven viser. Utdypende tilbakemelding er for eksempel når læreren stiller spørsmål til elevers utsagn for å få et dypere innblikk i deres forståelse. Dette gir et grunnlag for å påpeke hva eleven har forstått og/eller hvordan jobbe videre med stoffet. *Hvordan- og hvorfor-spørsmål* er nyttige til dette formålet.

Hvis læreren gjennom sin vurderingspraksis ser at flere elever viser liten forståelse for temaet som undervises, kan en klok handling være å justere læringsmålet. Kanskje hadde ikke elevene den nødvendige forkunnskapen og de har behov for å starte på et lavere nivå? Eller det kan være at elevene trenger andre representasjonsmåter med en annen innfallsvinkel til temaet? Justering av læringsmål er også nødvendig når elevene har kommet lengre i sin læringsprogresjon enn hva læringsmålet i utgangspunktet legger opp til.

Målet med denne artikkelen har vært å gi et innblikk i underveisvurdering. Den er på ingen måte uttømmende, men det er gjort et utvalg av elementer som er med på å utgjøre kjernen av underveisvurdering.

Noter

¹ Black, P., og Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5, s. 7–74. On the Relationship between Assessment for Formative and Summative Purposes. In Gardner, J. (Ed.), *Assessment and learning* (2nd ed., s. 87–102). SAGE Publication Ltd.

Hattie, J. og Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.

² Haug, B.S. (2016) Begrepsforståelse og vurdering underveis i en utforsking. I Ødegaard, M., Haug, B.S., Mork, S.M. og Sørvik, G.O.. *På forskerfotter i naturfag*. (kap.7, s.144-158). Universitetsforlaget.



Planlegging av undervisning med vekt på underveisvurdering

I denne artikkelen ønsker vi å sette underveisvurdering i fokus og vise hvordan og hvorfor det er en naturlig del av undervisningen, ikke noe som kommer i tillegg. Undervisning som bidrar til elevenes læring krever planlegging. Vi ser på hvordan underveisvurdering kan planlegges og viser et eksempel på gjennomføring i klasserommet.

Vurdering er ikke én ting eller en oppskrift som kan følges, det er ulike ting som til sammen utgjør en vesentlig del av en god undervisningspraksis! (vår oversettelse).

og lang sikt, er det viktig å tenke gjennom følgende punkter når undervisningen planlegges:

- Hvilken kompetanse skal elevene ha til slutt i opplæringa, for eksempel ved slutten av skoleåret?
- Hvordan ser denne kompetansen ut når du bryter den ned til kortsiktige og konkrete delmål?
- Henger de kortsiktige og de langsiktige læringsmålene sammen på en god måte slik at det er en god, faglig progresjon?
- Vet elevene hva de skal lære og hva som er forventet av dem?
- Hvordan skal elevene lære dette?
- Hvordan skal du vurdere hva elevene har lært? Hvordan skal de vise sine ferdigheter, sin kunnskap og sin kompetanse, både underveis og til slutt i opplæringa?

Planlegging for dybdelæring og progresjon

I figur 1 beskriver Pellegrino² hvordan planlegging ser ut i en undervisningspraksis som legger vekt på dybdelæring og progresjon.

En avgjørende faktor for en god vurderingspraksis er å flytte oppmerksomheten fra hva *jeg gjør* som lærer til hvordan elevene skal vise hva *de* kan og forstår. Planleggingen starter med at læreren, med utgangspunkt i læreplanen, bestemmer hvilke kunnskaper og ferdigheter elevene skal oppnå med undervisningen, og hvordan de skal oppnå disse. Målene som skal nås gjelder elever, men de

Klare, tydelige læringsmål letter vurderingsarbeidet for læreren samtidig som elever lærer best når de forstår hva de skal lære og hva som er forventet av dem. I en god vurderingspraksis vet både lærer og elev hva målene med opplæringa er, og hvordan elevene må arbeide for å nå disse målene. For å få til dette, både på kort



Figur 1. Forenklet representasjon av det gjensidige forholdet mellom tre komponenter som er avgjørende i planleggingen av en undervisningspraksis som legger vekt på dybdelæring og progresjon. Oversatt fra Pellegrino².

er tett knyttet opp mot hva læreren ser etter av bevis for at elevene har tilegnet seg den ønskede kompetansen. Dette henger igjen sammen med hvilke oppgaver og aktiviteter elevene involveres i for å skaffe til veie bevis for læring. Først etter at læreren har bestemt hvilken type bevis som er nødvendig for å kunne vurdere elevenes forståelsesnivå, kan læreren planlegge hvilke oppgaver elevene skal jobbe med slik at deres tenkning synliggjøres, les mer på side 50.

Praksiseksempel

Vi viser her et eksempel på hvordan en planlegging, etter Pellegrinos figur, kan se ut i praksis.

I et undervisningsopplegg om krefter for 5.–7. trinn, er et overordnet mål at elevene skal forstå at magnetisme, elektrisk kraft og gravitasjon er krefter som virker på avstand. Et kortsiktig mål for første økt i dette temaet kan være å erfare at en egenskap ved krefter er at krefter virker enten som et skyv eller et drag mellom to objekter. Hvordan skal elevene lære dette? Beskrivelser som at eleven *vet at*, eller eleven *forstår at*, er vage. Mer presise beskrivelser av hva det å vite innebærer eller hva forståelse er, er nødven-



Krefter virker som et skyv eller et drag. Foto: pixabay.com

PROGRESJON OG VURDERING



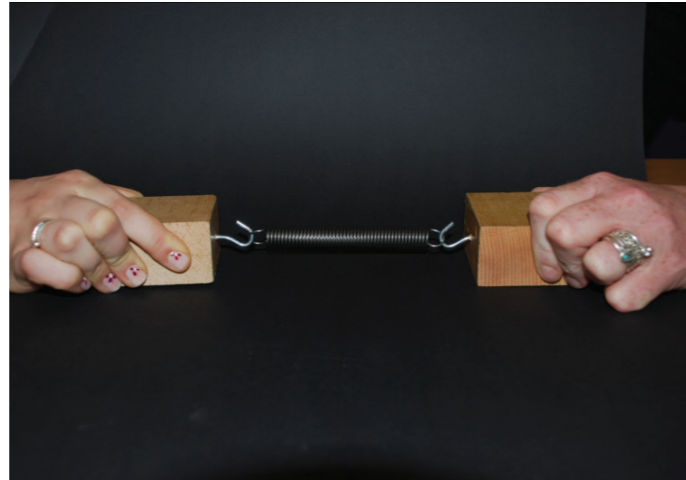
Figur 2. Kraftklosser, strekkfjær, trykkfjær og strikk. Foto: Naturfagsenteret

dig. Det kan være at eleven kan gjengi flere bevis (evidens) for at krefter virker mellom to objekter, og at de kan gjenkjenne et skyv eller et drag i ulike situasjoner og kontekster. I vurderingsarbeidet er det viktig at læreren på forhånd har tenkt gjennom hva som er bevis for at eleven har oppnådd de ønskede målene. Deretter må læreren planlegge hvilke ulike aktiviteter som kan gi elevene kunnskap om hva skyv og drag er. Skal de gjøre noe praktisk, skal de ha en skrive- og/eller leseaktivitet, og hvor mye tid skal settes av til å diskutere underveis i forløpet?

Aktivitene læreren velger bør synliggjøre hvordan elevene tenker, slik at aktivitetene kan brukes som bevis for læring. I arbeidet med krefter kan en aktivitet være at elevene får utdelt to kraftklosser, en strekkfjær, en trykkfjær og en strikk for å finne eksempler på krefter som drar klossene sammen eller skyver dem fra hverandre (figur 2).

Elevene noterer hva slags kraft de observerte (skyv eller drag) og hvordan de observerte det (for eksempel kjenner at strekkfjæra drar klossene mot hverandre, figur 3). Elevenes erfaringer kan deretter brukes som utgangspunkt for muntlig diskusjon i plenum, noe som sammen med elevenes notater gir læreren innblikk i elevenes forståelse og legger grunnlag for neste steg i undervisningen (se artikkel om undervisningsvurdering på side 44).

I tillegg til aktiviteten med klossene kan elevene se på bilder hentet fra hverdagslivet og diskutere hva slags type kraft som virker og



Figur 3. Kraftklosser med strekkfjær imellom. Foto: Naturfagsenteret

hvilke bevis de kan observere for at det virker et skyv eller drag. For eksempel når en hund drar i båndet (stramt bånd) eller ei jente dytter en gutt (jenta har strake armer og er framoverbøyd, gutten faller bakover). Dette kan gi læreren informasjon om elevene klarer å overføre erfaringene fra utprøvingen med kraftklossene til andre situasjoner og kontekster.



Hva slags type kraft virker når en hund drar i bånd? Foto: pixabay.com

PROGRESJON OG VURDERING

Mål	Naiv forståelse	Begynnende forståelse	God forståelse	Over forventet forståelse
Kjennetegn og bevis for krefter	Eleven gir uttrykk for noen misforståelser om krefter (f.eks. at det holder med ett objekt for at det skal virke krefter, at krefter kun virker når objektene er i bevegelse).	Eleven beskriver krefter som bare et skyv eller bare et drag. Eleven gjenkjenner kun endring av bevegelse som bevis for en kraft.	Eleven beskriver krefter som skyv eller drag og gjenkjenner flere bevis for at krefter virker mellom objekter.	Eleven beskriver i tillegg en kraft som en motsatt og like stor påvirkning mellom to objekter.

Figur 4. Progresjonstabell for krefter.

Eksempel på læringsprogresjon

Tabellen i figur 4 viser et eksempel på en læringsprogresjon for krefter i det omtalte undervisningsopplegget. Læreren kan bruke en slik progresjonstabell som støtte for både planlegging og gjennomføring av undervisningen. Tabellen gir eksempler på hva som kan godtas som bevis for læring og hva som skal vurderes. Den

gir også en oversikt over neste nivå i progresjonen, slik at læreren vet hva som må til for at eleven skal få en dypere forståelse. Pila indikerer at forståelse er en pågående prosess hvor målet er at flest mulig elever får en forståelse som beveger seg mot beskrivelsene til høyre i tabellen.

I progresjonstenkningens natur ligger det at elever ikke settes i bås ut i fra hvilket nivå de er på ved starten av et undervisningsforløp. Noen elever vil ha en rask progresjon, mens andre vil bruke lenger tid på å nå sitt neste nivå.

Oppsummering

En god vurderingspraksis har elevens læring som mål. For å oppnå læring, er det viktig å inkludere undervisningsvurdering med tydelige læringsmål og fokus på hvordan eleven skal få vist sin forståelse når undervisning planlegges. Det er vanskelig å se for seg hvordan elevene skal oppnå dybdelæring og progresjon i naturfag uten at vurdering er en integrert del av undervisningen.

Noter

- Bell, B. og Cowie, B. (2001). The characteristics of formative assessment in science education. *Science Education*, 85(5), 536-553.
- Pellegrino, J. W., Wilson, M., Koenig, J. og Beatty, A. (Eds.) (2014). *Developing assessments for the next generation science standards*. National Academies Press.



En progresjonstabell kan hjelpe læreren til å vite hva som må til for at eleven skal få en dypere forståelse. Foto: colourbox.no

PROGRESJON OG VURDERING



Gjer tenkinga til elevane synleg!

Kva er det eigentleg som foregår inni hovudet til elevane dine? Her presenterer vi strategiar du kan bruke for å stimulere tenkinga til elevane og få innblikk i kva elevane forstår.



Korleis kan vi sjå tankene til elevane? Foto: pixabay.com

Alle kan seie seg einige i at elevane lærer best når dei veit kor dei skal, kor dei er på vegen mot målet og kva dei bør gjere for å komme seg vidare. Du har sikkert mista tellinga over kor mange gongar *den sentrale rolla undervegsvurdering har for læring* har vore dagens tema. Korleis du kan gjere dette på ein effektiv måte, både med tanke på tid og utbytte, har du kanskje ikkje fått like mange svar på. Undervegsvurdering blir fort ein av mange ting du skal rekke over, og alle som har stått i klasserommet har nok erfart at dei ikkje fekk tak i kva elevane forsto og kva for misoppfatningar dei hadde før etter at undervisninga var gjennomført og neste tema sto for tur. Vi kan ikkje hjelpe deg inn i hovudet til elevane, men vi har lyst til å presentere eit verktøy du kan bruke for å få innblikk i tenkinga deira gjennom å gjere denne synleg. Å gjere tenkinga til elevane synleg, og dermed observerbar, betyr at elevane uttrykker

tankane sine gjennom for eksempel å snakke, skrive, teikne eller handle. Dette vil gi deg informasjon om forståinga til elevane undervegs, noko som gir eit godt grunnlag for tilbakemeldingar og for å vurdere om du bør endre undervisninga.

I artikkelen på side 86 kan du lese om kva for tankeprosessar som ofte er involverte når ein elev kjem eit skritt vidare i forståinga si, når eleven verkeleg forstår noko ho ikkje forsto tidlegare. Undervisningsaktivitetar som stimulerer desse tankeprosessane bidrar derfor til djupnelæring. Forskningsprosjektet *Visible Thinking*¹ sette seg som mål å utvikle verktøy lærarar kan bruke for å stimulere desse tankeprosessane og samtidig gjere tenkinga til elevane synleg. Resultatet blei over 30 læringsstrategiar du enkelt kan ta i bruk i eiga undervisning.

Læringsstrategiane frå Visible Thinking er ikkje aktivitetar i seg sjølve, men enkle prosedyrar som du flettar inn i undervisninga for å rette merksemda mot læringa til elevane. Dei ulike strategiane legg vekt på bestemte tankeprosessar, og du vel kva for strategi du vil bruke ut frå kva for type tenking du er ute etter å få fram hos elevane. Alle strategiane består av nokre få steg, der kvart steg inneheld eit spørsmål eller ein instruks, og det er måten desse er formulerte på og rekkefølga av dei som set i gang tankeprosessar hos elevane. Strategiane er også heilt generelle og alle lærarar kan bruke dei uavhengig av trinn, fag og gruppestørrelse. Meiniga er at du skal gjenta ein strategi i mange ulike samanhengar, slik at elevane etter kvart automatiserer han og sjølv tar han i bruk for å organisere, halde oversikt over og utfordre eiga tenking og læring. Videre kan du lese beskrivelsar av tre strategiar² for å få eit inntrykk av korleis dei er bygde opp og kan brukast.

PROGRESJON OG VURDERING

1. Anta-undre-utforske

Denne læringsstrategien legg spesielt vekt på tankeprosessane *gjere koplingar* og *undre seg og stille spørsmål* og gjer det mogleg for elevane å aktivere forkunnskapar, vere nysgjerrige og planlegge eiga utforsking.

Stega i strategien

Sei til elevane: Tenk gjennom det som akkurat blei presentert.

1. Kva antar du at du veit om dette?
2. Kva for spørsmål har du, eller kva undrar du deg over?
3. Kva får dette deg til å ville utforske?

Strategien minner om dei kjente VØL-stega «Kva Veit du?», «Kva Ønsker du å lære» og «Kva har du Lært?», men anta-undre-utforske er meir orientert mot læringsprosessen framfor faktakunnskap. Denne vesle språklege justeringa har stor innverknad på tenkinga til elevane. Dersom du for eksempel spør elevane om kva dei veit, kan dette gjere at usikre elevar melder seg ut. Spør du heller om kva elevane antar, opnar du for at elevane kan delta i samtalen sjølv om dei ikkje er sikre på at det dei seier er heilt riktig.

Når passar strategien?

Denne strategien fungerer godt i oppstartsfasen av undervisninga om alt frå store, komplekse samanhengar til matematiske formlar eller ei sak frå dagens avis. Du kan ta utgangspunkt i omtrent alt du tenker er relevant for elevane dine og som du ønsker at dei skal utvikle ei djupare forståing for. Klassa kan gjerne gå tilbake til strategien undervegs i undervisningsforløpet for å identifisere nye spørsmål og planlegge vidare utforsking. I tillegg kan du bruke det første steget i strategien (Kva antar du at du veit om dette?) som eit refleksjonsverktøy i slutten av ein undervisningsperiode for å vise elevane korleis forståinga deira har utvikla seg. Å reflektere over det siste steget i strategien (Kva får dette deg til å ville utforske?) vil bevisstgjere elevane på at læring er ein pågåande prosess, og at det alltid er meir å forstå, sjølv etter å ha jobba med noko over tid.

Korleis bruke strategien?

Start med å gi elevane litt tid til å tenke over det som blir introdusert. Deretter kan de ha ei idémyldring for å få fram tankar rundt dei tre stega i strategien, enten i grupper eller som heil klasse. Pass på at elevane får nok tid til å tenke mellom kvart steg før dei deler tankane sine med resten av gruppa eller klassa. Dersom strategien blir gjennomført som ein heilklassemtale, får alle elevane innblikk i tankane til kvarandre. Viss han derimot blir gjennomført i mindre grupper, kan du få elevane til å svare gruppevis, for eksempel gjennom å fokusere på det dei undrar seg over. Elevane kan deretter jobbe i par eller små grupper for å planlegge utforskinga av spørsmåla dei synest er mest interessante.

Ein annan variant av denne strategien er å be elevane skrive svara sine på lappar som deretter blir plasserte på ei felles liste. Inkluder alle svar på lista, også dei som viser misoppfatningar og tilsynelatande naive tankar og spørsmål, slik at de kan gå tilbake og vurdere lista etter at klassa har jobba meir med temaet.

Vurdering

Å lytte til eller lese responsar frå elevane frå det første steget i strategien (Kva antar du at du veit om dette?) gir deg innsikt i den nåverande forståinga til elevane og moglege misoppfatningar. Dette kan du bruke til å tilpasse undervisninga. Steg to (Kva for spørsmål har du, eller kva undrar du deg over?) gir deg eit innblikk i kva elevane er interesserte i å utforske nærmare. Legg merke til om elevane er nysgjerrige og om dei er i stand til å formulere utforskande spørsmål, eller om dei er meir fokuserte på å samle fakta. Steg tre (Kva får dette deg til å ville utforske?) gjer at du kan sjå evna elevane har til å planlegge eiga utforsking. Ved å gjenta strategien fleire gongar i løpet av undervisningsperioden, kan du få god oversikt over kva for nivå elevane er på og få kartlagt utvikling og framgang.

PROGRESJON OG VURDERING

2. Overskrifter

Denne strategien legg spesielt vekt på tankeprosessane *fange essensen og formulere konklusjonar og vurdere ulike synspunkt og perspektiv*, og brukar overskrifter (av typen vi finn i aviser) som reiskap for å summere opp og trekke ut det sentrale i ei hending, eit konsept, eit tema eller liknande.

Stega i strategien

Spør elevane:

1. Dersom du skulle lage ei overskrift som fekk fram det du tenker er det aller viktigaste å vite om dette, kva ville den overskrifta ha vore?

Dersom du stiller dette spørsmålet i forkant av undervisninga, kan du seinare følge opp med følgjande spørsmål for å sjå korleis tankane til elevane forandrar seg over tid:

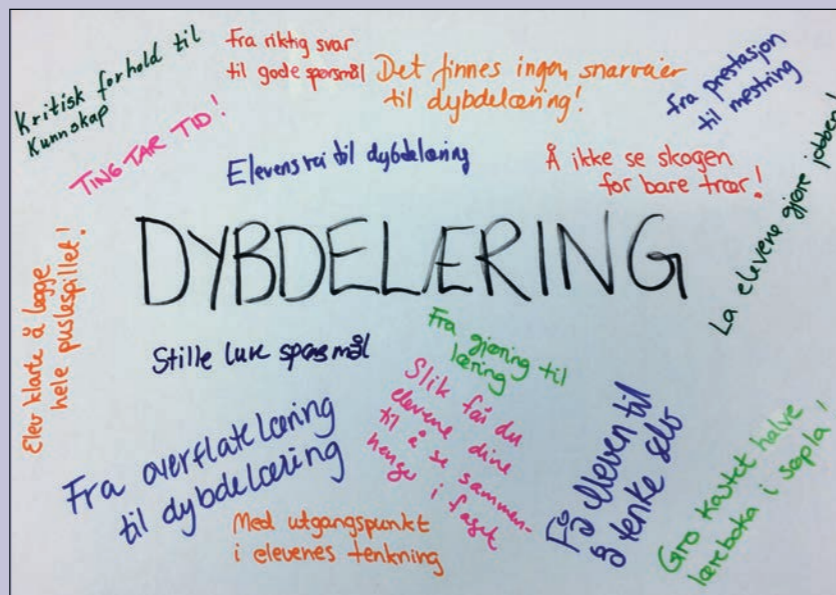
2. Korleis har overskrifta di forandra seg etter det vi har jobba med? Korleis er ho annleis enn den du kom fram til tidlegare?

Når passar strategien?

Denne strategien fungerer best på slutten av ein aktivitet eller ein time der elevane har fått ny informasjon eller høyrte nye meiningar.

Korleis bruke strategien?

Strategien kan effektivt bli kombinert med tenk-par-del (individuell-gruppe-plenum). For eksempel kan du på slutten av timen spørre klassa: «Tenk på alt vi har snakka om i dag. Dersom du skulle skrive ei overskrift som fekk fram det aller viktigaste aspektet, kva ville den overskrifta ha vore?» Deretter kan du seie: «Del overskrifta di med naboen.» Du kan så samle klassa igjen ved å spørre: «Kven fekk høyre ei overskrift frå nokon andre som dei syntest var spesielt god til å få fram det



Lag en overskrift som får fram det mest sentrale aspektet ved dybdelæring.

viktigaste av det vi har jobba med?» Du kan skrive opp overskriftene til elevane på ei felles liste og vurdere å oppdatere lista etter kvart som klassa lærer meir om temaet. Du kan bruke oppfølgingsspørsmålet «Korleis har overskrifta di forandra seg, eller korleis er ho annleis enn den du kom fram til tidlegare?» for å hjelpe elevane til å reflektere over forandring i tenkinga deira.

Vurdering

Du kan få mykje informasjon om forståingsnivået til elevane gjennom overskriftene dei presenterer. Viser overskrifta at eleven har sett eller lagt merke til noko du ikkje var klar over at eleven hadde fått med seg? Har eleven laga ei overskrift som er verdt merksemda til heile klassa? Klarar overskrifta å fange essensen, eller fokuserer den på noko som ikkje er sentralt? Dersom elevane lagar fengande overskrifter, men i mindre grad lykkast med å synleggjere kva dei meiner er sentrale aspekt ved temaet, kan du be elevane forklare resonnetet bak overskrifta dei har valt grundigare.

PROGRESJON OG VURDERING

3. Kople-utvide-utfordre

Denne læringsstrategien legg spesielt vekt på tankeprosessane *gjere koplingar og avdekke kompleksitet og gå i djupna*. Strategien hjelper elevane til å kople ny informasjon til eksisterande kunnskap, samtidig som dei blir merksame på spørsmål, uklarheiter og vanskelegheiter undervegs.

Stega i strategien

Sei til elevane: Tenk over det du nettopp las, så eller høyrde, og spør deg sjølv:

1. Korleis er informasjonen du har fått presentert kopla til det du visste frå før?
2. Kva for informasjon fekk du som utvida tenkinga di i nye retningar?
3. Kva er fortsatt utfordrande? Kva lurar du på nå?

Når passar strategien?

Det naturlege tidspunktet for å bruke denne strategien er etter at elevane har blitt presenterte for noko nytt. Det kan vere etter å ha lest ein tekst, sett ein film, eller det kan vere i slutten av ein time eller periode. Strategien passar i alle faglege kontekstar så lenge det nye innhaldet kan bli kopla til dei tidlegare kunnskapane eller erfaringane til elevane.

Introduksjon av læringsstrategiane i undervisninga

Lærarar som har tatt i bruk strategiane frå Visible Thinking fortel at både dei og elevane kan oppleve desse som litt frittstående og kunstige i starten. Eit tips er å fortelje elevane korleis ein strategi kan hjelpe dei til å lære betre når du introduserer han for første gang. Når strategiane blir bruka regelmessig, blir dei etter kvart ein naturleg del av undervisninga. Lærarar fortel om ein progresjon frå å sjå på strategiane som noko dei vil prøve ut til målretta verkty for å stimulere tenkinga dei ønsker å fremme i ein gitt lærings situasjon. Dei opplever også ein tilsvarande progresjon hos elevane: frå å gjennomføre dei formelle stega i strategien til å bruke strategien for å overvake eiga læring. Elevane viser auka forståing for betydninga av eigne tankar og for at læring tar utgangspunkt i og bygger på eiga tenking.

Korleis bruke strategien?

Det kan ta litt tid for elevane å bli kjende med ordlyden i strategien. For å hjelpe elevane til å forstå dei ulike omgrepa bør du gi elevane eksempel på sentrale koplingar, informasjon som kan utvide tenkinga og utfordringar det er meningsfullt å gå vidare med.

Etter at elevane har svart på spørsmåla individuelt, kan du be dei om å dele tankane sine i par eller små grupper. For å gjere tenkinga til heile klassa synleg kan det vere nyttig å avslutte arbeidet ved å få elevane til å skrive ned nokre av tankane sine på lappar som dei heng på ei felles liste som er delt inn i koplingar, utvidingar og utfordringar. Etter at klassa har jobba meir med temaet, kan de gå tilbake og vurdere og oppdatere lista og på denne måten synleggjere utviklinga til elevane.

Vurdering

Både koplingane og utvidingane elevane deler kan gi deg informasjon om forståinga til elevane. Klarar elevane å sjå koplingar mellom det nye og det de har jobba med tidlegare? Ser elevane korleis det dei jobbar med er kopla til eller har relevans for meir overordna tema, andre fag eller til livet utanfor skolen?

På nettsida visiblethinkingpz.org finn du informasjon om korleis det kan vere lurt å starte opp arbeidet med å gjere tenking synleg i eiga klasserom, beskrivelser av alle læringsstrategiane og «Pictures of Practice» som illustrerer strategiane gjennom eksempel, bilde og filmar frå klasserom. Lykke til i arbeidet med å gjere tenking verdsett og synleg i klasserommet ditt!

Notar

- 1 Project Zero's Visible Thinking, Harvard Graduate School of Education
- 2 Modifisert etter beskrivelse av strategiene i *Making Thinking Visible* (Ritchhart, R., Church, M. & Morrison, K. (2011). *Making Thinking Visible: How to Promote Engagement, Understanding, and Independence for All Learners*. Jossey-Bass) og Project Zero's Visible Thinking nettside (visiblethinkingpz.org)



Progresjon i naturfag: Hva og hvordan?

I fagfornyelsen er kjerneelementer, dybdelæring og progresjon sentrale begreper¹. I denne artikkelen skal vi se nærmere på progresjonsbegrepet. Progresjon kan knyttes til hvordan læreplanene er bygget opp. Hvordan kan vi best mulig sørge for sammenheng og helhet i overgangen mellom de ulike trinnene i skolen? Progresjon handler også om lærerens egen planlegging og vurdering av læring for å skape helhet og sammenheng i undervisningen på et trinn.

Forkunnskaper

Alle elever utvikler ideer om verden rundt seg gjennom observasjoner, ulike erfaringer og refleksjoner. Dette er det vi kan kalle intuitive ideer og oppfatninger eller «hverdagsforestillinger». Det kan være enkle forklaringsmodeller for å beskrive egne erfaringer. Hvert barn vil ha en progresjon i tenkningen sin fra tidlige barneår til mer robuste ideer og oppfatninger som forklarer mange ulike, men beslektede fenomener.

En presis progresjonsbeskrivelse som gjelder for alle, blir derfor urealistisk.¹ Men det fins noen felles trekk i elevers tenkning og forkunnskaper som gir en bredere beskrivelse av hva vi kan forvente på ulike trinn og innen ulike fagområder i naturfag.

Det er forsket mye på elevers egne ideer, og funnene viser at elever ofte har forklaringsmodeller som ikke samsvarer med de naturfaglige forklaringene. En utfordring i skolen er derfor hvordan vi kan hjelpe elevene til å utvikle sine tidlige intuitive ideer til mer naturfaglige forklaringsmodeller, slik læreplanen beskriver i kompetansemålene. Lærere (og læreplanmakere) må ha innsikt i hvordan elever kan oppnå forståelse innen ulike områder i faget. Det forutsetter både undervisnings- og vurderingsplanlegging med utgangspunkt i to sentrale spørsmål:

- Hvilke forkunnskaper har elevene? Hva kan elevene, hva forstår de og er i stand til å gjøre ved starten av undervisningen om temaet? Hvordan vet jeg dette?

- Hva forventer jeg (og læreplanen) at elevene skal kunne, forstå og være i stand til å gjøre ved slutten av undervisningen om temaet?

Modeller for progresjon

I litteraturen kan vi finne ulike modeller for progresjon². Den vanligste modellen beskriver progresjon som klatring i en stige, der hvert trinn må beherskes før neste trinn kan tas. «Avstanden» mellom trinnene kan variere fra tema til tema og fra år til år i utdanningsløpet. Denne måten å se progresjon på, forutsetter en lineær utvikling der hvert trinn blir sett på som separate trinn med sine egne innebygde mål, kanskje også uten noe overordnet mål.

Den andre modellen beskriver et endelig mål for undervisningen, et mål som kan nås på ulike måter både innholdsmessig og metodisk. Modellen kan sammenliknes med et puslespill, der bildet kan settes sammen i ulik rekkefølge. En slik progresjonstenkning gir liten støtte til læreren i det konkrete undervisningsforløpet. Den forutsetter mer en «godt forberedt og improvisert» undervisning, med andre ord en beredskap for å møte ulike muligheter og hindringer i elevenes forståelse og læringsforløp.

En tredje modell deler opp et kompetansemål eller overordnet mål i et antall delmål. Disse delmålene blir så utviklet gradvis over tid, mange ganger ved å bruke spirallæring, det vil si at elevene kommer tilbake til temaet ved flere anledninger gjennom læringsløpet, men i utvidet form. Ulempen her er at eleven (og kanskje læreren)



Tre ulike modeller kan beskrive progresjon: stige, puslespill og spiral. Foto: pixabay.com

mister oversikten og muligheten til å knytte ulike temaer sammen til en større overordnet helhet.

Alle disse tre modellene har sine fordeler og sine ulemper og kanskje en miks av alle tre kan være nyttig, fordi bredden i temaer i naturfag er stor, og elevers erfaringer kan være svært forskjellige.

Ikke bare faglig progresjon

I Ludvigsenutvalgets innstilling, Fremtidens skole³, løftes progresjon fram som et sentralt grep i læreplanutviklingen: «Elevers forståelse utvikler seg over tid i et læringsforløp innenfor et bestemt fagområde. Progresjon skaper utviklingsprosesser som muliggjør dybdelæring.»

Videre understreker innstillingen at progresjon både har en faglig, fagdidaktisk og en læringspsykologisk side. «Utvalget mener at læringspsykologien og fagdidaktikken brukt sammen vil kunne tydeliggjøre ønsket progresjon i elevenes læring. Læringsprogre-

sjon handler da om å knytte utviklings- og læringspsykologi til de sentrale begrepene, metodene og sammenhengene i et fag.»

Slik naturfagplanen er bygget opp, kan vi si at progresjon kan bli tydeliggjort gjennom tre dimensjoner:

- Progresjon i faglige tema som bygger på fagets egen struktur, elevers interesser og samfunnets og utdanningssystemets behov.
- Progresjon i grunnleggende ferdigheter. Utdanningsdirektoratet har utarbeidet en progresjonsmatrise for læreplanutviklere, se *Rammeverk for grunnleggende ferdigheter*.⁴ «For å sikre en kontinuerlig utvikling av elevenes grunnleggende ferdigheter gjennom hele grunnpoplæringen er det viktig at læreplanene beskriver progresjonen i ferdighetene.»⁴
- Progresjon i arbeids- og tenkemåter i naturvitenskap og teknologi (jfr. forskerspiren eller naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter).

PROGRESJON OG VURDERING

Disse tre dimensjonene bør spille sammen i lærerens planlegging og gjennomføring av undervisning, slik at det blir en helhet og sammenheng i elevenes læring. Progresjonen som er forventet gjennom opplæringsløpet, må komme tydelig frem i læreplanene, både innad i det enkelte fag og på tvers av fag som har tilgrensende kunnskapsområder.

I en læreplan med god progresjon vil det elevene lærer i naturfag på de forskjellige klassetrinnene, bygge på hverandre i en vertikal stige (vertikal progresjon). Det vil også være en sammenheng mellom fagene og temaene som elevene lærer innenfor et trinn, det vi kan kalle horisontal progresjon.

Progresjonsbeskrivelser

Det er nødvendig med veiledende beskrivelser av elevers læringsforløp og gode beskrivelser av kjennetegn på måloppnåelse for å gi støtte til lærerens planlegging av progresjon. «Bedre veiledende progresjonsbeskrivelser vil bidra til å synliggjøre elevens utvikling i faget og hva eleven må gjøre for å utvikle sin faglige forståelse. Tydeligere beskrivelser av progresjonen i læreplaner for fag og veiledningen skal bidra til å gi bedre støtte til lærernes vurderingsarbeid.» sier departementet i Meld. St. 28⁴.

I flere land er det utviklet slike beskrivelser av læringsforløp innenfor enkelte, avgrensede områder i naturfag (blant annet i USA: Next Generation Science Standards⁵). Beskrivelsene bygger på empirisk forskning om hvordan elevers læringsforløp utvikler seg i praksis. Vi gir et eksempel på hvordan en progresjonstabell

kan se ut for et tema i naturfag i neste artikkel.

Oppsummert kan vi si at følgende fem punkter er forutsetninger for en vellykket planlegging av progresjon for elevene:

- Klare sluttmaal for læringen som bygger på analyse av sentrale faglige begreper og temaer innen faget, hva som trengs for å komme videre i utdanningssystemet og på de forventninger som samfunnet har
- Variabler som beskriver progresjonen ved å identifisere kritiske faktorer for forståelse, anvendelse og ferdigheter som utvikles og registreres over tid
- Nivåer for måloppnåelse eller mellomstadier i utviklingen i elevenes begrepsforståelse og ferdigheter på vei mot ønsket læringsutbytte
- Operasjonelle definisjoner av hva elevene forstår og er i stand til å utføre på de ulike stadiene i læringsprosessen (som beskriver progresjonen i læringen, se for eksempel rammeverk for grunnleggende ferdigheter⁴)
- Vurderinger som måler elevenes forståelse av sentrale begreper og deres ferdigheter og som kan spore elevenes progresjon over tid

Noter

- 1 Meld. St. 28 (2015-2016): Fag – Fordypning - Forståelse
- 2 Harlen, W (ed.) (2015). *Working with Big Ideas of Science Education*. IAP.
- 3 Fremtidens skole (NOU 2015:8)
- 4 Rammeverk for grunnleggende ferdigheter. udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/grunnleggende-ferdigheter/rammeverk-for-grunnleggende-ferdigheter
- 5 Next Generation Science Standards: nextgenscience.org



Sammenheng mellom fagene og temaene som elevene lærer innenfor et trinn, kan kalles horisontal progresjon. Foto: pixabay.com

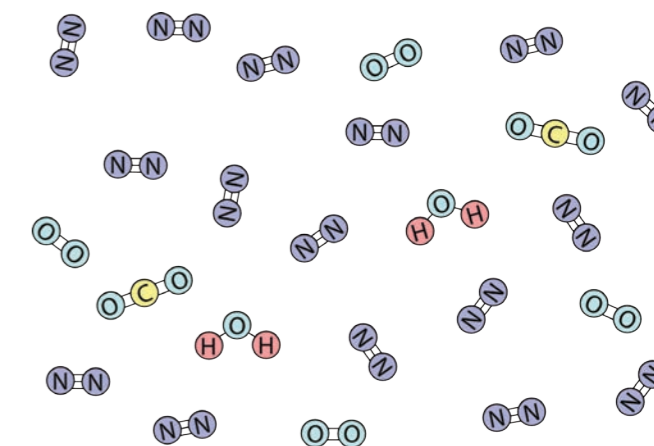
PROGRESJON OG VURDERING

Eksempel på progresjonstabell: Alt stoff i universet er bygget opp av veldig små partikler

I forrige artikkel *Progresjon i naturfag: Hva og hvordan?* endte vi opp med fem punkter for en vellykket planlegging av progresjon. I denne artikkelen gir vi et eksempel på en faglig progresjonstabell for et tema i naturfag. Vi har ikke lagt vekt på de grunnleggende ferdighetene i denne tabellen, men vi har forsøkt å vektlegge faglige og læringspsykologiske sider ved elevenes læring.

Et av de fastsatte kjerneelementene i naturfag i fagfornyelsen er *Energi og materie*. I beskrivelsen av dette kjerneelementet står det at «Elevene skal utvikle forståelse av sentrale begreper og fenomener om energi, stoffer og partikler ved å knytte erfaring gjennom observasjon, opplevelser og utforskning til teori. Hensikten er å bidra til at elevene kan forstå hvordan verden rundt dem er bygd opp og fungerer i et naturfaglig perspektiv.»¹ Hvis elevene skal forstå hvordan verden rundt dem er bygd opp og fungerer, er dette sentrale spørsmål læreren kan stille elevene:

- Hva er stoff laget av?
- Stoffers egenskaper: Hva forandrer seg og hva forblir uendret når stoffer blandes eller omdannes?
 - Hvordan forklarer vi oppbygging, egenskaper og vekselvirkninger i stoff?
 - Hvordan kan stoffer kombineres, blandes eller reagere med hverandre?
 - Hvordan kan partikler kombineres og danne nye stoffer?
 - Hva karakteriserer og forklarer forandringer og reaksjoner?
- Hvordan vet vi dette? (naturvitenskaplige praksiser og arbeidsmåter)



Hvordan kan partikler kombineres og danne nye stoffer? Illustrasjon: pixabay.com

Disse spørsmålene dekker både kunnskap i og om naturvitenskap, og hvordan eleven svarer på disse spørsmålene kan se ulikt ut på ulike skoletrinn. På neste side ser du et eksempel på hvordan en progresjon knyttet til stoffer, stoffers egenskaper og partikkelmodellen kan se ut.

PROGRESJON OG VURDERING

Nøkkelspørsmål og kjerneidé	Prinsipper i kjerneideen	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Hva er stoffer laget av og hvordan kan vi forklare oppbygging, egenskaper og vekselvirkninger i stoffer? Alt er laget av stoff. Stoff er finnes i ulike former og har ulike egenskaper. Stoff har egenskaper som kan måles.	Alt som har masse og tar opp plass er stoffer. Det finnes ulike typer stoffer.	Alle gjenstander er laget av et materiale. Det finnes ulike typer materialer. Samme type gjenstand kan lages av ulike typer materialer.	Alle stoffer tar opp plass og har masse. Faste stoffer, væsker og gasser er ulike former for stoff. Stoff er satt sammen av små deler. Det er mange ulike typer stoffer.	Stoff har masse, volum og vekt og finnes i de tre tilstandene fast stoff, væske og gass. Materialer kan være grunnstoffer, kjemiske forbindelser og blandinger. Alle stoffer består av atomer. Hvert atom tar opp plass, har masse og er i konstant bevegelse.
	Alle gjenstander har egenskaper som kan måles og forklares. Viktige egenskaper hos stoffer er vekt, masse og volum.	Gjenstander har egenskaper som vekt, lengde, areal og volum. Disse egenskapene kan beskrives, sammenlignes og måles.	Vekten til en gjenstand er summen av vekten av alle delene gjenstanden er satt sammen av. Vekten til en gjenstand henger sammen med volumet til gjenstanden og materialet gjenstanden er laget av.	Masse er et mål for hvor mye stoff vi har. Vekten er en egenskap som avhenger av masse og gravitasjon. Faste stoffer, væsker og gasser har ulike egenskaper. Massen og vekten til en gjenstand forklares med vekten til atomene gjenstanden består av. Bevegelsene og vekselvirkningene til atomene i faste stoffer, væsker og gasser hjelper oss å forklare stoffers egenskaper.
	Alle materialer har egenskaper som kan måles og forklares.	Egenskapene til materialer kan observeres, beskrives og klassifiseres.	Materialer har karakteristiske egenskaper som er uavhengig av mengden materiale vi har. Temperatur og partiklenes bevegelser henger sammen.	Materialer har karakteristiske egenskaper som er uavhengig av hvor mye materiale du har. Egenskapene til materialer er bestemt av sammensetningen og bevegelsene til atomene/molekylene materialene er satt sammen av.

Eksempel på en progresjon knyttet til stoffer, stoffers egenskaper og partikkelmodellen.² Tabellen fortsetter på neste side.

Vurdering – Hva skal elevene kunne?

Tabellen over beskriver sentrale ideer knyttet til stoffer, stoffers egenskaper og partikkelmodellen. Eksempelene nedenfor er laget med utgangspunkt i matrisen over, og de beskriver hva elevene skal kunne på ulike tidspunkter i skoleløpet. Listen kan danne utgangspunkt for undervisningsvurdering. Listene er ikke uttømmende, og vi har bare beskrevet noen mål etter 2. trinn og etter avsluttet undervisningsløp.

Etter 2. trinn kan elevene

- beskrive og sortere materialer og stoffer etter observerbare egenskaper

- beskrive hvordan materialer og stoffer kan ha ulike egenskaper som gjør materialene og stoffene egnet til ulike formål
- beskrive stoffer som: faste, flytende eller gasser
- beskrive og sammenligne gjenstander eller prøver av et stoff ved å bruke målinger av vekt og størrelse
- gjøre enkle forsøk med endring av temperatur, oppvarming eller avkjøling av et stoff og beskrive endringer av stoffet
- gi begrunnede eksempler på både midlertidige endringer, som smelting og frysing, og varige endringer av stoffer
- osv.

PROGRESJON OG VURDERING

Nøkkelspørsmål og kjerneidé	Prinsipper i kjerneideen	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Stoffers egenskaper: Hva forandrer seg og hva forblir uendret når stoffer blandes eller omdannes? Stoff kan omformes, men det kan ikke skapes eller ødelegges.	Masse og vekt bevares når stoffer omformes.	Stoffer kan forandre utseende uten at masse og vekt forandres.	Stoff forsvinner ikke selv om vi ikke kan se stoffet. Et stoffs mengde og vekt bevares når stoffet omformes gjennom frysing, smelting, fordampning og oppløsning.	Masse og vekt bevares i kjemiske reaksjoner, ved faseoverganger, når stoff løses opp og ved oppvarming. Masse og vekt er bevart fordi atomer ikke kan lages eller ødelegges.
	Noen omforminger av stoff er varige andre er midlertidige.	Selve stoffet forandrer seg ikke om vi bulker det, gir det ny fasong eller deler det opp i mindre biter. Når et stoff fryser eller smelter, forandrer det noen egenskaper. Selve stoffet forandrer seg ikke.	Et stoff kan endre seg form fra fast stoff til væske (og motsatt) ved oppvarming (avkjøling). Utseende forandrer seg, stoffet er det samme. Ved å blande to eller flere stoffer kan vi få et nytt stoff med andre egenskaper enn stoffene vi blandet hadde hver for seg.	I kjemiske reaksjoner blir nye stoffer dannet. De nye stoffene har andre egenskaper enn utgangsstoffene. I faseoverganger kan stoffets utseende forandre seg. I kjemiske reaksjoner blir nye stoffer dannet fordi atomene i stoffene stokes om og danner nye molekyler. I faseoverganger endres molekylbevegelsen og stoffets struktur. Den kjemiske forbindelsen er uforandret.
Hvordan vet vi dette? (NOS ³ / epistemologi / naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter) Vi får kunnskap om verden gjennom observasjoner, målinger, modellering og argumentasjon.	Gode målinger gir oss mer pålitelig og bedre informasjon om verden rundt oss/virkeligheten enn «sunn fornuft og synsing». Modeller er menneskeskapte forenklinger for å forstå og forklare sammenhenger vi observerer i virkeligheten/verden rundt oss. Argumentasjon i naturfag er å bruke evidens (premisser, begrunnelser, evidens og konklusjoner) til å lage naturvitenskaplige forklaringer.			

Etter 10. trinn / Vg1 kan elevene

- bruke partikkelmodellen til å forklare forskjeller på fasetilstander og faseoverganger
- knytte temperatur og trykk til partikkelbevegelsene i et stoff
- forklare at hvert atom består av en atomkjerne, som er satt sammen av nøytroner og protoner, omgitt av elektroner
- forklare hvordan noe blir elektrisk ladd med ulike ladninger og gjøre rede for vekselvirkninger mellom ladde partikler
- gjøre rede for kjemiske bindinger som tiltrekning mellom ladde partikler
- forklare hovedtrekkene i oppbyggingen av periodesystemet
- bruke periodesystemet til å avgjøre noen kjemiske egenskaper til stoff

- gjøre rede for at vår kunnskap om verden får vi gjennom observasjoner, målinger, modeller og argumentasjon
- forklare hvorfor vi bruker modeller og at de er menneskeskapte forenklinger av virkeligheten
- begrunne hvorfor en modell blir sett på som god eller dårlig
- osv.

Noter

¹ Kjerneelementer: udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/kjerneelementgruppene/naturfag--oppsummering-av-innspill

² Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W. & Krajcik, J. (2006) FOCUS ARTICLE: Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory, *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspective*, 4:1-2, 1-98

³ Nature of Science

SPRÅK OG KOMMUNIKASJON

For å kunne lære naturfag er språket helt avgjørende. Her er det viktig hvordan vi snakker sammen og ikke minst hvordan elevene får anledning til å snakke naturfagspråket.





Språket er en nøkkel til å lære naturfag

I denne artikkelen vil vi belyse hvordan og hvorfor språket er en integrert og avgjørende del av å lære naturfag. Vi viser også noen eksempler på hvordan vi kan jobbe med det naturfaglige språket i undervisningen.

Paying more attention to language is one of the most important acts that can be done to improve the quality of science education.¹

Naturfagspråket

Tenk deg at du skal undervise om elektriske kretser (se figur 1), men så finnes det ingen ord verken for komponentene eller fenomenet elektrisitet. Hvordan skal du da kunne hjelpe elevene til å forstå hva som skjer? Eller få tilgang til elevers forståelse?

Nesten all undervisning og læring skjer ved hjelp av språket. Kunnskap uttrykkes gjennom språk, og kunnskapen kan ikke skilles fra språket. Det er gjennom språket elever får tilgang til ny og

utvidet kunnskap, og det er gjennom språket elever uttrykker sin forståelse. Å lære om elektriske kretser for eksempel, handler mye om hvordan vi snakker om elektriske kretser. Nøkkelen til å forstå og vise forståelse i et fag ligger derfor i å beherske fagets språk. Det er mulig å lære naturfag uten å bruke mengder av fagord, men uten noe kjennskap til fagspråket er det svært begrenset hva som kan læres i faget.² Å beherske fagets språk innebærer også å forstå hvordan forskere leser, skriver og snakker innenfor det naturvitenskapelige fagfeltet.² Siden det meste av undervisningen er språkbasert, er alle naturfagslærere på alle trinn også språklærere.

Hvis elevene ikke forstår ordene i naturfagspråket, så forsvinner grunnlaget for faglig forståelse. Da kan det lett bli seende slik ut:



Figur 1. Elektrisk krets. Foto: Liv Oddrun Voll

Språk og faglig forståelse

Språkutvikling og utvikling av faglig forståelse er tett forbundet. Av Vygotsky³ har vi lært at språk og tenkning er gjensidig avhengig av hverandre. Språkutvikling krever tenkning, og tenkning krever språk. Når vi tenker, har vi ofte indre samtaler med oss selv hvor vi bruker språket for å sette ord på det vi grubler på og for å komme fram til en løsning. Små barn snakker ofte høyt med seg selv når de løser en oppgave, og i følge Vygotsky er det en bra ting. Dess mer de prater, dess større fremdrift har de med å løse oppgaven.

Det at tenkning uttrykkes gjennom språket, betyr også at det er gjennom elevenes bruk av språket læreren får tilgang til deres tenkning og forståelse. Derfor er det viktig at elevene står for mesteparten av praten i klasserommet, ikke læreren. Det å bli snakket til er noe helt annet enn å være aktivt involvert i en samtale. Resultater fra en internasjonal oversiktsstudie⁴ om dialoger i klasserommet viser at læreren snakker 70–80 % av tiden og stiller 200–300 spørsmål per dag. Elevens svar varer mindre enn fem sekunder, det vil si ca. tre ord.

Hvis elevene skal utvikle et naturfaglig språk og gjennom det sin egen tenkning, må de få muligheten til selv å ta språket i bruk og ikke bare høre på at læreren bruker det. Elevene må øve på å bruke nye ord og begreper gjennom å snakke mer, formulere spørsmål, argumentere, resonnerer og generalisere. Gjennom å utvikle og utvide sitt naturfaglige vokabular får elevene et verktøy som kan brukes til å diskutere og kommunisere egen forståelse.

Naturfaglig ordforråd

Et kjennetegn ved naturfagspråket er at det har et stort spesialisert ordforråd som kan bidra til at elever opplever naturfag som vanskelig tilgjengelig. Utfordringer kan gjelde både helt presise fagord som elektrisk krets, elektron og multimeter, og generelle, men lavfrekvente ord som relevant og ressurs. I tillegg finnes det ord som har en presis betydning i naturfaglig sammenheng, men som brukes annerledes i hverdagspråket. Eksempler på dette er energi og salt. I dagligtale sier vi at vi er helt tomme for energi, men i en naturfaglig diskusjon om energioverføring er dette umulig. På samme måte vil det vi refererer til som salt i husholdningen bli spesifisert som natriumklorid i en naturfaglig sammenheng. Alt dette kan virke forvirrende for elever og bidra til at det spesialiserte naturfagspråket blir en barriere for å lære naturfag.

Som lærere må vi være bevisste på at det å tilegne seg et «nytt» språk er en prosess som går over lang tid og krever at elevene aktivt bruker språket. Det er ikke slik at enten forstår man eller så forstår man ikke et begrep, det er en kontinuerlig utvikling av forståelse etter hvert som eleven utvider sitt nettverk av ord og kunnskaper. Naturfagene er praktiske fag, noe som gir et glimrende utgangspunkt for å lære naturfagspråket i flere sammenhenger enn kun gjennom bruk av tekster. Elever lærer på ulike måter, og det å variere mellom ulike aktiviteter, tilrettelegge for bruk av flere sanser og bruke de samme naturfagordene i ulike sammenhenger, kan bidra til at flere elever opplever mestring.

Et av de viktigste grepene for å hjelpe elevene til å lære det naturfaglige språket er å begrense utvalget av fagord. En vanlig fallgrube er å prøve å undervise alle nye ord og hva de betyr, eller la elevene pugge ukas ord som deretter skal gjengis på en ukeluttoprøve. Ved planlegging av undervisning i et nytt tema kan det være nyttig å tenke gjennom følgende:

- Hvilke ord er absolutt nødvendige for å forstå dette temaet (og hvilke ord kan utelates)?
- Hvordan er sammenhengen mellom de utvalgte ordene?
- Kan disse ordene brukes på tvers av temaer?

Deretter må det planlegges for aktiviteter og situasjoner hvor elevene aktivt får bruke de faglige ordene.

Begrepsforståelse

Å lære seg definisjoner kan være starten på begrepsforståelse, men innholdet i et begrep kan aldri forstås i isolasjon. Hvis et begrep skal gi mening, må det ses i sammenheng med andre ord og begreper elevene forstår og som er relatert til det aktuelle begrepet. Det å forstå hva en elektrisk krets er, krever altså mer enn å pugge en definisjon.

Et eksempel på hvordan det kan gjøres, finnes i et av Naturfagsenterets utforskende undervisningsopplegg om elektrisitet og elektriske kretser på naturfag.no⁵. Her introduseres elevene først for systembegrepet, deretter for ulike elektriske komponenter og etter hvert lærer elevene at en elektrisk krets er hvordan de ulike komponentene med hver sin funksjon jobber sammen i et system. En slik grunnleggende forståelse for begrepet elektrisk krets tjener som utgangspunkt for dybdeforståelse og progresjon, både på kort og lang sikt. På kort sikt når elevene jobber videre med å koble

SPRÅK OG KOMMUNIKASJON

sine egne kretser, og på lang sikt når de på høyere trinn introduseres for flere ord som de kan koble til eksisterende kunnskaper om elektrisk krets. Når elevene etablerer sammenhenger mellom fagordene, vil innholdet gi mer mening og bli lettere å forstå, akkurat som med et hvilket som helst annet språk.

Bindeord eller logiske koblinger

For å etablere sammenhenger mellom fagord, mellom setninger og mellom ideer må elevene benytte bindeord, eller logiske koblinger. Tabellen nedenfor er hentet fra boka *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*² og viser eksempler på noen vanlige bindeord. Disse ordene brukes ofte i naturfag i forbindelse med for eksempel sammenligning, oppramsing, begrunnelser og årsak-virkning. Det er lett å tenke at alle kjenner til og forstår hvordan og i hvilke sammenhenger disse ordene brukes, men det har vist seg at mange elever sliter med både å bruke og forstå en del av bindeordene.² Derfor er det viktig å fremheve hva bindeordene betyr, og når de brukes. Hvilke bindeord brukes for eksempel ved sammenligning, og hvilke brukes når det trekkes slutninger? Når elevene forstår bindeordenes funksjon og betydning, utvikler de sitt naturfaglige språk som igjen bidrar til faglig forståelse.

Metoder for å lære naturfagspråk

På naturfag.no⁶ er det listet en del eksempler på hvordan lærere kan tilrettelegge for å jobbe med det naturfaglige språket i klassen. Under fanen *Metoder for å utvikle det naturfaglige språket* finnes blant annet en metode som heter *sammenheng mellom naturfaglige ord*. Her får elevene øve seg på å bruke bindeord og sette sammen to eller flere ord på en måte som gir faglig mening.

Oppsummering

I denne artikkelen har vi satt søkelyset på hvorfor det å lære naturfag i stor grad handler om å lære det naturfaglige språket og pekt på noen årsaker til at dette kan være krevende for elever. Vi håper artikkelen vil bidra til økt bevissthet om å fokusere på få, sentrale begreper og at det planlegges aktiviteter som gir elevene mange muligheter til å bruke det naturfaglige språket aktivt.

Noter

- 1 Wellington, J. og Osborne, J. (2001). Language and Literacy in Science Education. Open University Press
- 2 Mork, S. og Erlien, W. (2017). Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag. Universitetsforlaget.
- 3 Vygotsky, L. (2001). Tenkning og tale. Gyldendal akademisk.
- 4 Hattie, J. (2012). Visible learning for teachers. New York & London: Routledge.
- 5 naturfag.no/elektrisitet
- 6 Læringsstrategier, språk og vurdering, naturfag.no/læringsstrategier

Tips: Tilrettelegge for bruk av flere sanser

Suppler mer abstrakte og språkavhengige aktiviteter med gjenstander, lyd- og videomateriell, fysisk bevegelse eller andre sanseaktiviteter som støtter språklig utvikling. Abstrakte begreper blir tydeligere og mer konkrete når elevene kan finne en sanselig forbindelse mellom ordene og gjenstandene eller begrepene de representerer. I Naturfagsenterets utforskende undervisningsopplegg er det forslag til sanselige aktiviteter som kan hjelpe og støtte språklig og begrepsmessig forståelse.

Les mer på naturfag.no/språk

alternativt	dessuten	henholdsvis	likeledes	og så videre	så
altså	det vil si	i forhold til	men	omvendt	så langt
av	eller	i praksis	mens	på bakgrunn av	så vel som
da	for	i tillegg	ofte	på samme måte som	til forskjell fra
derfor	fra	igjen	og	som	tilsvarende
dersom	generelt	ikke desto mindre	også	som en følge av dette	videre

Eksempler på logiske koblinger eller bindeord².



SPRÅK OG KOMMUNIKASJON



Å legge til rette for naturfaglege samtalar

Å lære det naturfaglige språket er avgjerande for å lære naturfag. Denne artikkelen handlar om å legge til rette for naturfaglege samtalar, slik at elevane får praktisere det naturfaglege språket.

Det er kanskje fleire enn oss som kjenner seg igjen i tala frå ei internasjonale samanfating¹ av studiar om dialogar i klasserommet som viser at lærarar snakkar 70–80 % av tida og stiller 200–300 spørsmål per dag. Av desse spørsmåla handlar 60 % om å hugse fakta, 20 % om prosedyre og mindre enn 5 % om å diskutere idear. Like bekymringsfullt er det at 70 % av svara til elevane varar mindre enn 5 sekund.

Denne artikkelen gir forslag til kva læraren kan gjere for at elevane skal kunne bruke språket meir aktivt i faglege samtalar.

Ventetid

I ein amerikansk studie² av naturfagundervisning på barnetrinnet som gjekk over 6 år, undersøkte forskarane det som kallast *ventetid*. Ventetid er den tida det tar frå ein lærar stiller eit spørsmål til læraren tar ordet på nytt dersom ikkje elevane responderer. Ein gjennomgang av 300 videoopptak viste at gjennomsnittleg ventetid var 0,9 sekund! Dersom ikkje elevane responderte innan 0,9 sekund, gjentok læraren spørsmålet, omformulerte det, stilte eit nytt spørsmål eller spurte ein annan elev.

Når forskarane ba lærarane om å utvide ventetida til 3–5 sekund, skjedde det mykje interessant. Analyser av 900 videoopptak med utvida ventetid viste at lengda på responsen til elevane auka og det var færre tilfelle der elevane ikkje greidde å svare. Forskarane observerte fleire og meir varierte responsar frå elevane i form av at dei samanlikna egne resultat med resulata til andre elevar,

at elevane trakk slutningar basert på evidens og at dei kom med utforskande eller hypotetiske responsar. I tillegg var det ei auke i elevinitierte relevante spørsmål og det kom fleire responsar frå elevar som lærarane såg på som fagleg svake.



La elevane få meir tid til å tenke. Foto: pixabay.com

Tenk-par-del

Å la elevane få meir tid til å tenke kan truleg bidra til meir fagleg snakk. Ein aktivitet læraren kan bruke aktivt i så måte er *tenk-par-del*, som mange kjenner til i ei eller anna form. Tenk-par-del går ut på at læraren stiller eit spørsmål og gir elevane eitt minutt til å

tenke. Deretter skal dei snu seg mot naboeleven og utveksle tankar i eitt minutt, før tankane blir delte i plenum. Når læraren summerer opp i plenum, er det viktig å spørre etter *kva elevane snakka om*, i staden for å be om svar på spørsmålet. På denne måten signaliserer læraren at ho ikkje legg vekt på eit fasitsvar, men faktisk er interessert i tankane og ideane til eleven. Dette er ein liten, men viktig, nyanse.

I mange klasser er det ofte dei same elevane som er først oppe med handa når læraren stiller spørsmål. Med tenk-par-del får alle elevane tid til å tenke og aktivere forkunnskapar før dei delar idear om aktuelt innhald med kvarandre. Alle elevar får dermed øve på å lytte til andre og å uttrykke egne tankar og idear. For elevar som er usikre blir det lettare å delta i plenumssamtalen når dei ikkje skal svare berre på vegner av seg sjølve. Vår erfaring er at tenk-par-del skapar engasjement hos elevane dersom læraren stiller opne spørsmål. Eksempel på spørsmål som eignar seg for tenk-par-del er *kva trur du skjer dersom ...?, korleis kan vi finne ut om...?* eller *kva synest du dette liknar på?* Tenk-par-del er ein svært anvendeleg aktivitet som også kan inngå som del av litt større faglege samtalar.

Tre hovudfaser i faglege samtalar

Litt skjematisk kan vi seie at vi kan kjenne igjen tre hovudfaser i faglege samtalar. Den første fasen handlar om å få i gang samtalen. Målet med denne fasen er å motivere og engasjere elevane og få dei til å tenke. Her er det viktig å opne opp og la fleire synspunkt komme fram utan å evaluere. Tenk-par-del er ein fin aktivitet til dette formålet. Andre moglegheiter som utgangspunkt for denne fasen kan for eksempel vere å gjere eit forsøk, vise ein film eller presentere ein påstand eller ei problemstilling elevane skal ta stilling til.

Den andre fasen handlar om å oppretthalde samtalen. Viktige mål for denne fasen er å involvere flest mogleg elevar, få dei til å snakke fag og grunngi påstandane sine. I denne fasen vekslar læraren mellom å opne opp og stramme inn. Her kan læraren stille oppfølgings-spørsmål, gi ny informasjon eller utdypende oppgåver undervegs. Ved lengre samtalar kan vi gjere deloppssummeringar undervegs. Når elevane skal snakke fag, er det ein fordel å ha lett tilgang til dei mest sentrale omgrepa for det aktuelle temaet. Ein omgrepsvegg som for eksempel inneheld oversikt over nøkkelomgrep og nøkkelsetningar kan vere nyttig. Lærarar som brukar omgrepsvegg i undervisninga seier at ein slik vegg bidrar til meir fagleg snakk hos elevane og at fleire elevar deltar i faglege samtalar³.

Naturfag 1/18

SPRÅK OG KOMMUNIKASJON

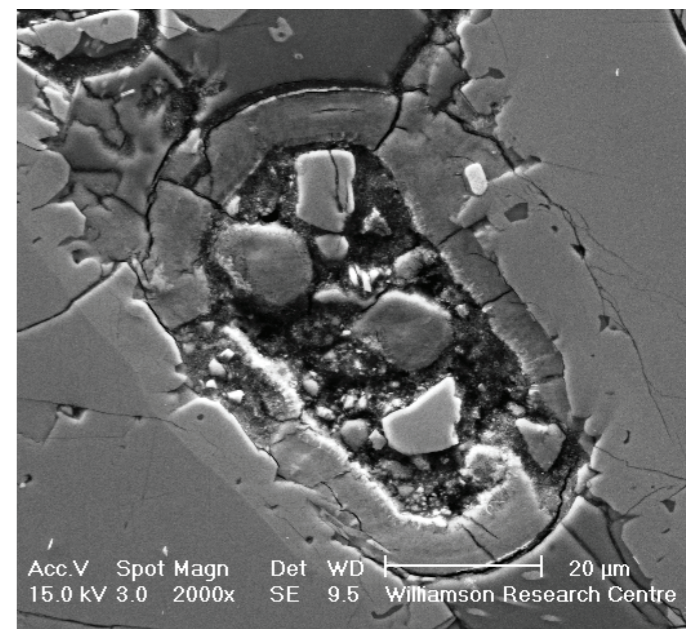
I den siste fasen summerer vi opp samtalen. Her gjeld det å stramme inn, slik at klassa gjennom samtalen kjem fram til ei felles oppfatning, slik at dei kan jobbe vidare ut frå same utgangspunkt. Dette kan for eksempel gjerast ved å samle argumenta, gjenta viktige punkt fra samtalen og spørre om elevane er einig i punkta.

Vi vil understreke at dette ikkje er ein fasit, men ei inndeling det kan vere nyttig å tenke på ved planlegging av faglege samtalar.

Eksempel frå Cella som system

I det følgjande brukar vi det utforskande undervisningsopplegget Cella som system som eksempel. Økt 1 i dette undervisningsopplegget er eit godt eksempel på korleis vi kan legge til rette for ein lengre fagleg samtale. Her kan vi identifisere dei ulike fasene i faglege samtalar.

Økta startar med at elevane får sjå på bildet i figur 1 og gjennomfører ein tenk-par-del med spørsmålet *kva i all verda kan dette vere?* Dette kjenner vi igjen som den første fasen i faglege samtalar, der vi tar utgangspunkt i eit bilde og opnar opp for fleire perspektiv gjennom tenk-par-del.



Figur 1. Mikroskopbile av detalj i ein meteoritt.

SPRÅK OG KOMMUNIKASJON

Etter at elevane har delt tankar i plenum, opplyser læreren om at det dei ser på bildet er noko forskarar har funne inni ein meteoritt. Vidare fortel ho at forskarane prøver å finne spor av liv i verdensrommet. Elevane skal undersøke dette funnet ved å samle bevis og komme med sin eigen konklusjon. Her er vi over i fase to, og vi ser at læreren strammar inn litt ved å gi ny informasjon. Parallelt med dette jobbar klassa med å lage seg ei oversikt over sentrale nøkkelomgrep dei skal jobbe med, som *bevis* og *organisme*.

Læreren opnar opp igjen når elevane får spørsmålet *Kva for bevis kan vi bruke for å seie om noko er levande?* Elevane sit i par og får delt ut ein konvolutt med ni bilde, sjå figur 2. Dei skal sortere bilda etter om objektet på bildet er levande eller ikkje. Dersom dei er i tvil om nokre bilde, skal dei legge dei til side.



Figur 2. Ni bilde der elevane skal ta stilling til om motivet er levande eller ikkje. Bilde frå Cella som system, naturfag.no/celler

Etterpå gjennomgår læreren i plenum korleis elevane har sortert bilda før læreren spør: *Er det noko vi kan observere på bilda som fortel oss at noko er levande? Nokre kjenneteikn som kan brukast som bevis?* Elevpara får eit par minutt til å sette opp punkt. Ved oppsummering i plenum noterer læreren punkt på tavla. Her opnast det opp for fleire perspektiv, og poenget er ikkje om punkta er riktige eller gale, men at elevane har tenkt sjølve. Læreren fortel elevane at menneske har diskutert og lurt på kva som er kjenneteikn på liv opp gjennom historia og at forskarar framleis diskute-

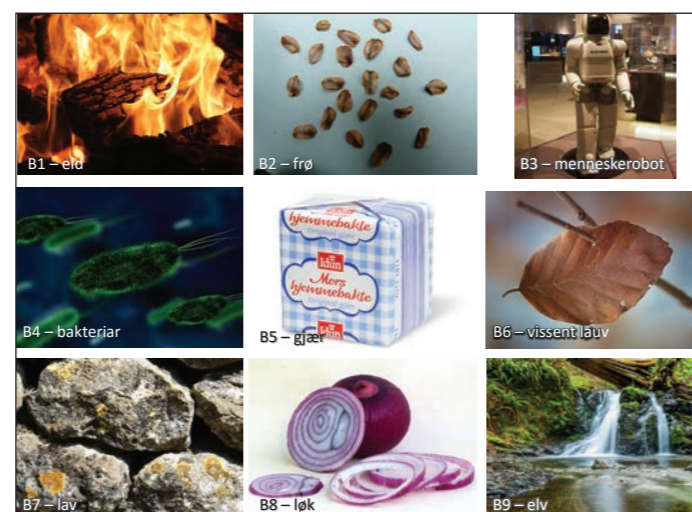
rer dette. Læreren strammar inn samtalen igjen ved å presentere dei vanlegaste punkta som brukast i dag for å seie at noko er levande, sjå figur 3.

Alle levande organismar

- tek opp næringsstoff og kvittar seg med avfallsstoff
- har gassutveksling («pustar»)
- veks
- formeirar seg
- beveger seg
- sansar og reagerer på endringar i omgjevnadene

Figur 3. Oversikt over dei vanlegaste punkta for kva som er levande. Henta frå Cella som system på naturfag.no/celler

Etter å ha sammenlikna desse punkta med lista til klassa, får elevane utdelt eit nytt sett med bilde som dei skal sortere ut frå om objektet på bildet er levande eller ikkje levande, sjå figur 4. Nå kan elevane bruke lista med punkt for kva som er levande som støtte under sorteringa.



Figur 4. Bildekort som skal sorterast i ikkje levande og levande.

SPRÅK OG KOMMUNIKASJON

Kompetanseutvikling på realfagsløyper.no

Under temaet *Språk og kommunikasjon* finn du ei kompetanseutviklingspakke om å leie faglege samtalar i naturfag. Her ligg fagstoff, praktiske verktøy og ressursar for kompetanseutvikling for dei tilsette i skole og barnehage.

I denne oppgåva er det vald nokre bilde som problematiserer grensa mellom levande og ikkje levande, for eksempel vissent lauv og lauk. Når elevane har diskutert litt, gir læreren innspel om at vi kan dele kategorien levande i følgande to underkategoriar: *er levande* og *har vore levande*.

Vi ser at læreren har veksla mellom å stramme inn og opne opp gjennom dei ulike spørsmåla, aktivitetane og deloppsummeringane i plenum. Når den siste bildeaktiviteten blir oppsummert i plenum, er vi også over i den tredje fasen av samtalen, oppsummering. Elevane fortel kor dei har plassert dei ulike bilda, og dei må grunngi kvifor dei har plassert dei slik. Oppsummeringsfasen blir avslutta med ein tenk-par-del om grubleteikninga *Kva betyr det at noko er levande?*, sjå figur 5.

Forsking viser at elevar er lite involverte i faglege samtalar. I denne artikkelen har vi foreslått to strategiar for å legge til rette for meir fagleg snakk: utvid ventetid og tenk-par-del. Vi har også beskrive kjenneteikn og mål ved tre hovudfaser i faglege samtalar som vi trur kan vere nyttige ved planlegging og tilrettelegging for meir fagleg snakk hos elevane.



Figur 5. Grubleteikning der elevane skal ta stilling til kven på bildet dei er mest einig med, naturfag.no/gruble

Notar

- 1 Hattie, J. (2012). *Visible Learning for Teachers: Maximizing Impact on Learning*. Routledge.
- 2 Rowe, M. B. (1974). Wait-time and rewards as instructional variables, their influence on language, logic, and fate control: Part one - wait-time. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(2), 81-94.
- 3 Haug, B. (2016). Begrepsforståelse og vurdering underveis i en utforskning. I M. Ødegaard, B. Haug, S. M. Mork & G. O. Sørvik, *På forskerfotter i naturfag*. Universitetsforlaget.



Elevsamtaler som skaper faglig læring

At samtaler mellom elever ikke nødvendigvis gir faglig læring, er for de fleste lærere et kjent fenomen. Det er innlysende at det krever at de prater om relevante ting i faget, men det er flere ting som er viktig å tenke på for å legge til rette for elevers faglige samtaler.

Læring gjennom samtale

Når elever jobber utforskende, må de ofte samarbeide. Da er det helt sentralt å kommunisere og diskutere for å utveksle ideer og tanker.¹ Kvaliteten på elevenes samtaler er avgjørende for deres faglige læring. Når vi skal vurdere kvaliteten på hvordan elevene samtaler og i hvilken grad samtalen bidrar til læring, kan vi bruke de tre kategoriene disputerende, kumulativ og eksplorativ samtale.²

Disputerende samtale

Den disputerende samtalen er preget av sekvenser der elevene stiller spørsmål og er enige eller uenige uten ytterligere forklaring eller begrunnelse for meningene sine. Denne typen kommunikasjon omfatter vanligvis påstander som: *All plast skal forbys!* Eller utsagn som: *Jeg er helt enig med deg.* I sånne samtaler har elevene kanskje hørt eller lest hva de andre elevene sa, men det er uklart hvor mye refleksjon eller forståelse som ligger i det de sier.

Kumulative samtaler

Kumulative samtaler er preget av positive, ukritiske utdypninger, hvor elevene legger informasjon til eksisterende uttalelser. I noen tilfeller er det ikke mulig å vurdere om elevene har vurdert andre elevers utsagn før de kommer med sine egne. Dette kan ofte oppstå når elevene har fordelt oppgavene seg imellom ved samarbeid og dermed ikke er nok inne i de andres tema til at de har noe å bidra med. I andre tilfeller er det tydelig at elevene har hørt/lest andre elevers utsagn, men de er ikke kritiske når de legger til mer informasjon. Et eksempel på en kumulativ samtale kan være i en diskusjon om spørsmålet *Hva har blitt gjort i ulike land for å redusere CO₂-utslipp?*³

XiYung: *I Kina prøver man å redusere antall gamle biler og skip og regjeringen inspirerer folk til å bruke offentlig transport så mye som mulig.*

Linn: *I Norge oppfordres vi til å bruke offentlig transport i stedet for biler, men det kan være vanskelig for fattige studenter og for personer med lav inntekt fordi billettprisene er så høye.*

Eksplorativ samtale

Den eksplorative samtalen er preget av forklaringer og/eller uenigheter som diskuteres og argumenteres for. I slike samtaler er det tydelig at elevene har satt seg inn i hva de andre elevene har sagt og vurdert dette før de svarer med egne ideer, meninger og argumenter. Et eksempel på en eksplorativ samtale kan være som denne samtalen der to elever diskuterer tiltak mot miljøproblemer³:

Bodil: *Jeg mener at man burde kjøre mindre bil, fordi de slipper ut mye CO₂. Et tiltak bør være å sette opp prisen på drivstoff.*

Stine: *Jeg er enig med Bodil i at bruk av bil er et problem, men det er ikke så alvorlig som andre miljøproblemer (...) så jeg er ikke helt enig. Dessuten, selv om vi øker prisen på drivstoff vil det fortsatt være mange rike folk som fortsetter å bruke bilene sine. Jeg mener heller at man burde ...*

Elevsamtaler kan godt involvere alle tre samtaletyper², og alle



Kvaliteten på elevenes samtaler er helt avgjørende for deres faglige læring. Foto: pixabay.com

samtaletypene kan ha verdi, men eksplorative samtaler er de som i størst grad støtter faglig læring. Grunnen til dette er at eksplorative samtaler ofte resulterer i kognitive konflikter hos elevene fordi elevene kan oppleve at det ikke er samsvar mellom det de kan fra før eller har opplevd og det som andre forteller dem.⁴ Når en slik kognitiv konflikt oppstår, må elevene skaffe seg nok kunnskap og forståelse til å kunne vurdere andres påstander og argumentere for sine egne.⁵ Kognitive konflikter oppstår som oftest når elevene har ulik kompetanse eller ulike erfaringer.

Hvordan støtte elevsamtaler som gir faglig læring?

I prosjektet *Thinking together*⁶ har forskere undersøkt hvordan man kan støtte elevsamtaler, slik at de skaper faglig læring.

Det anbefales at lærere og elever i felleskap blir enige om «grunnregler» (se faktaboks) som skal brukes i elevsamtalene.

Før start bør elevene sitte i grupper på tre. Læreren gir da gruppen en oppgave eller noe de skal diskutere og veileder elevene i gang med samtalen ved hjelp av «grunnreglene». Underveis i samtalen kan læreren veilede, men bør ikke konstant overvåke eller prøve å styre samtalen.

I artikkelen *Den utforskende samtalen*⁷ på naturfag.no finner du tips til hvordan elevene kan være gode samtalepartnere og hvordan de kan stille hverandre gode spørsmål. På siden *Aktiviteter*

Grunnregler for eksplorative samtaler

- Alle i gruppen oppfordres til å bidra.
- Bidragene behandles med respekt.
- Begrunnelse for en påstand kan bli bedt om.
- Alle er villige til å akseptere utfordringer.
- Alternativer diskuteres før en beslutning tas.
- All relevant informasjon deles.
- Gruppen søker å nå enighet.

Oversatt fra thinkingtogether.educ.cam.ac.uk

som fremmer diskusjon og argumentasjon i små grupper på naturfag.no⁸ kan du hente inspirasjon til litt større gruppeoppgaver til elevene. Om du ønsker at elevene skal diskutere et fenomen og komme fram til en felles forklaring kan *grubletegninger*⁹ være et godt utgangspunkt. Disse finner du på naturfag.no/gruble.

Evaluerer av å jobbe med «grunnregler» for eksplorative samtaler har vist at kvaliteten på gruppearbeid øker fordi elevene engasjerer seg mer over lengre tid og alle deltar i diskusjonene. I tillegg økes kvaliteten på elevenes samtaler ved at de har mer eksplorative samtaler og resonnerer mer når de løser problemer.

Noter

1 Mercer, N. (2002). Words and minds: How we use language to think together. Routledge.

Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International journal of science education*, 32(3), 349-377.

2 Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge: Talk amongst teachers and learners*. Multilingual matters.

3 Korsager, M., Slotta, J. D., & Jorde, D. (2014). Global Climate Exchange: Peer collaboration in a "Global classroom". *Nordic Studies in Science Education*, 10(1), 105-120.

4 Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., & Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher*, 23(7), 5-12.

5 Fawcett, L. M., & Garton, A. F. (2005). The effect of peer collaboration on children's problem-solving ability. *British Journal of Educational Psychology*, 75(2), 157-169.

6 Rojas-Drummond, S., & Mercer, N. (2003). Scaffolding the development of effective collaboration and learning. *International journal of educational research*, 39(1-2), 99-111.

7 thinkingtogether.educ.cam.ac.uk

8 naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2165583

9 naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=1213941

9 naturfag.no/gruble

Argumentasjon – sentralt for kritisk og naturvitenskapelig tenkning

Argumentasjon er en av de viktigste drivkreftene i naturvitenskapelig praksis og en sentral kompetanse for kritisk og vitenskapelig tenkning. Denne artikkelen¹ handler om hva argumentasjon er og gir tips til hvordan du kan jobbe med argumentasjon i naturfag.

Det viktigste målet med skolens naturfag er elevenes naturfaglige allmenndannelse. For å nå dette målet trenger elevene kunnskaper om naturvitenskapelig innhold, utforskende arbeidsmåter og en forståelse av de sosiale prosessene som bidrar til dannelse av naturvitenskapelige kunnskaper. Argumentasjon er en sentral praksis for dannelse og kommunikasjon av naturvitenskapelig kunnskap. Naturvitere bruker for eksempel resultater fra egne og andres undersøkelser som begrunnelse for å støtte eller avvisse hypoteser og diskutere forklaringer. Et viktig element for å kvalitets-sikre kunnskapsdannelse er fagfelleevaluering. Fagfelleevaluering av artikler innebærer at før resultater fra en vitenskapelig undersøkelse kan publiseres, må 2–3 forskere fra samme forskningsfelt foreta en kritisk vurdering av teorier, metoder og resultater som ligger til grunn for argumenter og konklusjoner i artikkelen. Etter fagfelleevaluering blir noen artikler forkastet, noen akseptert for publisering, mens andre får beskjed om å gjøre endringer og sende inn artikkelen til ny vurdering.

En del av naturvitenskapenes egenart er at det ikke opereres med absolutte sannheter. Dersom det framkommer ny evidens, blir den felles kunnskapsbasen revidert. Gjennom historien har mange forskere måttet revurdere teorier, modeller og forklaringer i lys av ny evidens. Av og til har ny evidens ført til små revisjoner av teorier og modeller, mens andre ganger har teorier og modeller blitt fullstendig forkastet.



Fenomener og problemstillinger som fremdeles er under utforskning kaller vi *forskningsfronten*, mens kunnskap som har oppnådd stabil konsensus i vitenskapelige fagmiljøer over tid, kalles *etablert naturvitenskap*. Det er oftest den etablerte vitenskapen elevene blir introdusert for gjennom lærebøkene. Men elever bør også lære om relevante tema som fremdeles er under utforskning. For en del elever kan det være motiverende å jobbe med konkurrerende teorier og argumentasjonen disse bygger på.

Men hva er egentlig argumentasjon?

Det finnes mange definisjoner på argumentasjon. Her vil jeg nevne to. Costello og Mitchell² opererer med en definisjon der argumentasjon kan forstås i lys av konkurranse og konsensus. Konkurranse refererer til argumentets rolle i å skille mellom ulike posisjoner, mens konsensus refererer til argumentets rolle når det gjelder å bringe ulike posisjoner sammen. Argumentasjon refererer både til prosessen med å fremme et synspunkt og engasjere seg i en kritisk diskusjon, og til symbolske produkter i form av premisser, begrunnelser, evidens og konklusjoner som benyttes i en diskusjon.

Filosofen Stephen Toulmin³ definerer argumentasjon som en påstand og dens tilhørende begrunnelse. Han utviklet en modell som beskriver de viktigste komponentene og kompleksiteten i argumentasjon. Denne modellen har fortsatt stor innflytelse og benyttes av mange naturfagdidaktikere til å beskrive og analysere

elevers argumentasjon. Toulmins modell består av seks komponenter som kan inngå i en argumentasjon:

- **Påstand** som fremsettes av en aktør
- **Faktaopplysninger** som benyttes for å støtte en påstand
- **Begrunnelser** som forklarer sammenhengen mellom faktaopplysninger og en påstand
- **Underliggende antagelser/forutsetninger** som antas å være allment akseptert som forsvar av en spesifikk begrunnelse
- **Betingelser** som forteller når påstanden kan antas å være sann og sier noe om påstandens begrensninger
- **Motbevis** som beskriver omstendigheter når påstanden ikke er sann

De fire første komponentene danner ofte hoveddelen av en argumentasjon, mens de to siste som regel inngår i mer kompleks argumentasjon. Vi vet at det foregår lite argumentasjon både i naturfag og andre fag, og at elever og lærere synes argumentasjon er vanskelig⁴. Samtidig ser vi at fagfornyelsen legger vekt på tema som krever kompetanse i argumentasjon. I ny generell del er kritisk tenkning og etisk bevissthet løftet fram som en del av verdigrunnlaget. Der står det blant annet at «*Hvis ny innsikt skal vokse fram, må etablerte ideer granskes og kritiseres med teorier, metoder, argumenter, erfaringer og bevis. Elevene skal kunne vurdere ulike kilder til kunnskap og tenke kritisk om hvordan kunnskap utvikles*» (les mer om kritisk tenkning på side 104). Likeledes vil alle de tre tverrfaglige temaene *folkehelse og livsmestring*, *demokrati og medborgerskap* og *bærekraftig utvikling* kreve kompetanse i argumentasjon.

Jeg velger å ta med Toulmins modell her fordi den kan benyttes til å etablere et felles begrepsapparat som kan være nyttig når klassen skal jobbe med argumentasjon. Med utgangspunkt i modellen kan eldre elever lære å identifisere hvilke komponenter en argumentstruktur ofte består av og skape bevissthet rundt hvordan argumenter bygges opp. Slike kunnskaper er grunnleggende både for selv å kunne konstruere gode argumenter og for å kunne evaluere andres argumenter og eventuelt argumentere imot disse. Sist, men ikke minst, er kunnskaper om argumentasjon relevant for å evaluere informasjon i media og andre sammenhenger. Gjennom å etablere en slik forståelse får elever og lærer et felles språk for å reflektere over, og diskutere, de ulike komponentene i en argumentstruktur. For yngre elever kan det være nok å vite at et godt



En måte å tilrettelegge for argumentasjon på er å la elevene arbeide i små grupper. Foto: pixabay.com

argument har en begrunnelse som gjerne er støttet opp av faktaopplysninger og overbevisende språkbruk.

Hvordan tilrettelegge for argumentasjon?

En engelsk forskergruppe⁵ foreslår fire tilnærminger som kan stimulere elevene til argumentasjon. Den første er å benytte *konkurrerende ideer/forklaringer*. Det er vanskelig å argumentere dersom elevene ikke har minst to konkurrerende ideer som kan forklare resultater. Læreren bør derfor ikke bare introdusere én idé eller ett perspektiv. Forskning tyder på at elever lettere aksepterer og forstår et fenomen når de får mulighet til å vurdere alternative ideer.

En annen måte å tilrettelegge for argumentasjon på er å la elevene *arbeide i små grupper*. For at elevene skal utvikle evner til å resonnerer, er det viktig at de får mulighet til å snakke og resonnerer ved å bruke faglige begreper. Diskusjoner i hel klasse gir ikke nok muligheter for elevsamtaler og føles for utrygt for mange elever. I små grupper får alle elevene mulighet til å artikulere egen tenkning, men det krever også at de lytter til hverandre. Ved arbeid i små grupper må aktiviteten være strukturert og ha en bestemt tidsavgrensning.

SPRÅK OG KOMMUNIKASJON

En tredje innfallsvinkel for argumentasjon er å *gi elevene evidens eller begrunnelser*. Argumentasjon krever noe å argumentere om. Det kan være en god støtte for elevene å få utdelt relevant evidens. Læreren kan for eksempel gi elevene små kort som inneholder mulige begrunnelser for et fenomen, og så la elevene ta stilling til hvorvidt hver begrunnelse er riktig og forklare hvorfor de mener det.

Den siste tilnærmingen handler om å jobbe med *skriftlige argumenter*. Mens diskusjoner i små grupper er fint i startfasen av arbeid med argumenter, kan det å måtte uttrykke seg skriftlig tvinge elever til å tenke over det språket de bruker og hvorvidt de begrunner påstander og konklusjoner.

Eksempel fra forskningsfronten

En relevant problemstilling som egner seg for å jobbe med argumentasjon er følgende: *Forårsaker utslipp av lakselusmiddelet hydrogenperoksid rekedød?* Dette er en problemstilling fra forskningsfronten, det vil si at den handler om noe som enda ikke er ferdig utforsket og hvor det eksisterer flere ulike forklaringsmodeller.

Problemstillingen om hvorvidt hydrogenperoksid mot lakselus forårsaker rekedød er en klassisk sosiovitenskapelig kontrovers. Sosiovitenskapelige kontroverser inneholder en naturvitenskapelig dimensjon i tillegg til andre dimensjoner, i dette tilfellet økonomiske, sosiale og lovmessige dimensjoner. Den økonomiske dimensjonen er todelt. Oppdretterne lider betydelige økonomiske tap på grunn av lakselus, og hydrogenperoksid er et av de viktigste virkemidlene for å fjerne lusa. Også for fiskere er det økonomiske konsekvenser. I noen fylker har halvparten av rekefiskerne sluttet på grunn av økonomiske tap som følge av at rekene er blitt borte. Rekefiskerne mener at det er en sammenheng mellom bruk av hydrogenperoksid og at rekene forsvinner. Når rekefiskere mister livsgrunnlaget, kan man også si at denne kontroversen har en sosial dimensjon.

Den naturvitenskapelige dimensjonen er enda ikke ferdig utforsket. Forskere fra IRIS, et uavhengig og internasjonalt forskningsinstitutt i Stavanger, gikk i september 2018 ut i media⁷ og fortalte at de i laboratorieforsøk har påvist sammenheng mellom hydrogenperoksid og rekedød. Basert på evidens fra denne forskningen slår de alarm om at lusegift er farligere enn antatt og ber myndighetene om å stoppe utslippene.

IRIS-forskerne møter motstand fra flere hold, blant annet av en biolog⁸ og en veterinær⁹ som er ansatt hos hver sin produsent som selger hydrogenperoksid til oppdrettsnæringen. Biologen argumenterer med at man ikke kan forholde seg til forskningsresultater som enda ikke er publisert, og dermed ikke har vært gjennom en kritisk fagfelleurdering. Veterinæren argumenterer med at resultater fra laboratorieforsøk ikke nødvendigvis er representative for det som faktisk skjer i sjøen. Han konkluderer at det er trengs flere feltstudier før man kan konkludere om effekten av hydrogenperoksid.

Naturvernforbundet¹⁰ og andre miljøforkjempere krevde stans i utslippene. Etter et noen uker med medieoppmerksomhet bestemte fiskeriministeren seg for å totalforby utslipp av lusemidler fra oppdrettsanlegg som ligger rett ved reke- og gytetfelt inntil mer kunnskap er på plass. Fiskeriministeren viser til *føre-var-prinsippet*¹¹, som er utviklet gjennom et samspill mellom norsk og internasjonal rett. Prinsippet inngår i en rekke traktater, både globale og regionale, som Norge er tilsluttet. Føre-var-prinsippet angir hvordan man skal håndtere manglende kunnskap og vitenskapelig usikkerhet. Det innebærer at man skal unngå vesentlig skade på naturen og miljøet når man fatter beslutninger, og at manglende kunnskap ikke skal brukes som begrunnelse for å unnlate å treffe tiltak. Prinsippet blir ofte omtalt som et prinsipp som skal la tvilen komme miljøet og naturen til gode. Prinsippet er lovfestet i norsk rett både gjennom Naturmangfoldloven og Havressursloven. At prinsippet skal gjelde som en retningslinje, betyr imidlertid at prinsippet ikke alltid vil få gjennomslag i avveining mellom miljøhensyn og andre hensyn.

I denne eksempelkontroversen kan et utgangspunkt for elevene være å skaffe seg informasjon om lakselus, hvilke skader den påfører oppdrettsnæringen og hvilke tiltak næringen benytter for å bekjempe problemet, samt konsekvenser av tiltakene. Deretter kan ulike interessegrupper identifiseres, og elevene kan ved hjelp av Toulmins modell identifisere påstander og begrunnelser som ligger bak interessegruppene syn. En slik aktivitet vil gi elevene trening i å kunne forholde seg kritisk til relevante problemstillinger med naturvitenskapelige dimensjoner. Se flere eksempler og les mer om argumentasjon i boka *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*² og på naturfag.no¹³.

SPRÅK OG KOMMUNIKASJON

Lakselus

Lakselus er et lite krepsdyr som lever på huden til laksefisk. Lakselus er et stort problem for både villfisk og oppdrettsnæringen fordi den medfører sår på huden til laksen. Sårene gjør at havsalt trenger inn gjennom huden slik at laksen får problemer med saltbalansen i kroppen. Laksen blir også mer mottakelig for infeksjoner. Lakselus legger egg, som blir til larver som lett sprer seg i vann og kan smitte mye fisk. Oppdrettsnæringen benytter mange metoder for å forebygge og bekjempe lakselus, f.eks. medisiner i foret, nye typer merder, rensefisk i merdene og avlusing med kjemi-



Flere stadier av lakselus. Øverst: hunn med eggstrenger, midten: voksen hunn, nederst: ikke kjønnsmoden lus. Foto: Thomas Bjørkan, CC BY-SA 3.0



Slik ser det ut når en når lakselus har spist hull i huden til en laks. Foto: Wikimedia commons

kalier. Det mest brukte middelet mot lakselus er hydrogenperoksid (H₂O₂). Hydrogenperoksid er en kjemisk forbindelse som også brukes til blant annet bleking av hår, tenner, tekstiler og papir. I 2017 brukte oppdrettsnæringen 9277 tonn hydrogenperoksid mot lakselus. Fiskere, særlig rekefiskere, har i mange år fremmet bekymringsmeldinger om døde reker, hummer, krabbe og krill i nærheten av oppdrettsanlegg og fiskerne mener at bruk av hydrogenperoksid til avlusing er årsaken til dette.

Noter

- 1 Denne artikkelen bygger på følgende artikler fra Naturfag 3/2008: Hvorfor argumentasjon i naturfag? og Hvordan tilrettelegge for argumentasjon i undervisningen?
- 2 Costello, P. J. M., & Mitchell, S. (1995). Introduction: Argument: Voices, text and contexts I P. J. M. Costello & S. Mitchell (Eds.), *Competing & consensual voices. The theory & practice of argument*. Multilingual Matters Ltd.
- 3 Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- 4 Se kapittel 4 om argumentasjon i Mork, S. M., & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (2 ed.). Universitetsforlaget.
- 5 Osborne, J., Erduran, S., og Simon, S. (2004). In-Service Training Pack. Kings College.

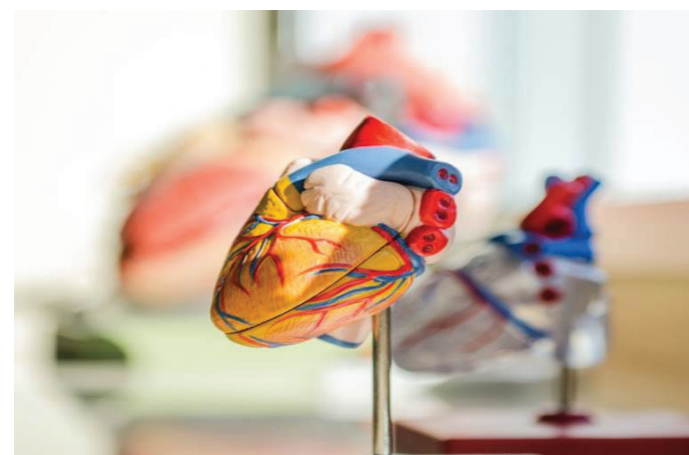
- 6 kyst.no/article/nedgangen-i-bruken-av-legemidler-mot-lakselus-fortsetter
- 7 nrk.no/trondelag/ny-forskning-viser-at-lusegiften-hydrogenperoksid-er-langt-farligere-for-miljoet-enn-antatt-1.14196994
- 8 nrk.no/trondelag/kritisk-til-lusegiftforskning-som-viser-rekedod-_mener-resultatene-er-villedende-1.14206369
- 9 ilaks.no/vi-trenger-flere-feltstudier-pa-hydrogenperoksid-2
- 10 nrk.no/trondelag/fiskeriministeren-er-avventende-til-ny-forskning-om-lakselus-middelet-hydrogenperoksid-1.14204143
- 11 snl.no/føre_var-prinsippet
- 12 kapittel 4 om argumentasjon i Mork, S. M., & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (2 ed.). Oslo: Universitetsforlaget
- 13 naturfag.no/argumentasjonsartikler



Å kommunisere med modellar

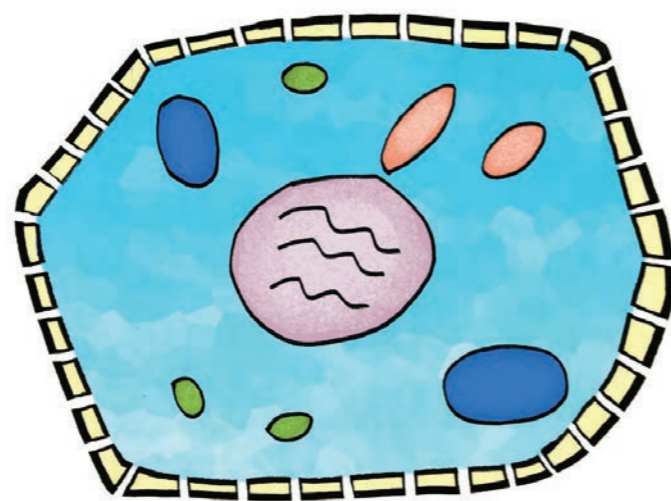
Vi kan bruke modellar for å forklare noko eller for å fortelje andre korleis vi tenker.

I undervisninga kan modellar vere eit godt hjelpemiddel for å forklare naturfaglege fenomen som korleis drivhuseffekten verkar eller korleis blodet går rundt i kroppen. Modellar kan vere til hjelp for å sjå for oss det som er for smått til å sjå direkte, for eksempel eit elektron rundt atomkjernen, eller det som er for stort, for eksempel jorda som går rundt sola. Ein modell kan representere ein gjenstand, eit fenomen eller ein prosess. Ein modell kan vere *verbal* som setninga «ei celle er som ei fengselscelle som har noko innanfor veggane og noko utanfor», *visuell* som ein teikning av eit atom, *konkret/fysisk* som ein fysisk modell av hjartet eller *matematisk* som ein klimamodell. Felles for alle modellar er at dei er forenklingar av verkelegheita.¹ Vi får fram noko som stemmer med verkelegheita gjennom modellen, mens andre sider ikkje kjem fram. Derfor seier vi at alle modellar har sine styrkar og svakheiter.



Ein fysisk modell av hjartet seier oss noko om korleis hjartet er bygd opp. Foto: pixabay.com

Vi kan seie at modellar kan vere uttrykte på tre ulike representasjonsnivå: makroskopisk nivå, mikroskopisk nivå og symbolsk nivå.² På *makroskopisk* nivå finn vi det vi faktisk kan observere, for eksempel eit stoff som løyser seg i eit anna eller eit tverrsnitt av eit blad. Vi observerer ein liten bit av verda slik at vi kan utforske ho. På *mikroskopisk* nivå har vi det som ligg under det makroskopiske nivået og som kan forklare det vi observerer. Eksempel på dette er korleis molekyl og ion kan forklare eigenskapane til eit reint stoff eller korleis celler kan forklare oppbygginga til eit blad. Det *symbolske* nivået handlar om abstraksjonar som representerer dei ulike delane på det mikroskopiske nivået, som for eksempel kjemiske formlar eller matematiske likningar.

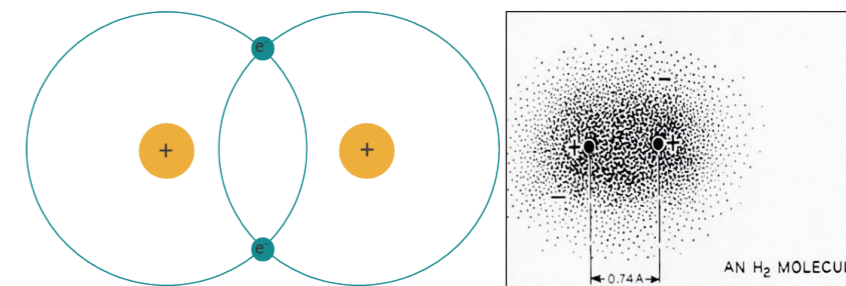


Ein modell kan vere til hjelp for å sjå for oss det som er for smått til å sjå direkte, som kva som er inni ei celle. Illustrasjon: Leah Laahne



Ei «magisk» vasskanne kan vere eit godt utgangspunkt for å lage egne modellar.

Ein måte å arbeide med modellar på er å la elevane lage sine egne modellar. Ved for eksempel å vise ei «magisk» vasskanne som forvandlar farga vatn til vatn utan farge, blir elevane presenterte for eit mysterium som dei må gruble seg fram til ei løysing på. Elevane kan teikne det dei trur skjer inni kanna. Poenget er ikkje å gjette riktig, men å forklare kva som kan vere ei mogleg forklaring og formidle korleis dei tenker. På denne måten får dei erfaring med bruk av modellar for å vise ei forklaring. Ved sjølve å bruke ein modell for å formidle noko, kan dei lettare forstå korleis modellar som blir presenterte i litteratur eller på nett også er laga for å formidle eit fagleg innhald. Visualisering handlar om å sjå for seg noko, det vil seie å lage seg indre representasjonar av ytre representasjonar. Ein slik indre representasjon gjer oss i stand til å sjå for oss og betre forstå fenomenet. Elevane skapar mentale modellar som dei kan formidle for eksempel ved å teikne kva dei ser for seg. Teikninga kan bli eit viktig grunnlag for undervegsvurdering av korleis eleven oppfattar eit fenomen.



Ein elektronskallmodell får blant anna fram kor mange elektron atomet har, mens ein elektronskymmodell får blant anna fram kvar elektrona mest sannsynnleg er.

Å la elevane vurdere modellar kan vere ein god innfallsvinkel til å forstå eit fenomen. Ved å finne ut kva ein modell får fram og kva som ikkje kjem fram kan elevane få ei djupare forståing av fenomenet. Samanlikning av to eller fleire modellar som handlar om det same fenomenet er ein god måte å få elevane til å reflektere over fenomenet. Som lærar er det viktig ikkje berre å vise ein modell, men å vise fleire komplementære modellar. Dette er viktig for å vise at modellen ikkje er verkelegheita og for å få fram ulike sider ved fenomenet eller prosessen.

I teknologi har modellar ein litt annan funksjon enn i naturvitenskapen. Mens modellar i naturvitenskap ofte har til hensikt å forklare noko eller vise eit fenomen, har modellar i teknologien ofte til hensikt å vise korleis vi ser for oss at eit problem kan bli løyst. Modellen blir eit verktøy for å teste om løysinga vår kan fungere og for å formidle korleis vi tenker å lage noko. Felles for både naturvitenskap og teknologi er at vi lagar modellar for å vise korleis vi tenker. Det er ein måte å kommunisere tankane våre.

Notar

¹ Brandt, H. og Johansen, B. L. (2014). Modeller i naturfagene. astra.dk/blog/ntsadmin/modelbegrebet

Gilbert, J. K., & Osborne, R. J. (1980). The use of models in science and science teaching. *European Journal of Science Education*, 2(1), 3–13.

Hannisdal, M. & Ringnes, V., 2003. Modeller og modellbruk i naturfagene, s. 200 i Jorde, D., & Bungum, B. (Eds.). (2005). *Naturfagdidaktikk: perspektiver, forskning, utvikling*. Gyldendal akademisk.

² Gilbert J.K. (2008) Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In: Gilbert J.K., Reiner M., Nakhleh M. (eds) Visualization: Theory and Practice in Science Education. Models and Modeling in Science Education, vol 3. Springer, Dordrecht.

SPRÅK OG KOMMUNIKASJON

Undervisningsopplegg om modellar

Undervisningsopplegget gir ein første introduksjon til arbeid med modellar. Elevane skal blant anna teikne korleis dei trur den «magiske» vasskanna ser ut inni. Sjå naturfag.no/modell



Illustrasjon: Leah Laahne

Elektrisitet

I undervisningsopplegget Elektrisitet skal elevane bygge ein modell av eit rom med elektrisk anlegg. Dei lærer også om elektrisitet ved å sjå verda gjennom «mikrobriller», slik at dei kan sjå for seg korleis elektronstraumen går i leidningen. Sjå naturfag.no/elektrisitet



Foto: RimTusvik

Cella som system

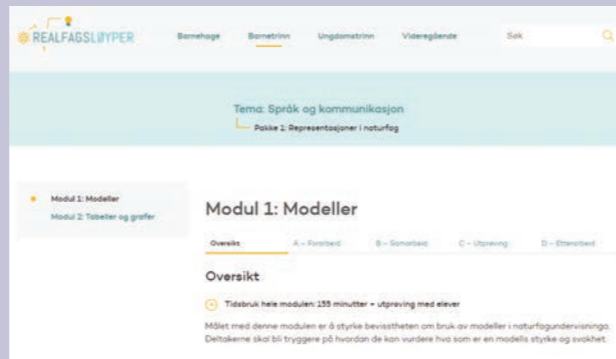
I undervisningsopplegget Cella som system les elevane ei bok om modellar av celler, der ei celle blir samanlikna med ei fengselscelle. Seinare i opplegget lagar elevane sin eigen etelege modell av ei celle, der dei må bruke det dei har lært om oppbygginga til celler. Sjå naturfag.no/celler



Foto: Aud Ragnhild Skår

Kompetanseutvikling på realfagsløyper.no

Under temaet Språk og kommunikasjon finn du ei pakke om representasjonar i naturfag. Her ligg fagstoff, praktiske verktøy og ressursar for kompetanseutvikling.



Modell av DNA-molekylet. Foto: pixabay.com



UTFORSKENDE ARBEIDS- MÅTER

Kvaliteten på læringsaktivitetene er helt avgjørende for elevenes dybdelæring. Det handler både om hva aktivitetene får elevene til å gjøre og hvordan de er satt sammen over tid. Det handler om å gi elevene et oppdrag eller et spørsmål som de skal løse gjennom å samle inn data, analysere og argumentere for hva dataene forteller, presentere og diskutere data og sammenligne dem med andre.



Utforskende undervisning og arbeidsmåter – en introduksjon

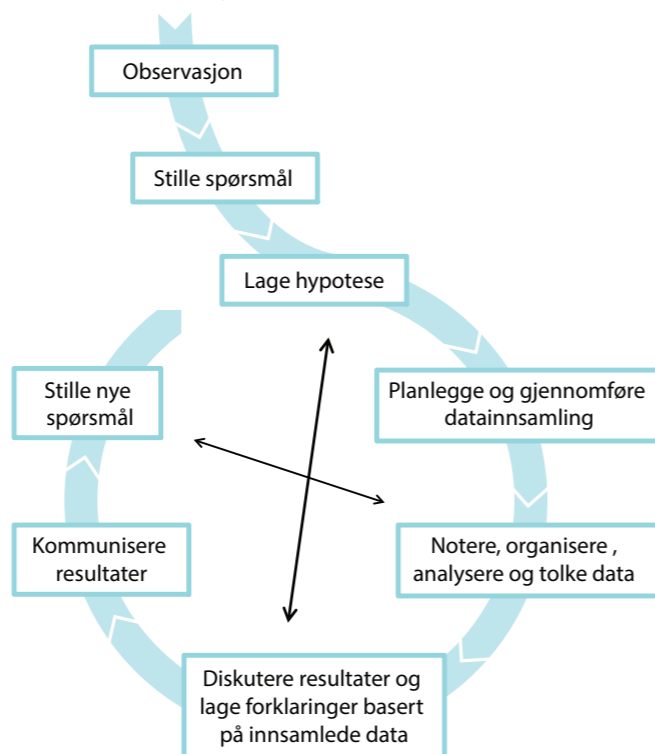
Matpapiret krøller seg oppover når vi legger det i hånda. – Hvorfor det? spør du elevene dine. – Og kan dere finne bevis for forklaringen deres? Elevene går i gang med å undersøke ulike hypoteser. Du går rundt og lytter, stiller spørsmål og veileder dem i arbeidet. Elevene gjennomfører utforskende arbeidsmåter mens du som lærer har lagt til rette for arbeidet deres gjennom utforskende undervisning.

Å utforske

Ordet *utforskende* er en oversettelse av det engelske ordet *inquiry*. Ordet brukes for å beskrive det forskere gjør når de undersøker et fenomen eller en problemstilling.¹ Innen naturvitenskapen består den utforskende prosessen av det å stille spørsmål og lete etter svar ved å gjøre praktiske undersøkelser og innhente data som tolkes i lys av teori.²

Gjennom *utforskende arbeidsmåter* i naturfag gjennomfører elevene ulike typer aktiviteter for å lære seg fagstoff, metoder og ferdigheter som er relevante innenfor naturvitenskapen. I prosessen jobber de med å finne, vurdere og videreutvikle svar i en utforskende prosess, gjennom å stille spørsmål, bruke data og informasjon til å utvikle, etterprøve og velge mellom mulige svar.³

I prosessen må de ofte gå fram og tilbake for eksempel mellom det å stille spørsmål, undersøke og forklare. Det kan være at de må endre problemstilling på grunn av funn de har gjort under analyse av data eller gjøre nye analyser. Eller de må gjøre nye analyser eller undersøkelser fordi det er stort avvik fra den kunnskapen som finnes fra før. En utforskende prosess er derfor hverken sirkulær eller lineær (se figur 1).

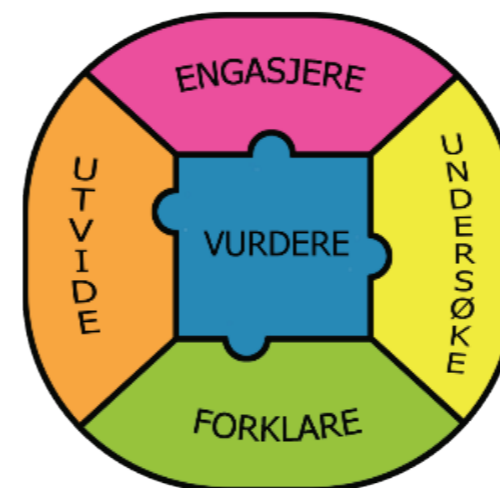


Figur 1. Prosessen innen utforskende arbeid er hverken sirkulær eller lineær.

Utforskende undervisning

Gjennom den utforskende undervisningen legger du som lærer til rette for at elevene kan jobbe med utforskende arbeidsmåter. Utforskende undervisning kan, men må ikke, legge til rette for praktisk arbeid som forsøk eller feltarbeid. Det sentrale er at aktivitetene utfordrer elevene kognitivt. Utforskende undervisning er ikke én metode, men en praksis som gir rom for variasjon og differensiering. Det handler om å la spørsmålene og hvordan vi finner svar være like viktig som svarene i seg selv.

En måte å strukturere utforskende undervisning på er å bruke 5E-modellen⁴. De fem fasene i 5E-modellen er engasjere, undersøke, forklare, utvide og vurdere. Alle fasene kan forekomme flere ganger i løpet av et undervisningsforløp, og de kan komme i ulik rekkefølge. En undervisningsøkt kan også fokusere på bare en av fasene.



Figur 2. 5E-modellen ble utviklet av Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) i 1987.

Dybdelæring og utforskning

Elever er ikke forskere, og de fleste elever skal heller ikke bli forskere. Likevel kan utforskende undervisning være hensiktsmessig. Flere studier har vist at utforskende undervisning kan virke motiverende for elevene, øke elevenes begrepsforståelse og bidra til dybdelæring.⁵ For å oppnå dybdelæring er det ikke likegyldig hvordan læreren legger til rette for utforskende undervisning. Studier viser at åpne forsøk, uten klare mål og med minimal veiledning,

har dårlig effekt på elevers læringsutbytte.⁶ I utforskende undervisning kan det være hensiktsmessig å ha en fase der elevene gjennomfører aktiviteter for å innhente data som de i en senere fase skal tolke og analysere. Det er særlig i den siste fasen, der elevene blir utfordret til å bearbeide dataene sine, at dybdelæring kan skje (les mer på side 90).

På tross av at utforskende undervisning kan være hensiktsmessig, viser studier at utforskende undervisning og eksperimenter generelt er lite vektlagt. Det brukes langt mer tid på at læreren gjennomgår nytt innhold enn på at elevene planlegger eksperimenter, tolker data, observerer og forklarer fenomener.⁵ Studier har vist at noen forklaringer på dette kan være at lærere synes det er en tidkrevende og kompleks arbeidsform og at de savner didaktiske støttestrukturer.⁷

Didaktiske støtte – videre lesing

Artikkelen *5E-modellen i utforskende undervisning* (side 108) gir en introduksjon til 5E-modellen. Denne didaktiske modellen kan støtte lærere i planlegging, gjennomføring og evaluering av utforskende undervisning. For å planlegge utforskende undervisning som inneholder forsøk kan tabellen over frihetsgrader i artikkelen *Valgfrihet i utforskende forsøk* (side 96) være nyttig.

Artikkelen *Utforskende arbeidsmåter: Fra gjøring til læring* (side 90) gir en oversikt over elementer som er sentrale i en utforskning. Artikkelen legger også vekt på hvordan tankeprosesser og grunnleggende ferdigheter kan bidra til at gjøring fører til læring og hvordan en utforskning kan legge til rette for å involvere elevene i dybdelæringsprosesser. Artikkelen om kritisk tenkning (side 104) beskriver hvordan undervisningen kan sette elevene i stand til å utforske, reflektere og kritisk vurdere påstander, argumenter og handlingsvalg innen bærekraftig utvikling. For å få støtte til utforskende undervisning med vekt på tekster kan du lese artikkelen *Tekster kan støtte utforskende arbeid* (side 102).

Kompetanseutvikling på realfagsløyper.no

I modulen *Praksiser i utforskende undervisning i naturfag* under temaet *Ambisiøs og utforskende undervisning* kan du sammen med kollegaene dine bli kjent med prinsipper for utforskende undervisning i naturfag og 5E-modellen.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

Eksempler på utforskende undervisningsopplegg på naturfag.no

Prikker, striper og lag på lag: naturfag.no/stein

I dette opplegget lærer elevene om geologi og hvordan jorda er bygget opp. Med utgangspunkt i steinenes mønster og historier blir elevene kjent med hvordan geologer observerer stein ved å «lese» mønsteret i steiner.

Elektrisitet: naturfag.no/elektrisitet

Her skal elevene ta fagbrev som modellhuselektrikere. For å få fagbrev trenger elevene å lære mer om elektrisitet, bl.a. ved å notere og løse oppgaver i et eget lærlinghefte, lage ei felles bok om lamper og samarbeide i par om å installere elektrisk anlegg i et modellrom.

Bærekraftig naturmangfold: naturfag.no/naturmangfold

I dette undervisningsopplegget får elevene brev fra en naturforvalter i kommunen med spørsmål om de kan hjelpe til med å samle inn informasjon om forskjellige fremmede arter. Opplegget består av seks økter i matematikk og naturfag og er godt forankret i begge læreplanene. Øktene består av utforskende aktiviteter som inkluderer kartlegging i skolens nærmiljø og registrering av data på nett.

Elektroniske kommunikasjonssystem: naturfag.no/elkom

I dette opplegget for ungdomstrinnet skal elevene forstå hvordan et elektronisk kommunikasjonssystem i hovedtrekk er bygd opp og fungerer. Denne kunnskapen skal de bruke for å finne opp et klesplagg som kommuniserer med internett for å fylle et behov.

Cella som system: naturfag.no/celler

I dette undervisningsopplegget skal elevene forske på noe som er funnet inni en meteoritt. Kan det være spor av liv i verdensrommet? Elevene skal bruke bevis for å begrunne sin egen konklusjon. Underveis lærer de om hvordan cella er et system som består av flere deler som påvirker hverandre og hvordan vi kan bruke modeller for å forenkle for å forstå mer.



Noter

- 1 National Research Council. (2000). Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. National Academies Press.
- 2 Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S., Sørvik, G. (2016). *På forskerfotter i naturfag*. Universitetsforlaget.
- 3 Crawford, B. A. (2014) From inquiry to scientific practices in science classroom. I N. Lederman & S. Abell. *Handbook of research in science education*. Vol. II. Routledge.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of research in science teaching*, 47(4), 474-496.
- 4 Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *BSCS*, 5, 88-98.

- Fiskum, K. & Korsager, M. (2017). 5E-modellen i utforskende undervisning. naturfag.no/5E
- 5 Nilsen, T., & Frøyland, M. (2016). Undervisning i naturfag. I O. K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Eds.), *Vi kan lykkes i realfag*. Resultater og analyser fra TIMSS 2015 (pp. 137-157). Universitetsforlaget.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science education*, 88(4), 610-645.
- 6 Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, 41(2), 75-86.
- 7 Bjønness, B., & Kolstø, S. D. (2015). Scaffolding open inquiry: How a teacher provides students with structure and space. *Nordic Studies in Science Education*, 11(3), 223-237.



UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER



Elever på vei mot forståelse – hvordan kan det se ut?

I denne artikkelen skal vi se nærmere på hva elevene gjør når de utvikler en dypere forståelse, og hvordan du som lærer kan gjenkjenne og fremme dette i eget klasserom.

Et par forskere fra Naturfagsenteret er på besøk i en tredjeklasse. Klassen hadde ett år tidligere gjennomgått et undervisningsopplegg om bergarter som ligger på naturfag.no. Nå var forskerne interessert i å vite hva elevene kunne om bergarter ett år etter. Elevene ble delt opp i små grupper, én i hver gruppe hadde hodekamera, og foran dem lå en samling med fem bergartsprøver til dekket. Oppgaven til elevene var å sortere steinene og deretter forklare hvordan de hadde sortert. Det hadde ikke gått et halvt minutt etter at dekket var fjernet fra steinsamlingen, før første gruppe ropte ut at de var ferdige med å sortere. På hodekamera-

filmen kan forskerne observere at elevene observerer mønster på steinprøvene, sammenligner mønsteret og finner likheter og forskjeller og bruker observasjonene til å forklare hvilken hovedgruppe bergarter de plasserer steinprøven i. Det viser seg at de fleste elevene i klassen sorterer bergartene slik en geolog ville gjort, og forskerne gjenkjenner måten elevene sorterer på fra undervisningsopplegget på naturfag.no. Forskerne kan konkludere med at kunnskapen elevene har fått gjennom opplegget kan de anvende i en ny situasjon med ukjente bergartsprøver.



Elevene observerer mønster på stein. Foto: Naturfagsenteret

Prikker, striper og lag på lag
Undervisningsopplegg for 1.–2. årstrinn.
Les mer på naturfag.no/stein



UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

Elevene i dette eksempelet demonstrerer dybdelæring. Men hvordan kom de dit? Hva skal til for at den nye kunnskapen blir såpass robust at elevene seinere kan ta den i bruk i en ny situasjon?

Vi skal ta utgangspunkt i arbeidet til Ron Ritchhart og hans kollegaer², som startet med å spørre seg selv «Når jeg observerer at elevene gjør et framskritt i sin forståelse, får en aha-opplevelse, hva har de da gjort for å komme dit?» Etter flere klasseromstudier verden over, endte de opp med åtte ulike prosesser som var de som dominerte:

- Observere nøye og beskrive det som er der
- Bygge forklaringer og tolkninger
- Resonnere basert på bevis (evidens)
- Gjøre koblinger
- Vurdere ulike synspunkter og perspektiver
- Fange essensen og formulere konklusjoner
- Undre seg og stille spørsmål
- Avdekke kompleksitet og gå i dybden

De åtte prosessene er beskrivelser av hva elever sier, diskuterer, gjør og har oppmerksomhet mot. For Ron og hans kollegaer er det viktig å presisere at disse prosessene er en synliggjøring av elevenes tenkning, og de kaller dem derfor for *thinking moves*. Vi har oversatt dette til tankeprosesser. For å observere tankeprosesser er det viktig at læreren lytter til hva elevene sier, vurderer dialogene og studerer hva elevene gjør. Tankeprosessene er uavhengige av faglig kontekst og nivå og kan derfor brukes som et refleksjonsverktøy for lærere på alle trinn og i alle fag. La oss ta en nærmere titt på tankeprosessene og hvordan du som lærer kan gjenkjenne og fremme dem i eget klasserom.

Beskrivelse av tankeprosessene

I beskrivelsene av hver tankeprosess har vi startet med å beskrive hva lærere observerer at elevene sier eller gjør. Deretter kommer en kort beskrivelse av hvorfor denne tankeprosessen er bra for elevens læring og eksempler på ulike situasjoner der denne tankeprosessen blir fremmet. Til slutt har vi forsøkt å koble eksempler fra casen som viser hvordan elevene der demonstrerte akkurat denne tankeprosessen. Vi håper at disse beskrivelsene kan være et verktøy for lærere til å vurdere undervisningen sin: *Hva skjer i mitt klasserom? Engasjerer jeg elevene i tankeprosesser? Klarer jeg å variere dem? Legger jeg til rette for dybdelæring?*

Observere nøye og beskrive det som er der

Læreren kan observere at elevene studerer noe og deretter høre at de beskriver det med egne ord. Elevene analyserer det de ser, vurderer hva de mener er vesentlig og beskriver dette til de andre. Når elevene deler sine beskrivelser, kan det ofte oppstå diskusjoner som følge av at de har lagt merke til forskjellige ting. Det er viktig at læreren veileder og hjelper elevene til å skille vesentlige observasjoner fra de uvesentlige. På denne måten kan elevene lære å observere som en fagperson. Denne tankeprosessen blir blant annet fremmet når elevene klassifiserer eller sorterer objekter eller fenomener. Elevene i eksempelet vårt lærte at de tre hovedgruppene bergarter kan sorteres ved hjelp av mønstrene prikker, striper og lag på lag. Disse mønstrene er så vesentlige observasjoner at elevene klarer å observere og sortere som geologer.

Bygge forklaringer og tolkninger

Læreren kan observere at elevene bearbeider og setter sammen ulik informasjon, for eksempel observasjoner, faktakunnskap og tidligere erfaringer, til en forklaring eller tolkning. Når elevene må forklare for hverandre, bidrar det til at elevene selv blir klar over hva de har forstått og hva de fremdeles kanskje synes er litt vanskelig. Hvis elevene utfordres til å bli enige, må de lytte til ulike forklaringer, diskutere seg fram til hvilken som er mest sannsynlig og argumentere for denne. Denne tankeprosessen blir blant annet fremmet når elevene må forklare hva som skjer etter et forsøk eller demonstrasjon. I undervisningsopplegget i eksempelet vårt lærte elevene hvordan de kunne bruke mønsteret på stein til å forklare hvordan stein er blitt til.

Resonnere basert på bevis (evidens)

Læreren kan høre at elevene bruker observasjoner, data eller lignende som begrunnelse for påstandene sine. Elevene siterer ikke bare en påstand, men finner egne data som underbygger det de sier. Igjen vil det gi ekstra gevinst hvis elevene må dele sine påstander og begrunnelser med hverandre og eventuelt komme til enighet. Denne tankeprosessen blir blant annet fremmet når elever blir bedt om å underbygge påstander de bruker i en diskusjon, eller når de basert på en undersøkelse framsetter flere påstander og blir bedt om å identifisere data som underbygger påstandene. Elevene i eksempelet vårt måtte bruke mønster på stein for å forklare hvorfor de hadde plassert steinen i en av de tre hovedgruppene bergarter.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

Gjøre koblinger

Læreren kan observere at elevene gjør koblinger når de sammenligner, tenker metaforisk eller setter ting opp mot hverandre og ser ny informasjon i sammenheng med eksisterende kunnskap. Slike prosesser bidrar til at elevene må gjøre mange koblinger mellom det de kan fra før og den nye kunnskapen. Dette er helt avgjørende for at elevene skal huske, forstå og kunne bruke kunnskapen i nye situasjoner. Jo flere koblinger, jo mer robust og varig blir kunnskapen. Når elever blir bedt om å trekke fram likheter og forskjeller, blir utfordret til å se sammenhengen mellom det de kan fra før og den nye kunnskapen, når de må bruke kunnskap de har lært inne i klasserommet utenfor klasserommet, når de må se sammenhengen mellom ulike fag i tverrgående emner, da fremmer vi denne tankeprosessen hos elevene. I eksempelet vårt måtte elevene studere stein og finne likheter og ulikheter mellom dem, og de måtte bruke det de hadde lært i klasserommet til å samle stein i skolens nærmiljø.



Elevene gjør koblinger når de må bruke kunnskap de har lært inne i klasserommet og anvende den utenfor. Foto: colourbox.no

Vurdere ulike synspunkt og perspektiver

Læreren kan observere at elevene klarer å se problemstillinger fra ulike sider og vurdere disse opp mot hverandre. Elevene opplever gjerne at det ikke alltid er like enkelt å komme fram til et synspunkt eller en løsning og at mange temaer er komplekse. Å la elevene dele meningene sine med hverandre kan ofte føre til en sammensatt diskusjon der flere synspunkt og perspektiver kommer fram. Denne tankeprosessen blir blant annet fremmet når elever skal gjennomføre et rollespill i form av en debatt der partene har forskjellige meninger.

Denne tankeprosessen behøver ikke alltid å ta utgangspunkt i et komplekst tema. Noen ganger holder det å vise et bilde og be elevene om å beskrive hva de ser – dette kan også fremme mange perspektiver og synspunkter hos elevene. I eksempelet vårt ble ikke denne tankeprosessen fremmet noe særlig.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

Fange essensen og formulere egne konklusjoner

Læreren kan observere at elevene klarer å trekke ut hovedpoenget i det de har jobbet med. Elevene ser det store bildet i stedet for å henge seg opp i detaljene. Det er viktig for elevens læringsprosess å øve seg på å ta et overblikk og ikke henge seg opp i detaljene, men se hovedlinjene, mønsteret eller sammenhengene. Denne tankeprosessen blir blant annet fremmet når elever blir bedt om å formulere en setning som oppsummerer hovedpoenget etter å ha utarbeidet en lang rapport og redegjort for et komplekst tema. Da elevene i eksempelet vårt ble bedt av forskerne om å sortere bergartssamlingen, måtte de bruke alt de hadde lært og komme fram til en enighet om hvordan bergartene skulle sorteres.

Undre seg og stille spørsmål

Læreren kan observere at elevene virkelig undrer seg over noe de har sett, hørt eller lest og at de stiller relevante spørsmål. Elevene er nysgjerrige, engasjerte og har et genuint ønske om å vite mer. Denne tankeprosessen blir blant annet fremmet når elevene blir overrasket over noe og blir bedt om å beskrive hva som skjedde eller hva de så. Det kan være et kjemiforsøk der det smeller og fargene endrer seg eller når vi ser et rart dyr i vannkanten. Gjennom hele undervisningsopplegget i eksempelet vårt undret elevene seg og stilte mange spørsmål om stein som læreren brukte som drivkraft videre i opplegget.

Avdekke kompleksitet og gå i dybden

Læreren kan observere at elevene utforsker alle mulige sider ved et tema, forsøker å se sammenhenger og gi forklaringer. Elevene aksepterer ikke det første eller letteste svaret, men er engasjerte og har et oppriktig ønske om å forstå. Denne tankeprosessen blir blant annet fremmet når elevene får anledning til å fordype seg i et tema og jobbe med det over tid. Elevene i eksempelet vårt ba læreren om å fortsette med stein etter at de var ferdige med undervisningsopplegget – og det gjorde de.

En lærer som klarer å fremme tankeprosesser hos elevene sine gjennom undervisningen, bidrar til at elevene får anledning til å sette ord på forståelsen sin, diskutere med de andre, kanskje få innspill og justere egen forståelse. Elevene får anledning til å gå i dybden og oppdage flere perspektiver og erfare temaenes kompleksitet. Kanskje må de argumentere for standpunktet sitt og



Læreren kan observere at elevene undrer seg og stiller spørsmål. Foto: pixabay.com

sammenligne det med det de mente før. Fokus på tankeprosessene kan bidra til en undervisning som legger til rette for gode læringsprosesser. For å kunne legge merke til at elevene gjør disse tankeprosessene er det imidlertid viktig at du er aktivt tilstede gjennom å lytte til det elevene sier, vurdere dialogene som foregår og studere hva elevene gjør. Dette kan kreve litt øvelse, men er nødvendig for at undervisningen skal legge til rette for dybdelæring. I artikkelen *Gjer tenkinga til elevane synleg!* på side 50 får du konkrete eksempler på hvordan du på en enkel måte kan stimulere og synliggjøre tankeprosessene i praksis.

Noter

- 1 Prikker, striper og lag på lag, naturfag.no/stein
- 2 Ron Ritchhart, Mark Church og Karin Morrison (2011): *Making Thinking Visible. How to promote engagement, understanding, and independence for all learners.* Wiley.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER



Utforskende arbeidsmåter: Fra gjøring til læring

I denne artikkelen retter vi søkelyset mot deler av utforskende arbeidsmåter som ofte blir nedprioritert, nemlig det å forklare, diskutere og kommunisere resultater. Vi gir en oversikt over elementer som er sentrale i en utforsking, og fortsetter med å vise hvordan vekt på tankeprosesser og grunnleggende ferdigheter kan bidra til at gjøring fører til læring.

Utforsking

Hvorfor er det slik? Hvorfor skjer dette? Hva kan jeg gjøre for å finne ut mer?

Disse spørsmålene er ofte starten på en utforsking. Vi opplever noe som spennende, overraskende eller forvirrende. Vi undrer oss, blir nysgjerrige og drivkraften bak utforskingen er ønsket om å finne ut mer og forstå hva som skjer.

Mange forbinder utforsking med praktiske aktiviteter, for eksempel at elevene observerer et demonstrasjonsforsøk eller får undersøke noe på egen hånd. Eleven som aktiv deltaker er viktig, men observasjoner og gjøringer i seg selv fører ikke automatisk til læring. I LKO6¹ er forskerspiren et eget hovedområde med overordnet målsetning om at elevene skal lære naturvitenskapelige arbeidsmåter og lære om hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles. Samtidig understreker læreplanen at kompetansemål fra forskerspiren skal anvendes for å nå kompetansemålene i de andre hovedområdene, noe som også fremheves i det foreløpige arbeidet med fagfornyelsen². I LKO6 kommer det tydelig fram at for å oppnå faglig forståelse kreves det mer enn praktiske aktiviteter. Dette støttes blant annet av den siste TIMSS-undersøkelsen som viser en positiv sammenheng mellom utforskende aktiviteter og elevprestasjoner.³

Utforskinger kan være korte og utføres som del av en time, eller de kan være lange og gå over flere timer. Uansett lengde, er det viktig at læreren har et klart mål for hvorfor elevene skal gjennomføre utforskingen. Er det for å lære om et naturfaglig fenomen? For å øve på en eller flere kompetanser og ferdigheter tilknyttet utforskende arbeidsmåter? Eller en kombinasjon? I boksen *Magnetisk eller ikke?* viser vi et eksempel på en utforskende aktivitet.

Modell av utforskende arbeidsmåter

Selv om det ikke er en bestemt måte å gjennomføre utforskinger på, er det enkelte elementer som er sentrale i en utforsking og som bygger på hverandre, se modell i figur 1. Sentrale elementer er å stille spørsmål og å finne svar gjennom å samle data, tolke data og å bruke dataene som evidens (bevis) og formulere og presentere naturfaglige argumenter basert på evidens. En utforsking må ikke alltid gjennomføres i en bestemt rekkefølge og enkelte elementer vil av og til utelates. I en del utforskninger er det for eksempel ikke naturlig å ha med hypotese.

I denne artikkelen legger vi vekt på forklaringer, diskusjoner og kommunikasjon av resultater (nedre del av modellen i figur 1), noe som forutsetter at elevene har samlet data, slik at de har noe å diskutere.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

Magnetisk eller ikke?

Mål: å lære om magnetiske krefter, stoffer og egenskaper

Hver elevgruppe får utdelt 6–7 gjenstander (f.eks. ispinne, plastskje, mynt, aluminiumsfolie, binders, stålskje, frysestrips) og en tabell med to kolonner. Elevenes oppgave er å sortere gjenstandene ut i fra om de tror gjenstanden tiltrekkes av en magnet eller ikke. Hver av elevene på gruppa velger en gjenstand etter tur og plasserer den i en av de to kolonnene i tabellen, og begrunner hvorfor de vil plassere den der. Når alle gjenstandene er fordelt, får hver gruppe utdelt en magnet og tester hvilke gjenstander magneten tiltrekker seg.

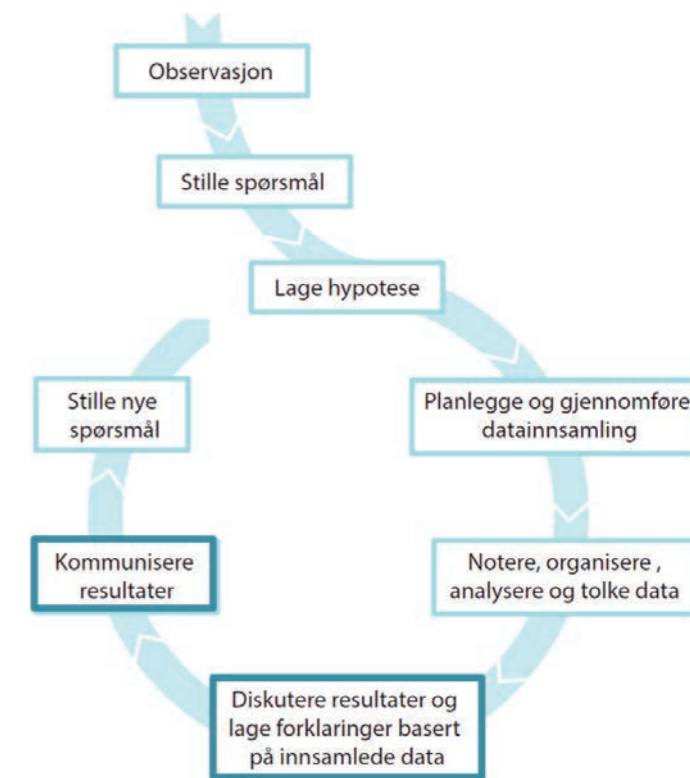
Etter testingen holder læreren opp en og en gjenstand og spør hvor den skal plasseres. Hvis elevene er enige, registreres gjenstanden i tilhørende kolonne. Hvis elevene er uenige, kan elevene komme med forslag til hvordan de kan finne ut av det (f.eks. teste på nytt).

Diskuter resultatene ved å stille elevene noen spørsmål som får dem til å reflektere over likheter og forskjeller mellom de ulike gjenstandene. For eksempel: Hva er forskjellen på de to skjeene? De er laget av ulikt materiale. Hva har gjenstandene i tiltrekkes-kolonnen til felles? De er av metall. Var det noe som overrasket dere? Måtte dere endre på hvor dere hadde plassert gjenstanden etter testing med magnet?

Ofte vil elevene plassere alt som er laget av metall i tiltrekkes-kolonnen, men magnettesten viser at ikke alt metall tiltrekkes av magneter. Hvorfor er det slik? Hva kan vi gjøre for å finne ut mer? For å finne svar på dette kan elevene



samle data ved å gjøre flere utprøvinger på ulike typer metaller (førstehåndsundersøkelser), og/eller søke etter informasjon i tekster (andrehåndsundersøkelser). Da vil de finne ut at mesteparten av metaller som tiltrekkes av magneter inneholder jern (stål er en legering av jern og karbon).



Figur 1. Modell av elementer som ofte inngår i utforskende arbeid. Uthevede elementer er i fokus i denne artikkelen. Modell basert på Barber⁴.

Modellen i figur 1 viser at inngangen til en utforsking er å trigge elevene til å undre seg og stille spørsmål, oftest knyttet til en observasjon. Hvis målet med utforskingen er å lære teori, må observasjonen ha sammenheng med det faglige temaet som undervises. Observasjonen kan for eksempel relateres til demonstrasjonsforsøk, elevforsøk, tekst, film, simulering eller at elevene observerer deler av mennesker, dyr, planter eller steiner etter gitte kriterier.

I magneteksempelet er inngangsspørsmålet: Tror du gjenstandene tiltrekkes av en magnet eller ikke? Elevene lager en hypotese ved å plassere gjenstanden i *tiltrekkes-* eller *tiltrekkes ikke-*kolonnen samtidig som de begrunner hvorfor de plasserer den der («Jeg tror at mynten skal i tiltrekkes-kolonnen, fordi den er laget av metall.») Deretter tester de hypotesen sin (samler data) og noterer resultatene på arket. I fellesskap diskuterer de resultatene og

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

lager forklaringer om at egenskaper ved stoffer avgjør om de er magnetiske. Utforskinger gir sjelden entydige svar, oftest utløser det mange nye spørsmål i stedet. I vårt eksempel har vi opplevd at mange elever trigges av å observere at ikke alle metaller tiltrekkes av magneter, og spørsmålet *Hvorfor er det slik?* dukker opp.

Spørsmålet elevene ønsker å finne svar på vil være bestemmende for den videre utforskningen. Hvordan elevene kan undersøke og samle informasjon (data) som kan hjelpe dem å finne ut mer om det de lurte på, er ofte neste steg. Data kan samles inn på ulike måter avhengig av spørsmålet som skal besvares, for eksempel i form av observasjoner, målinger og/eller søke i tekster etter hva andre har funnet ut tidligere. Deretter organiseres innsamlede data, gjerne i en tabell. Hvor mye frihet elevene skal få i valg av spørsmål og gjennomføring av datainnsamling, er noe læreren må avgjøre ut i fra målet med utforskningen, elevenes kunnskaper om temaet og erfaringer med utforskende arbeidsmåter.

Mange naturfaglærere har sikkert erfart at når elevene har gjort et forsøk eller samlet data på annen måte, og kanskje skrevet ned noen resultater, så er det ikke mer tid igjen. Men hvis prosessen stopper her, går elevene glipp av den kanskje viktigste fasen i et læringsforløp. Det er nå tråder skal samles og resultater oppsummeres og diskuteres. Når elevene får mulighet til å kommunisere egne resultater og fremgangsmåter og diskutere og sammenligne med hva andre har kommet fram til, legges det til rette for dybdelæring.⁵ Det betyr at når en utforsking planlegges, må det settes av nok tid til at elevene får diskutert og kommunisert underveis. De praktiske aktivitetene trenger ikke være så store eller ta så mye tid. Korte, enkle forsøk, som vist i magneteksempelet, kan generere gode spørsmål elevene kan undersøke videre og som legger til rette for diskusjoner underveis for å komme fram til en forklaring.

Tankeprosesser som fremmer faglig forståelse

For at utforskningen skal bli mer enn gjøring og bidra til elevenes dybdelæring, er det viktig at aktivitetene gjennom hele utforskningen får elevene til å tenke selv, bearbeide nytt stoff og snakke med hverandre. Her kan tankeprosessene beskrevet av Ritchhart, Church og Morrison⁶ være et verktøy for læreren. Tankeprosessene er utviklet på grunnlag av observasjoner i klasserommet, og inkluderer åtte beskrivelser (se figur 2) av gode lærings situasjoner der elevene demonstrerer framskritt i sin forståelse (les mer på side 86). Studerer vi de åtte beskrivelsene, handler de om hvordan

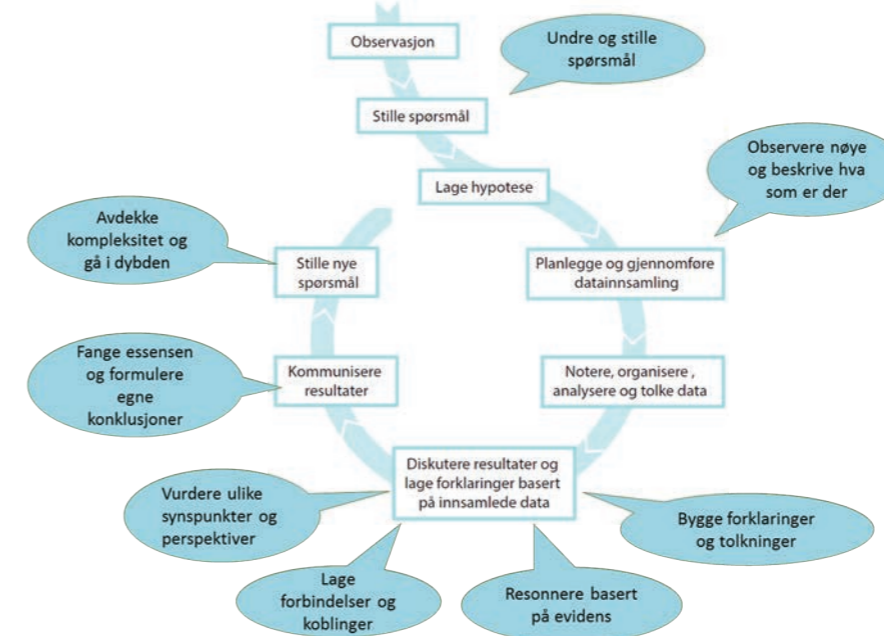
elevene bearbeider nytt stoff og hvordan de samtaler med hverandre. Igjen blir vi minnet om at det ikke er nok bare å gjøre en aktivitet dersom dybdelæring er målet. Elevene må også snakke og reflektere over gjøringen. Tankeprosessene hjelper oss til å bli mer bevisst på hvordan vi kan legge til rette for refleksjoner og samtaler.

La oss ta et eksempel. I figur 1 går det fram at spørsmål er drivkraften for utforskning. Derfor er det viktig at spørsmålet handler om noe elevene virkelig ønsker å finne svar på. Det er nettopp det tankeprosessen «*undre seg og stille spørsmål*» også vektlegger. Elevene må bli «utsatt» for en situasjon der de begynner å undre seg, før de klarer å stille spørsmål. *Hva som tiltrekkes av magneter* i eksemplet vårt kan være en slik undringssituasjon. På slutten av en utforsking vil elevene kunne stille mange flere spørsmål, slik figur 2 viser. Da har de vært gjennom mange undringssituasjoner underveis i utforskningen og fått mer kunnskap de kan bygge på, noe som igjen genererer flere spørsmål.

I figur 2 har vi koblet tankeprosessene til de ulike elementene i en utforsking for å illustrere hvordan tankeprosessene kan være med på å konkretisere elementene og sørge for at dybdelæring kan skje. Det er særlig på nedre del av modellen at det «hoper» seg opp med tankeprosesser. For eksempel kan elementet som handler om å diskutere bidra til flere tankeprosesser som «*gjøre forbindelser*», «*vurdere ulike synspunkter og perspektiv*», «*resonnere basert på evidens*», «*bygge forklaringer og tolkninger*». La oss se på magneteksempelet igjen. Det er først når elevene har laget tabellen at de kan begynne å diskutere likheter og forskjeller mellom gjenstandene, forsøke å forklare hvorfor noen tiltrekkes av magneter og andre ikke og bruke egne observasjoner som evidens for sine argumenter. Dette tar tid, det holder ikke bare å teste gjenstandenes magnetiske egenskaper. Læreren må legge til rette for at elevene etterpå lager tabellen og blir utfordret til å sammenligne resultatene, diskutere i grupper og i plenum.

Å bruke tid på nedre del av modellen i figur 1 og 2, gir elevene mulighet til å bli engasjert i mange gode læringsprosesser som danner grunnlag for dybdelæring. Når læreren bruker tankeprosesser som et refleksjonsverktøy, kan situasjoner skapes underveis i utforskningen slik at elevene i fellesskap undrer seg, stiller spørsmål, lager forklaringer og tolkninger, resonnere basert på evidens, lager koblinger osv. Først da kan gjøringen bli læring for elevene.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER



Figur 2. Eksempler på hvilke tankeprosesser ulike utforskende elementer kan bidra til.

Grunnleggende ferdigheter er integrert i utforskende arbeidsmåter

Mye forskning er gjort på elevers læring gjennom utforskende aktiviteter, og det de fleste kan enes om er at elevers forståelse avhenger av at de får mulighet til å diskutere, reflektere og sammenligne dataene de har samlet og bruke dette som utgangspunkt for å lage logiske forklaringer.⁷ Å jobbe utforskende innebærer altså en tett kobling mellom praktiske og språklige aktiviteter med fokus på begreper, kommunikasjon og tekster. Å arbeide med språklige aktiviteter i naturfag er å arbeide med de grunnleggende ferdighetene lesing, skriving, regning, muntlige og digitale ferdigheter på naturfagets premisser.

Å jobbe utforskende innebærer stor grad av muntlighet. Akkurat som ekte forskere, jobber også elever ofte i grupper med utforskende arbeid. I alle faser av arbeidet er det relevant å diskutere med hverandre underveis. Dersom lærerne er flinke med å tilrettelegge for at elever snakker naturfag, blir det lettere for elever å ta i bruk de faglige begrepene på en naturlig måte. Slik tilrettelegging kan for eksempel være at elevene skal presentere og diskutere hverandres forskningsspørsmål før de går videre i utforskningen, eller som

i magneteksempelet, at de skal sammenligne egne data med andres data og diskutere mulige forklaringer på resultatene. Les mer om språk som nøkkel for å lære naturfag på side 62 og om å legge til rette for faglige samtaler på side 66.

Vi observerte en klasse der magneteksempelet inngikk som en del av et undervisningsopplegg om krefter, der «gjøringer» ble koblet til lesing, skriving og muntlige aktiviteter. Etter å ha diskutert resultatene fra aktiviteten i klassen reflekterte elevene skriftlig over disse ved hjelp av spørsmålet: Hva overrasket deg mest i undersøkelsen du gjorde forrige økt? En elev skrev: *Den lille kobberbiten og den store metallringen trodde vi var magnetisk, men det var de ikke, mens en annen skrev: Det som overrasket meg var at ikke alle metaller ble tiltrukket av magneten.* Her la læreren til rette for tankeprosesser som undre og stille spørsmål, lage forbindelser og koblinger og å resonnere basert på evidens.

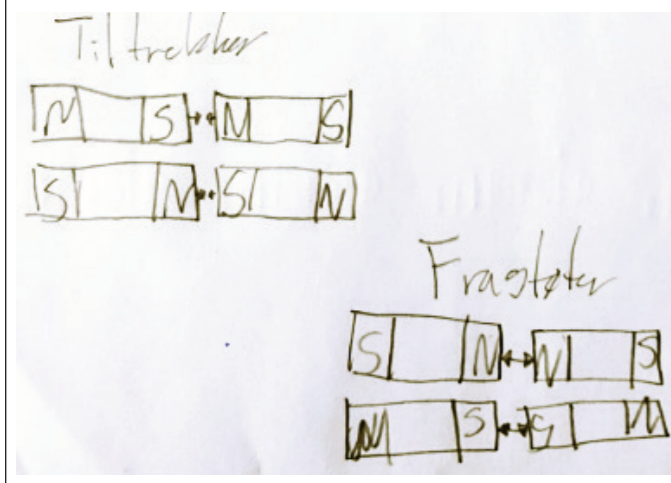
Videre i undervisningsopplegget samlet elevene mer data om magneter gjennom flere praktiske aktiviteter (førstehåndsundersøkelser) og ved å utforske en bok om magneter gjennom leseoppdrag (andrehåndsundersøkelser). Elevene var nå klare til å lage en forklaring om magnetiske krefter basert på evidens. Elever trenger veiledning i å lage forklaringer. Forenklet kan vi si at en naturfaglig forklaring benytter evidens for å støtte en naturfaglig påstand. Første setning er gjerne en påstand som oppsummerer hva forklaringen handler om. Resten av teksten gir evidens for det som forklares.

Figur 3 viser et eksempel på en skriftlig naturfaglig forklaring om magneter. Læreren veiledet elevene trinnvis i skrivingen. Forklaringen innledes av påstanden *Magneter kan frastøte og tiltrekke*. Elevene fikk beskjed om at de måtte ha evidens som støtter påstanden, og de ble minnet om utforskningene de hadde gjennomført og om boka de hadde lest. Klassen diskuterte i grupper hvilke evidens de hadde samlet. Da de oppsummerte i plenum, fylte de inn i en tabell med kolonneoverskriftene *Frastøter* og *Tiltrekker*. Tabellen ble en viktig støtte i elevenes arbeid med å skrive forklaringer. Lærer modellerte også eksempler på setninger og formuleringer som

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

Magneter kan frastøte og tiltrekke.

Da vi utforsket magnettriks, så vi at magneter kan frastøte andre magneter. Magneter frastøter hverandre når du setter en nordpol mot en nordpol, eller en sørpol mot en sørpol. Magneter tiltrekker hverandre når du setter motsatte poler sammen. Vi fant også ut at magneter tiltrekker seg objekter som har jern i seg. Magneter tiltrekker seg både binderser, stålull og spikere.



Figur 3. Eksempel på naturfaglig forklaring.

kunne inngå i forklaringene. I brødteksten i figur 3 ser vi at eleven bruker egne observasjoner som evidens når han beskriver at magneter med like poler mot hverandre frastøtes og magneter med ulike poler mot hverandre tiltrekkes. Videre har eleven observert at magneter tiltrekker seg objekter av jern, og inkluderer dette i forklaringen som evidens på at magneter kan tiltrekke. Elevene fikk også beskjed om å lage en illustrasjon som passet til forklaringen.

Når elevene lager en forklaring basert på evidens, aktiviseres mange tankeprosesser (se figur 2). I klassen vi observerte skrev de flere naturfaglige forklaringer i løpet av undervisningsopplegget. Det var lagt opp til en progresjon i å skrive naturfaglige forklaringer og at elevene skulle få et bevisst forhold til dette. Elevene reflekterte også skriftlig rundt naturfaglige forklaringer, se eksempel i figur 4.

Oppsummering

I denne artikkelen har vi vist hvordan gjøring kan føre til læring. Et tips for å legge til rette for dybdelæring, er å bruke mindre tid på å samle data og dermed frigjøre mer tid til at elevene får diskutert

Hva må du huske når du skal skrive en naturfaglig forklaring?

Når du skal skrive en naturfaglig forklaring, må du ha med bevis og en teori/påstand. Du må bruke naturfagsord.

Hvorfor endrer forskere noen ganger forklaringene sine?

Forskere endrer forklaringene sine fordi de lærer mer og kan skrive mer spesifikke forklaringer. De lærer mer fordi de prøver seg frem flere ganger, og tester teoriene sine mange ganger.



Figur 4. Elevs refleksjoner over naturfaglige forklaringer.

dataene sine, lagd forklaringer, sammenlignet resultater og kommunisert funnene sine (nedre del av modellen i figur 1).

Noter

- 1 Kunnskapsdepartementet. (2006/2013). Kunnskapsløftet. Læreplan for grunnskolen og videregående skole. Utdannings- og forskningsdepartementet.
- 2 udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/kjerneelementgruppene/naturfag--oppsummering-av-innspill
- 3 Nilsen, T., & Frøyland, M. (2016). Undervisning i naturfag. I O. K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Eds.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 137-157). Universitetsforlaget.
- 4 Barber, J. (2009). The Seeds of Science/Roots of Reading Inquiry Framework, scienceandliteracy.org.
- 5 Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S. M., & Sørvik, G. O. (2016). *På forskerfotter i naturfag*. Universitetsforlaget.
- 6 Ron Ritchhart, Mark Church og Karin Morrison (2011): *Making Thinking Visible. How to promote engagement, understanding, and independence for all learners*. Wiley.
- 7 Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. I N. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education. Vol II*. Routledge.
- 8 Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474-496.





Valgfrihet i utforskende forsøk

Hvor mye valgfrihet må elevene ha for at et forsøk skal være utforskende?

En elev måler opp 1 dl oppvaskmiddel i et begerglass og setter det på vekten. En annen elev leser av vekten og noterer det i en tabell. Etter å ha målt opp og veid fem ulike væsker regner de ut massetettheten. De heller deretter væskene opp i et glass, der rekkefølgen er bestemt ut fra massetettheten, slik at væskene legger seg i lag. Dette er en naturfagstime der elevene gjør forsøk, men er det utforskende?

Å utforske innebærer at man undrer seg, stiller spørsmål, innhenter informasjon, undersøker, observerer, tolker, analyserer, argumenterer og formulerer forklaringer basert på bevis.¹ Forsøk kan være én måte å gi elevene mulighet til å samle og bruke egne data. Men utforskende undervisning trenger ikke inneholde forsøk og forsøk i seg selv er ikke utforskende, det kommer an på hvordan vi tilrettelegger for elevene.

Vi kan vurdere om forsøk er utforskende for eksempel ved å se på antall frihetsgrader, altså hvor mange valgmuligheter elevene har i forsøket.² Elevenes valgmuligheter kan variere mellom de ulike delene av forsøket: problem/spørsmål/oppdrag, metode og resultat/løsning, se tabell.

Tabellen viser at selv om graden av åpenhet varierer i ulike deler av forsøket, kan det være likt antall frihetsgrader i to ulike forsøk. Det er instruksjonen til elevene som er avgjørende for denne variasjonen. Instruksjoner til forsøk uten frihetsgrader kaller vi ofte for «kokebok», fordi elevene må følge «oppskriften» for at forsøket skal bli riktig utført og for at de skal få riktig resultat. I den andre enden av skalaen har vi «åpne forsøk», der elevene får mye frihet og dermed få instruksjoner om hva de skal gjøre, hvordan de skal gjøre det og hva de skal finne ut av.

Frihetsgrader	Type instruksjon	Problem/spørsmål/oppdrag	Metode	Resultat/løsning
0	Kokebok	Lukket	Lukket	Lukket
1	Problem-basert	Lukket	Åpen	Lukket
1	Lærerstyrt utforskning	Lukket	Lukket	Åpen
2	Halvåpent forsøk	Lukket	Åpen	Åpen
3	Åpent forsøk	Åpen	Åpen	Åpen

Tabell over antall frihetsgrader, navn på type instruksjon og hvilke valgmuligheter (åpen/lukket) elevene har innen de ulike delene av forsøket; problem/spørsmål/oppdrag, metode og resultat/løsning.

Bruk tabellen til å vurdere hvor mange frihetsgrader det er i følgende fem eksempler (A–E):

A: Elevene kan velge ulike metoder for å løse et gitt problem. Resultatet er gitt.

B: Elevene stiller selv spørsmål som de ønsker å utforske. De velger selv metoder de vil bruke og de kan komme fram til ulike løsninger.

C: Elevene får en instruksjon som de må følge trinnvis for å ledes fram til riktig resultat.

D: Elevene får et spørsmål eller ei problemstilling de skal utforske. De velger metoder selv og det finnes ikke et gitt resultat.

E: Elevene får både problem og framgangsmåte for å løse problemet, men det finnes flere forskjellige løsninger som ikke er gitt.

Utforskende = mange frihetsgrader?

Hvor mange frihetsgrader må et forsøk ha for at det skal bli utforskende for elevene? Det er det ikke et fasitsvar på. Men et forsøk med null frihetsgrader gir ikke elevene mulighet for å utforske. Det kan likevel være hensiktsmessig med lukkede forsøk dersom formålet er å lære elevene metoder som det å følge en bestemt framgangsmåte eller å bruke utstyr. Hvis formålet derimot er å lære elevene problemløsning og kreativitet, kan det være mer hensiktsmessig med åpne forsøk. Dette gir elevene mye frihet, men også stort ansvar for egen læring.

Både åpne forsøk med minimal veiledning og lukkede forsøk med få eller ingen frihetsgrader kan ha dårlig effekt på elevers læringsutbytte.³ Utfordringen med lukkede forsøk er at de kan oppleves som lite motiverende for elevene, da det handler om å reproducere noe som mange andre har gjort før dem. I åpne forsøk kan det være at elevene opplever det blir for mange valg som de ikke kan håndtere. Konsekvensen kan bli at elevene får kognitiv overbelastning som hemmer læring og/eller at det blir så ustrukturert at forsøket likevel ikke blir utforskende.

Rammer og støttestrukturer er derfor viktige i forsøk, også når det gjelder utforskende undervisning.⁴ I forsøk kan rammen være et gitt tema og bestemte faser i forsøket, mens støttestrukturer kan være metoder og utstyr eller at forsøket skal lede fram til et bestemt resultat eller en bestemt løsning. På den måten kan vi kombinere åpne og lukkede deler i et forsøk og dermed støtte elevene i den utforskende prosessen.

Tilbake til forsøket i starten av artikkelen: Er det utforskende når elevene heller opp fem ulike væsker i et glass, slik at de legger seg i lag? Det kommer helt an på hvilken instruksjon de har fått, noe som bør bestemmes ut fra formålet med forsøket. Det er ikke slik at jo flere frihetsgrader elevene får, jo mer utforskende er forsøket.

Kompetanseutvikling på realfagsløyper.no

I modulen *Praksiser i utforskende undervisning i naturfag* under temaet *Ambisiøs og utforskende undervisning* kan du sammen med kollegaene dine jobbe mer med forsøk og utforskende undervisning.



Hvordan legger væskene seg i lag? Foto: Aud Ragnhild Skår

Noter

1 National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press.
Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S., Sørvik, G. (2016). *På forskerfotter i naturfag*. Universitetsforlaget.

2 Gyllenpalm, J., Wickman, P. O. og Holmgren, S. O. (2010). Teachers' Language on Scientific Inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry?. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1151-1172.

3 Abrahams, I. og Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, 41(2), 75-86.

4 Knain, E., Bjønness, B., & Kolstø, S. D. (2011). Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter [Frames and scaffolding structures in inquiry-based learning]. I E. Knain & S. D. Kolstø (Eds.), *Elever som forskere i naturfag*. Universitetsforlaget.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER



Å stille spørsmål som drivkraft i utforskende aktiviteter

Spørsmål er selve drivkraften i utforskende aktiviteter. En utforskning starter ofte med en observasjon eller et tema som gir opphav til spørsmål. I andre tilfeller oppstår en utforskningen som en direkte følge av et spørsmål og ofte er det slik at utforskninger ikke ender med entydige svar, men genererer nye spørsmål. Ikke alle spørsmål kan besvares gjennom utforskning, og denne artikkelen handler om hvordan elever kan øve på å lage forskbare spørsmål.

Å lage gode forskbare spørsmål som er relevante for et spesifikt tema kan være utfordrende både for elever og forskere. Det er ikke nok at elevene lærer å stille spørsmål, de må også lære om hvorfor de gjør det og de må lære om ulike typer spørsmål. I det følgende tar vi utgangspunkt i et eksempel fra kjemiundervisning på mellomtrinnet for å vise hvordan store spørsmål kan gjøres forskbare ved å dele dem opp i flere mindre spørsmål. Vi viser også hvordan ulike spørsmålsformuleringer egner seg til ulike formål.

Eksempel fra undervisningsopplegg om kjemiske reaksjoner

Et undervisningsopplegg om kjemiske reaksjoner tok utgangspunkt i et forsøk der utgangsstoffene natron, kalsiumklorid og fenolrødtløsning ble blandet i en pose som straks ble lukket. Spørsmålet knyttet til dette forsøket var: *Hva skjer hvis vi blander natron, kalsiumklorid og fenolrødtløsning?* Før elevene gjennomførte selve forsøket, observerte de utgangsstoffene og noterte blant annet at natron og kalsiumklorid er hvite, tørre stoffer og at fenolrødtløsning er en rødfarget væske. I timen før hadde elevene lært om noen typiske kjennetegn på kjemiske reaksjoner. Etter at stoffene var blandet, kunne elevene observere tre kjennetegn på kjemiske reaksjoner: *temperaturendring* (innholdet i posen ble hovedsakelig varmt), *fargeendring* (innholdet i posen ble gult) og *dannelse av gass* (posen blåste seg opp). Fordi mange aktiviteter

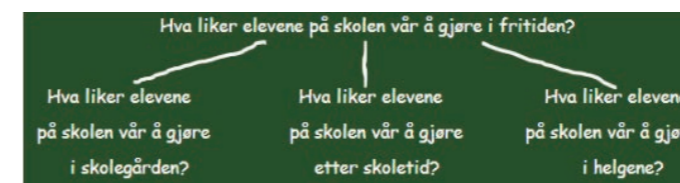
i undervisningsopplegget var knyttet til dette forsøket, ble det kalt VGG-reaksjonen (Varmt, Gult, Gass).

En sentral del av undervisningsopplegget var å jobbe systematisk med å stille spørsmål og å lære at ulike typer spørsmål passer i ulike sammenhenger. I dette tilfellet genererte forsøket et nytt spørsmål: *Hvordan virker VGG-reaksjonen?* Når elevene forsket videre, brukte de observasjoner fra forsøket som utgangspunkt for å snevre inn det store spørsmålet *Hvordan virker VGG-reaksjonen?* til mindre spørsmål knyttet til hvert av de tre kjennetegnene på kjemisk reaksjon.

For å hjelpe elevene med å snevre inn store spørsmål til mindre spørsmål innledet læreren med å modellere et hverdagsseksempel. Hun skrev følgende spørsmål på tavla: *Hva liker elevene på skolen vår å gjøre i fritiden?* og ba elevene tenke over hvordan de skulle finne svar på dette spørsmålet. Da de begynte å diskutere, så de at det var vanskelig å finne svar på spørsmålet fordi det er et stort spørsmål som kan ha mange forskjellige svar. Læreren foreslo at de skulle dele opp spørsmålet i kategorier, se figur 1: *Hva liker elevene på skolen vår å gjøre i skolegården?*, *Hva liker elevene på skolen å gjøre etter skoletid?*, *Hva liker elevene på skolen vår å gjøre i helgene?* Igjen diskuterte klassen spørsmålene og de syntes at det var lettere å finne svar på disse enn det første spørsmålet.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

De ble likevel enige om å prøve å avgrense spørsmålene enda mer. Etter å ha diskutert litt kom de fram til spørsmålet *Hva liker femteklassingene på skolen å gjøre i skolegården?*



Figur 1. Eksempel på innsnevring av spørsmål.

Læreren påpekte for elevene at ved å finne svar på dette spørsmålet, vil det også bli lettere å finne svar på det store spørsmålet: *Hva liker elevene på skolen vår å gjøre i fritiden?* Jo flere mindre spørsmål vi finner svarene på, desto nærmere kommer vi svaret på større og mer omfattende spørsmål. Akkurat slik er det forskere jobber i forskningsprosjekter. Forskningsprosjekter har ofte store spørsmål de skal finne svar på, og de ulike forskerne jobber med mindre spørsmål i delprosjekter som til sammen skal bidra til å svare på et stort spørsmål.

Etter å ha jobbet grundig med dette hverdagsseksempel var elevene klare for å innsnevre det store spørsmålet fra forsøket: *Hvordan virker VGG-reaksjonen?* Med utgangspunkt i observasjonen av de tre kjennetegnene på kjemiske reaksjoner i VGG-reaksjonen, lagde klassen følgende tre mer avgrensede spørsmål: *Hvorfor ble stoffene varme?*, *Hvorfor ble stoffene gule?* og *Hvorfor ble det dannet gass?* Overføring mellom hverdagsseksempler og en naturfaglig kontekst kan være utfordrende for elever og krever modellering og repetisjoner fra læreren. Når elevene jobbet med å avgrense spørsmål fra VGG-reaksjonen, gjorde læreren i vårt eksempel stadig koblinger tilbake til hverdagsseksempel med fritidsaktiviteter. På denne måten la læreren til rette for elevenes dybdeløring.

Klassen valgte å jobbe videre med en ny utforskning knyttet til hvorfor stoffene ble gule. De hadde en hypotese om at det var fenolrødt som forårsaket fargeendringen i den opprinnelige VGG-reaksjonen, fordi fenolrødt har farge, mens de andre stoffene i reaksjonen er hvite. De formulerte følgende spørsmål: *Hva skjer hvis vi ikke tar med fenolrødt i VGG-reaksjonen?* For å finne svar på dette gjennomførte elevene et eksperiment der de kun endret én variabel. Elevene lærte at når vi gjør både det opprinnelige forsøket og et tilsvarende forsøk med én endret variabel, gjør vi det vi

kaller et eksperiment. I dette tilfellet erstattet elevene fenolrødtløsningen med samme mengde vann, se resultatet av eksperimentet i bildene under. Elevene lærte samtidig at hvis de endrer mer enn en variabel blir det umulig å finne ut hvilken variabel som er årsaken til resultatet.



Eksperiment med resultatet av den opprinnelige VGG-reaksjonen på bildet øverst og resultat av tilsvarende forsøk, der variabelen fenolrødtløsning er endret til vann på bildet nederst. Foto: Naturfagsenteret

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

I løpet av undervisningsopplegget lærte elevene om flere spørsmålstyper og når det kan være lurt å bruke de ulike typene, se tabellen under. Elevene lærte for eksempel at *hvorfor*-spørsmål kan være gode spørsmål, men de er ofte for omfattende eller for vanskelige å finne svar på gjennom forsøk og eksperimenter i naturfagtimene. *Hva skjer hvis*-spørsmål kan være gode spørsmål i starten av en utforskning. Videre lærte elevene at når vi vet hva som skjer i en reaksjon, kan vi formulere sammenlignende spørsmål. Sammenlignende spørsmål kan handle om mål, f.eks. tid, temperatur eller mengder. For å svare på slike spørsmål må du gjøre et eksperiment der du sammenligner to eller flere reaksjoner.



Når vi vet hva som skjer i en reaksjon, kan vi formulere sammenlignende spørsmål. Foto: colourbox.no

Spørsmålstype	Beskrivelse	Eksempel
Hvorfor ...? (oppslags-spørsmål)	Disse kan være vanskelige å undersøke fordi de er for omfattende, eller de er for kompliserte å besvare. Vi kan finne svar ved å bruke andre kilder.	Hvorfor er det mest nordlys i Nord-Norge?
Hva skjer hvis ...?	Disse passer godt i starten av en utforskning.	Hva skjer hvis vi blander natron og eddik?
Sammenlignende spørsmål	Når du vet hva som skjer i en reaksjon, kan du stille spørsmål om <i>mengder</i> , <i>temperatur</i> eller <i>tid</i> . Det vil hjelpe deg å finne ut mer om reaksjonen.	Hvordan endres temperaturen i reaksjonen mellom natron og eddik hvis vi dobler mengden natron?

Ulike spørsmålstyper for ulike undersøkelser.

I siste del av undervisningsopplegget om kjemiske reaksjoner skulle elevene anvende kunnskapen til å designe og gjennomføre egne eksperimenter. De skulle bruke utgangsstoffer og utstyr fra VGG-reaksjonen, og designe eksperimenter som skulle bidra til å svare på det store spørsmålet *Hvordan virker VGG-reaksjonen?* De fikk beskjed om å lage sammenlignende spørsmål knyttet til observasjonene av kjennetegn på kjemiske reaksjoner (temperaturrendring, gassutvikling eller fargeendring) og at en endring måtte kunne observeres eller måles. Som hjelp til å utforme egne spørsmål fikk elevene et veiledningsark der de skulle ta stilling til følgende:

- Hjelper spørsmålet oss til å lære mer om VGG-reaksjonen?
- Er spørsmålet et undersøkende spørsmål og ikke et oppslags-spørsmål?
- Kan vi finne svar på spørsmålet med en undersøkelse og i løpet av en skoletime?
- Er utstyret lett å få tak i, eller finnes det allerede i klasserommet?
- Er undersøkelsen trygg å gjennomføre?
- Er spørsmålet et sammenlignende spørsmål som vi kan finne svar på ved å gjøre et eksperiment?

Å stille spørsmål er en viktig del av utforskende aktiviteter. I denne artikkelen har vi gjennom et konkret eksempel vist hvordan elever kan støttes på veien fram mot å lage egne forskbare spørsmål. Elevene får en dypere forståelse av forskbare spørsmål som innebærer at de vet hva en variabel er, de vet hva som er forskjellen på et forsøk og et eksperiment og de vet at de bare kan endre en variabel av gangen. Slik kunnskap kan også bidra til at elevene blir bedre i stand til å vurdere naturvitenskapelig informasjon som omtales i medier på en kritisk måte. Denne måten å jobbe med forskbare spørsmål på er overførbart til andre tema i naturfag og kan benyttes på mange klassetrinn.

Noter

1 Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S. M., & Sørvik, G. O. (2016). *På forskerfotter i naturfag*. Universitetsforlaget.



Tekster kan støtte utforskende arbeid

Elever er nysgjerrige og har masse spørsmål om verden rundt seg som de gjerne vil undersøke. Denne artikkelen handler om hvordan tekster kan støtte førstehåndsundersøkelser.

I skolen skal elevene tilegne seg naturfaglige kunnskaper, lære om hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir dannet og etterligne hvordan forskere jobber. Forskere undersøker verden på en rekke ulike måter. De gjør førstehåndsundersøkelser ved å gjøre observasjoner, gjennomføre tester og eksperimenter, modellere naturvitenskapelige fenomener, samle data og lete etter bevis. Forskere veksler hele tiden mellom første- og andrehåndsundersøkelser. Andrehåndsundersøkelser er å samle og tolke informasjon fra sekundære kilder som bøker, forskningsartikler, rapporter, presentasjoner, samt å kommunisere med kolleger fra samme fagfelt. Denne artikkelen fokuserer på arbeid med tekster når elever jobber utforskende.

Cervetti og Barber¹ trekker fram flere viktige roller tekster har i utforskende arbeid. For det første kan tekster skape en kontekst for undersøkelsen ved å koble elevenes hverdags erfaringer og forkunnskaper til naturfaglige tema og inspirere elevene til å stille spørsmål de kan utforske. Et eksempel på en slik tekst er boka *Modeller av celler*² som kobler begreper til elevenes forkunnskaper. For å forklare det naturfaglige begrepet celle trekkes det sammenligninger til ei fengselscelle. Form og funksjon til de ulike delene i ei levende celle blir sammenlignet med form og funksjon ved organisering og inventar i og rundt ei fengselscelle. *Modeller av celler* bidrar til å skape en kontekst for elevenes egen utforskning av celler og er en del av undervisningsopplegget *Cella som system* på naturfag.no. Les mer på side 76.

I følge Cervetti og Barber kan tekster også ha en modellerende rolle for utforskende arbeid. Enten ved å modellere utforskende arbeidsmåter i sin helhet eller som spesifikke elementer knyttet til

en utforskning, for eksempel å observere og lage forklaringer. Det er vanlig at forskere gjenskaper andre forskeres prosedyrer eller eksperimenter. Tekster skrevet av andre som forsker kan dermed fungere som modelltekster i naturfag. En rikholdig kilde med beskrivelser av forskningsprosjekter som kan fungere som modeller og inspirasjon i grunnskolen er arkivet med vinnerbidragene fra Nysgjerrigperkonkurransen. Vinnerne er kåret av en jury og dermed også kvalitetssikret³. For eldre elever vil tidsskriftet SPISS⁴ kunne ha samme funksjon. SPISS er et tidsskrift av og for elever på naturfaglige programfag i videregående skole. Artiklene i SPISS er kvalitetssikret gjennom fagfellevurdering. Sist, men ikke minst, kan naturvitenskapelige forskeres tekster ha en modellerende funksjon. Et eksempel på dette er bloggen *En verden av naturtyper*⁵ som viser hvordan en forsker jobber for å kartlegge naturtyper.

En tredje rolle for tekster i utforskende arbeid er å være en direkte støtte i førstehåndsundersøkelser. Eksempler på slike tekster er felthåndbøker og andre relevante oppslagsverk.

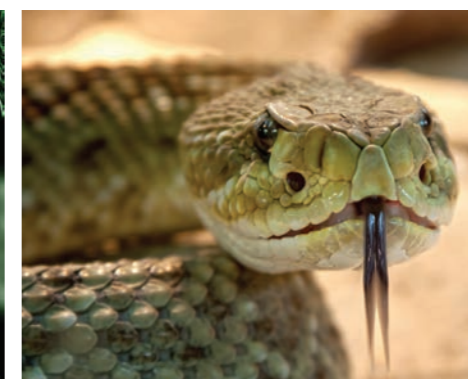
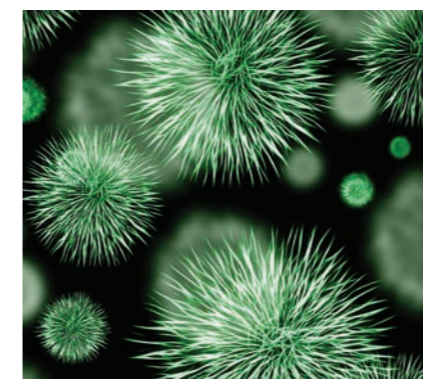
Den fjerde foreslåtte rollen er andrehåndsundersøkelser. Cervetti og Barber konstaterer at elever trenger muligheter til å samle data, men de argumenterer for at elever har enda større behov for øve på å tolke data. I andrehåndsundersøkelser tolker elevene data som andre forskere har publisert og trekker konklusjoner basert på disse dataene. I følge Cervetti og Barber gir andrehåndsundersøkelser en rekke fordeler. Elevene får mulighet til å tolke data som kan være vanskelig eller for tidkrevende å samle inn i klasserommet. Andrehåndsundersøkelser gir elevene erfaringer med å tolke data presentert på ulike måter. Vi vet at mange elever sliter med å forstå

og hente ut informasjon fra tabeller og figurer. Det er lett å ta for gitt at elever for eksempel vet at en tabell- eller figurtekst sier noe om hva tabellen eller figuren viser, at de vet forskjellen på en rad og en kolonne i en tabell, at de vet hva en variabel er og hva som er forskjell på en uavhengig og en avhengig variabel. Vi har for eksempel erfart at elever på mellomtrinnet kan ha problemer med å forklare hva slags informasjon vi kan lese ut av tabellen nedenfor. Enda vanskeligere ble det da de skulle designe sitt eget eksperiment og lage egne tabeller for å registrere data.

Temperaturen i en varmpakning over tid

Tid etter blanding	Temperatur
0 minutter	24 °C
30 minutter	49 °C
1 time	53 °C
1 time 30 minutter	53 °C
2 timer	52 °C
2 timer 30 minutter	51 °C
3 timer	40 °C

Eksempel på tabell⁶ som elever på mellomtrinnet har problemer med å tolke.



Det vi vil undersøke kan være for smått, for farlig eller for langt unna for førstehåndsundersøkelser. Foto: pixabay.com

Det kan av og til være lettere å tolke data som presenteres i bøker enn data fra egne undersøkelser. Dermed øker sjansen for å kunne trekke pålitelige konklusjoner. Cervetti og Barber argumenterer for at det å bli kjent med ulike modeller for å samle data og øve på å tolke andres data kan bidra til at det senere blir lettere å planlegge og gjennomføre egne førstehåndsundersøkelser.

Sist, men ikke minst, så har tekster en rolle i å formidle innhold når elevene trenger ytterligere fordykning for å kunne gjennomføre eller tolke førstehåndsundersøkelser. Likeledes er elevene ofte interessert i fenomener som er for farlig, for små, for langt unna eller for tidkrevende til at de kan gjennomføre førstehåndsundersøkelser. Slike fenomener kan elevene undersøke gjennom tekster. Mange elever er for eksempel interessert i fossiler og øgler. Barneboka *Monsterøglene på Svalbard*⁷ forteller om hvordan øgleforskere jobber og setter funnene inn i en naturhistorisk kontekst. Vi ser altså at tekster kan støtte førstehåndsundersøkelser på flere ulike måter.

Noter

- Cervetti, G., & Barber, J. (2009). Bringing back books. Using text to supplement hands-on investigations for scientific inquiry. *Science and children*, November 2009, 20-23.
- Tusvik, R., Skår, A. R., & Sørberg, Ø. (2017). *Modeller av celler*. Naturfagsenteret. naturfag.no/modelleravceller
- nysgjerrigper.no/temaer/prosjektarkivet
- naturfagsenteret.no/spiss
- blogg.forskning.no/en-verden-av-naturtyper
- Looper, S. (2011) Håndbok om kjemiske undersøkelser
- Hurum, J. H., Helleve, T., & van Huslen, E. (2012). *Monsterøglene på Svalbard*. Cap-pelen Damm.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER



Fremtiden er i klasserommet ditt! Kritisk tenkning i arbeid med bærekraftig utvikling

Å jobbe med kritisk tenkning i klasserommet egner seg spesielt godt i arbeid med et komplekst og lada tema hvor elevene får utforske en sak fra flere sider og kritisk vurdere påstander, argumenter og handlingsvalg. Denne kompetansen kan være nyttig i mange skolefag og kan bidra til sammenheng og økt forståelse på tvers av fagene. Men hva kjennetegner kritisk tenkning? Og hvordan skal vi la den kritiske tenkeren få trene og blomstre i klasserommet på vei inn i fremtiden?

Kritisk tenkning – en kompetanse for fremtiden

Samfunnsutviklingen preges av større mangfold, globalisering og stor økning av nyheter som dukker opp i alle medier vi er knyttet til. Kompleksiteten i samfunnet, den store tilgangen på informasjon og behovet for en bærekraftig samfunnsutvikling gir hver og en av oss behov for å kunne gjøre kritiske vurderinger og håndtere ulike problemstillinger i både arbeid, samfunn og privatliv.

Hvor er eleven i dette bildet? Hvem skal de tro på, hvordan kan de bidra til en bærekraftig utvikling, granske vedtatte sannheter og bruke all informasjonen på en konstruktiv måte i livet sitt? Skolen kan bidra til at elever blir mer aktive kritiske tenkere i den verden vi lever i, nå og i fremtiden.

Kritisk tenkning nevnes som en sentral kompetanse elever i skolen bør tilegne seg, og dette er løftet frem i det som kalles kompetanser for det 21. århundre. Denne kompetansen er ikke ny i skolesammenheng, men er sentral i oppdraget til skolen og i den pågående fagfornyelsen.¹ Opplæringen skal i tråd med formålsparagrafen bidra til at: «Elevane og lærlingane skal lære å tenkje kritisk og handle etisk og miljøbevisst. Dei skal ha medansvar og rett til med-

verknaad.»² I *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*³ er kritisk tenkning trukket frem i verdigrunnlaget, og der står det blant annet: «Hvis ny innsikt skal vokse fram, må etablerte ideer granskes og kritiseres med teorier, metoder, argumenter, erfaringer og bevis. Elevene skal kunne vurdere ulike kilder til kunnskap og tenke kritisk om hvordan kunnskap utvikles.»

I ulike fag knyttes kritisk tenkning til en rekke forhold, som for eksempel vitenskapelig tenkemåte, problemløsning, etisk bevissthet, utvikling av holdninger og hvordan kunnskap utvikles. I fagfornyelsen vil kritisk tenkning få større plass i alle fag, da det står sentralt i den nye definisjonen av kompetanse:

*Kompetanse er å kunne tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter til å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger og situasjoner. Kompetanse innebærer forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning.*³

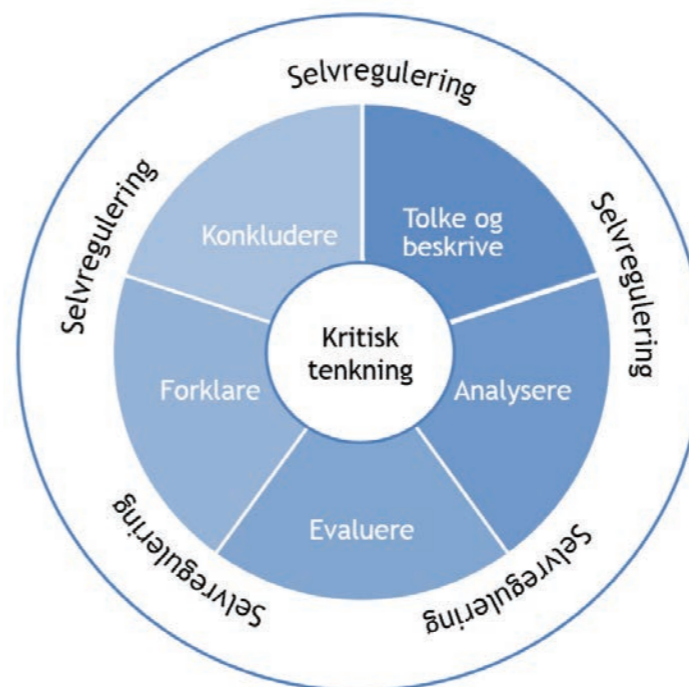
Skolen skal også legge til rette for læring innenfor de tre tverrfaglige temaene *folkehelse og livsmestring, demokrati og medborgerskap og bærekraftig utvikling*.³ Disse temaene løfter frem aktu-

elle lokale, nasjonale og globale samfunnsutfordringer og vil kreve kompetanse i kritisk tenkning.

Kritisk tenkning knyttet til et læringspsykologisk perspektiv legger vekt på refleksjon rundt hva en skal tro på, men også evnen til å justere prosessen underveis – det vil si tenkning om tenkningen (metakognisjon).

Kjennetegn på kritisk tenkning

Det foreligger ikke noen generell enighet innenfor faglitteraturen om hvordan kritisk tenkning skal defineres, men flere felles elementer går igjen. Kjennetegn på kritisk tenkning relateres gjerne til seks kategorier som vi har valgt å ta utgangspunkt i: tolke og beskrive, analysere, vurdere, forklare og konkludere. Selvregulering er den sjette kategorien.⁴ I figuren har vi plassert selvregulering som et kjennetegn som får betydning i arbeidet med alle de andre fem kategoriene.



Kategorier som kjennetegner kritisk tenkning.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

Til hver av kategoriene kan det knyttes til et sett av ferdigheter. Ferdigheter knyttet til *tolke og beskrive* kan være å kategorisere, klargjøre og avdekke hva saken handler om. For å kunne *analysere* bør saken undersøkes, og aktuelle argumenter identifiseres og analyseres (les mer om argumentasjon på side 72). Underveis i arbeidet bør både egne og andres påstander og argumenter *evalueres* for å gjøre saken klarere. Resultatene må kunne *forklares* til andre, fremgangsmåten bør begrunnes og argumentene presenteres. Konklusjonen bør foretas på bakgrunn av argumentene som har blitt analysert og vurdert i saken, de ulike alternative løsningene bør synliggjøres for å begrunne konklusjonen. Utfra denne beskrivelsen fremstår kritisk tenkning som en prosess nært knyttet til utforskning og problemløsning. Det er likevel ikke nødvendigvis slik at disse kategoriene alltid bygger på hverandre. I arbeid med kritisk tenkning knyttet til en sak vil det ofte være naturlig å bevege seg på kryss og tvers av kategoriene. For eksempel kan det i arbeidet dukke opp nye innspill og argumenter som krever ny tolkning og analyse før videre bearbeiding. Selvregulering (selvransakelse, selvkorrigering) kan være å anvende kritisk tenkning på seg selv. Det handler om å reflektere over sin egen tenkning og hva som ligger til grunn for den.

Temaer innen *bærekraftig utvikling* handler om aktuelle samfunnsutfordringer og dilemmaer. Problemstillingene er ofte både sammensatte og verdilada og bør belyses både fra sosiale, miljømessige og økonomiske forhold. For at elevene skal lære seg å ta hensyn til ulike perspektiv og se en sak fra flere sider, bør undervisning ha som mål å utvikle uavhengige kritiske tenkere utstyrt med kunnskap, ferdigheter og holdninger som er nødvendige for langsiktig, demokratisk og ansvarlig adferd.⁵

Å jobbe med temaer innen bærekraftig utvikling kan derfor være en aktuell innfallsvinkel når elevene skal trene på å tenke kritisk.⁶ Gjennom et slikt arbeid kan elevene også erfare at kritisk tenkning er avgjørende for å bli hørt og tatt på alvor i samfunnsdebatten. Mange skoler blir engasjerte og deltar i aktuelle saker i lokalmiljøet, som for eksempel Håkvik skole i Narvik hvor elevene ble involvert i diskusjoner rundt utbygging av nytt havneområde.

Praksiseksempel fra Håkvik skole

Håkvik skole, med elever på mellomtrinnet, ble engasjert i fremtiden til naturområdet Håkvikleira som er en langgrunn strandlinje i nærheten av skolen. Bakgrunnen for at skolen ønsket å sette dette

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

i fokus, var at de hadde blitt kjent med foreløpige planer om at det skulle bygges ut et nytt havneanlegg ved lokaliteten. Problemstillingen «Bør det bygges ut et nytt havneanlegg i Håkvikleira?» krevde at elevene jobbet over tid og på tvers av fag. Elevene gjennomførte et feltarbeid hvor de kartla arter i området. Videre gjennomførte de en spørreundersøkelse i lokalbefolkningen som viste meninger om bruk og omfang av Håkvikleira. I tillegg gikk de inn i dokumentundersøkelser og samtaler med ulike folk i kommunen for å bli kjent med utviklingsmuligheter, arbeidsplasser og økonomiske gevinster for kommunen. Elevene fikk muligheten til å presentere funnene sine for bystyret i Narvik.

Undervisningsopplegget la til rette for at elevene fikk jobbe med de ulike kategoriene knyttet til kritisk tenkning. De identifiserte hva saken handlet om, gjorde rede for hva de allerede visste om saken og hvilke argumenter som foreløpig var kjent (tolke og beskrive). Videre undersøkte og analyserte de de ulike påstandene og argumentene som var kjent (analysere). De søkte ny kunnskap og tok i betraktning ulike perspektiver og vurderte egne og andres innspill for å gjøre saken klarere (evaluere). Deretter skrev de en rapport hvor de formulerte arbeidsprosessen og argumenter for ulike gruppers meninger og alternativer (forklare). Til slutt kom de med en anbefaling på bakgrunn av de ulike argumentene og bevisene i saken (konkludere). I tillegg måtte de være ydmyke både under selve prosessen, ved å akseptere andres meninger, innrømme manglende kunnskap og forståelse, og ved å være villige til å undersøke antagelser og meninger. De måtte også være forberedt på at deres konklusjon ikke ble tatt til følge i bystyret selv om den var godt begrunnet (selvregulering).

I hverdagen på egen skole kan eksemplet fra Håvik virke både overveldende og lite overførbart. Det finnes små og store aktuelle samfunnsutfordringer knyttet til bærekraftig utvikling i alle skolers nærmiljø, men det passer ikke alltid å «hekte» seg på disse i undervisningen. Det skal passe i tid og rom ut fra skolens planer og elevenes forkunnskaper. Da kan et godt alternativ være å ta utgangspunkt i en aktuell sak i mediene.

Den kritiske tenkeren

For å legge til rette for kritisk tenkning i skolen må vi kjenne igjen den kritiske tenkeren i klasserommet, men hva skal til for å tenke kritisk? Hva kjennetegner egentlig den kritiske tenkeren?

Listen under viser beskrivelser av ferdigheter knyttet til kritisk tenkning, hentet fra faglitteratur på feltet. De er tilpasset og skrevet om for å passe til skolehverdagen. Beskrivelsene i listen er ment som hjelp for å kjenne igjen tankemåter og handlinger hos elevene på veien til å tenke kritisk.

For å bli bevisst på og tilrettelegge for kritisk tenkning kan du ta utgangspunkt i og diskutere listen sammen med kolleger. Listen er ikke fullstendig når det gjelder kritisk tenkning, og rekkefølgen har ingen betydning. Vi har gjennomført en slik diskusjon som en workshop med lærere i Den naturlige skolesekken. Diskusjonen kan gjerne gjennomføres som en workshop med en kollega, lærere på teamet eller hele kollegiet på skolen.

En kritisk tenker

- er ydmyk til omverden
- innrømmer manglende kunnskap og forståelse
- er villig til å undersøke antagelser og meninger
- bruker bevis/evidens/kunnskap i argumentasjon
- argumenterer for personlige valg
- venter til alle fakta er på bordet før en bedømmer
- deler ny kunnskap
- formulerer argumenter for egne og andres meninger
- utfordrer egen moral og følelsesmessige reaksjoner
- gjør bruk av refleksjon
- aksepterer andres mening
- sammenlikner egne meninger med andres meninger
- søker bevis for å støtte antagelser
- evaluerer påstander og argument
- skiller mellom presise og upresise beskrivelser
- skiller mellom fakta og meninger
- er åpen for å forandre mening
- stiller relevante spørsmål
- identifiserer problemer og mulige løsninger
- ser på en sak fra flere sider
- identifiserer informasjon fra bestemte interessegrupper
- identifiserer konsekvenser ved bestemte handlinger
- er nysgjerrig og søken etter informasjon
- søker klarhet og nøyaktighet
- søker nye løsninger
- er en forsiktig og aktiv lytter

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER



Lærere i arbeid med å diskutere og gruppere utsagn knytta til kritisk tenkning. Foto: Eldri Scheie

Kritisk tenkning er ikke nytt i skolen, og arbeidet i workshopen vår tok utgangspunkt i lærernes førforståelse og erfaring med kjennetegn på den kritiske tenkeren. Videre fikk lærerne utdelt lapper med alle utsagnene i listen over, som de diskuterte og grupperte etter eget skjønn. Deretter ble de bedt om å sette ord på hva slags grupper de hadde kommet frem til.

Lærerne opplevde denne øvelsen som både nyttig og bevisstgjørende. Vi så at flere av de gruppene lærerne hadde valgt sammenfalt med de seks kategoriene i figuren på side 105. Gjennom en plenumsdiskusjon gikk mange fra å tenke at beskrivelsene representerte ulike elevtyper til å se at elevene kunne være på ulike stadier på veien til å tenke kritisk. Denne aktiviteten bidro til at flere av lærerne så behov for at elevene trenger å øve på ulike ferdigheter knyttet til kritisk tenkning og at undervisningen og lærernes veiledning må legge til rette for dette. Hele workshopen kan lastes ned fra naturesekken.no/ressurser.

Skolen kan bidra til å utruste eleven for kritisk tenkning

Skolen kan bidra til å utruste elevene for fremtidens komplekse samfunn ved å legge til rette for at elevene får øve på og gjøre erfaringer med kritisk tenkning. Temaer innen *bærekraftig utvikling* kan være aktuelle innfallsvinkler, slik som vi så i praksiseksemplet fra Håkvik skole. Lærerne og skolen hadde organisert undervis-

ningen slik at elevene fikk utforske og bruke tid på et lokalt, komplekst og lada tema på tvers av flere fag. Gjennom hele prosjektet la lærerne til rette for at elevene fikk trene på ferdigheter knyttet til kritisk tenkning, kombinert med læring i fagspesifikke områder i flere fag. Den lokale, autentiske problemstillingen førte i tillegg til at elevene kunne bidra med en viktig stemme i den demokratiske debatten med egne faglig begrunna meninger. Undervisningen bidro til at elevene fikk en dypere forståelse for bærekraftig utvikling.

Det er viktig at læreren kjenner til at kritisk tenkning kan kategoriseres i kjennetegn og er bevisst på hva elevene trenger å øve på på veien til å kunne tenke kritisk. Samtidig må læreren klare å gjenkjenne tankemønstre og handlinger hos elevene som viser at de er på rett vei, og bygge videre på dette slik at elevene kan ta i bruk kritisk tenkning i utvikling av egen forståelse, i fellesskapet og i egne liv.

Takk!

Vi vil takke stipendiat Annelie Ott (Institutt for lærerutdanning ved Universitetet i Oslo) for viktige bidrag til denne artikkelen. Forfatterne har diskutert kritisk tenkning med henne i forkant av denne artikkelen. Annelie Ott gjennomførte både en teoriøkt og en workshop hvor forfatterne var tilstede, før forfatterne bearbeidet materialet videre og brukte det i workshop med lærere.

Vi vil også takke Eli Munkebye og de andre regionkontaktene i Den naturlige skolesekken for viktige bidrag til å utvikle aktiviteten knyttet til kritisk tenkning til bruk for lærere i arbeid med bærekraftig utvikling.

Noter

- 1 Kunnskapsdepartementet. (2016). *Meld. St. 28 (2015-2016). Fag – Fordypning – Forståelse: En fornyelse av Kunnskapsløftet*.
- 2 Opplæringsloven § 1-1
- 3 Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*.
- 4 Facione, P. (1990) Critical Thinking: A Statement og Expert Consensus for Purpose og Educational Assessment and Instruction. Executive Summary. CA Academic Press.
- 5 Short, P. C (2009). Responsible Environmental Scction: Its Role and Status In Environmental Education and Environmental Quality. *The Journal of Environmental Education* 41 (1): 7-21.
- 6 Ampuero, D., Miranda, C. E., Delgado, L. E., Goyen, S., & Weaver, S. (2015). Empathy and critical thinking: primary students solving local environmental problems through outdoor learning. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 15(1), 64-78.

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER



5E-modellen i utforskende undervisning

Gjennom utforskende undervisning inkluderes elevene som aktive deltakere, slik at de ikke bare får kunnskap om, men også kan utvikle ferdigheter og holdninger knyttet til realfaglige temaer. 5E-modellen er en didaktisk modell som kan støtte lærere i planlegging, gjennomføring og evaluering av utforskende undervisning.

I utforskende undervisning er vekslingen og sammenhengen mellom ulike typer tilnærminger til faglig innhold viktig for læringsprosessen¹, les mer på side 82. Lærerens rolle er å legge til rette for utforskning, men det er elevene som gjennomfører de utforskende aktivitetene. Som en lærer som implementerte utforskende undervisning som deltaker i prosjektet *Skoleutvikling i naturfag (SUN)*² uttrykte det:

Jeg har fått mer tro på at god undervisning ikke dreier seg om å «få sagt» alt elevene skal kunne. Det er viktigere at elevene er deltakende i læringsprosessen.

Utforskende undervisning er mer enn praktisk arbeid

Praktisk arbeid kan i seg selv gi ferdigheter og være motiverende for elever. Men dette gir ikke nødvendigvis kunnskap og forståelse, med mindre de praktiske aktivitetene knyttes til teori (les mer på side 90 og 96). Tilsvarende kan teori øke elevers kunnskap innenfor et tema, men for å kunne bruke den teoretiske kunnskapen i praksis bør teorien knyttes til relevante kontekster. Ved å ta utgangspunkt i virkelige og konkrete fenomener før mer abstrakte teorier gjennomgås kan teorien framstå som relevant for elevene. Du kan for eksempel starte et tema med praktisk arbeid, forsøk eller demonstrasjon for å aktivere elevenes forkunnskaper, skape interesse og vekke et læringsbehov. En annen lærer som også deltok i SUN forklarte hvordan hun gjorde det slik:

Jeg prøver å legge opp undervisningen slik at elevene må forske seg fram til «teorien» i faget. At de jobber med en prak-



Læreren legger til rette for utforskning, men det er elevene som gjør de utforskende aktivitetene. Foto: pixabay.com

tisk oppgave, eller en grubleoppgave, og på den måten må se sammenhenger og ikke bare blir servert mye teoristoff uten sammenheng.

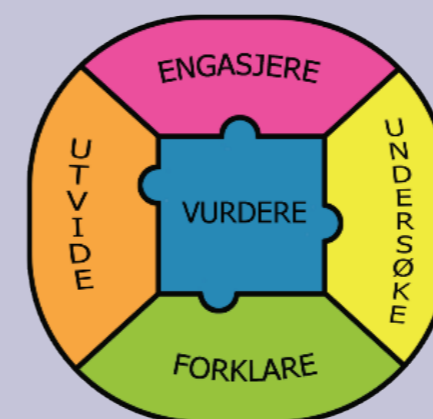
5E-modellen

En måte å strukturere utforskende undervisning på er å bruke 5E-modellen³. De fem fasene i 5E-modellen er engasjere, undersøke, forklare, utvide og vurdere (se faktaboks). Alle fasene kan forekomme flere ganger i løpet av et undervisningsforløp, og de kan komme i ulik rekkefølge. En undervisningsøkt kan også fokusere

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

5E-modellen

5E-modellen har sin opprinnelse i et amerikansk miljø som blant annet utvikler forskningbaserte undervisningsopplegg og forsker på undervisning og læring i biologi og naturfag, Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)³. 5E-modellen ble utviklet av BSCS i 1987 og har siden den gangen vært brukt til å utvikle læringsressurser og undervisningsforløp i naturfagene. De fem E-ene kommer fra de engelske ordene engage, explore, explain, elaborate og evaluate. Den norske modellen er oversatt og bearbeidet i en årrekke av lærerutdannere fra Naturfagsenteret og NTNU i samarbeid med naturfaglærere i ungdomskolen og videregående skole som har deltatt i etterutdanning. På norsk har vi valgt å oversette de fem E-ene til engasjere, undersøke, forklare, utvide og vurdere.



på bare én av fasene. De fem fasene inneholder elementer som legger til rette for at elevene kan aktiveres både teoretisk og praktisk. Slik får de mulighet å utvikle kunnskaper, ferdigheter og holdninger som er viktige for handlingskompetanse i naturfaglige temaer.⁴

De fem fasene i 5E-modellen

Vurdere: Vurdering skal forstås som både underveisvurdering og sluttvurdering og er derfor integrert i alle faser av undervisningen. Hensikten med vurdering er å gi tilbakemeldinger som støtter elevenes læring ut fra fastsatte læringsmål, eller andre mål med undervisningen. Vurdering bør være en kontinuerlig del av undervisningen og inkluderer at elevene selv vurderer både egen læring og forståelse og kvaliteten på egne arbeider (se side 44).

Forslag til aktiviteter: Muntlig samtale og dialog mellom lærer og elev, muntlige og skriftlige presentasjoner både underveis i prosessen (status) og av produkt.

Engasjere: Motivasjon og engasjement er viktige faktorer for læringsutbytte. Engasjerefasen er sentral for elevers videre læring, og bør alltid være oppstart av et tema eller start på en time. I denne fasen engasjerer læreren elevene ved å aktivere og kartlegge deres forkunnskaper, fange deres interesse og skape et læringsbehov knyttet til temaet det skal jobbes med i undervisningen. Å ta utgangspunkt i elevenes forkunnskaper er viktig både for å endre eventuelle alternative forestillinger og for at elevene skal få knytte å knytte ny kunnskap til.

Forslag til aktiviteter: Grubletegnning, tenk-par-del, idemyldring og tankekart, undringsspørsmål, film, bilder, forsøk, feltarbeid, lærerdemonstrasjon.

Undersøke: Å la elevene jobbe utforskende er viktig for å øke eierskapet deres til stoffet som skal læres, noe som både kan virke motiverende og gi økt forståelse. Undersøkefasen skal gi elevene mulighet til å undersøke et tema eller en problemstilling gjennom praktisk eller teoretisk arbeid. Gjennom undersøkelsene skal elevene kunne samle data og innhente informasjon som kan hjelpe dem å finne svar på spørsmål eller som kan være relevant for problemstillingen de undersøker. Når elevene selv deltar i innsamling av data og informasjon, utfordres de kognitivt til å vurdere hvilke opplysninger som er relevante og hvordan informasjonen kan brukes. I tillegg kan elevene få mulighet til å utvikle sine praktiske ferdigheter.

Forslag til aktiviteter: Forsøk, feltarbeid, informasjonsinnhenting fra ulike kilder som for eksempel nettressurser, bøker, artikler, intervju eller spørreundersøkelser.

Forklare: I forklarefasen er det viktig at elevene får mulighet til å kommunisere kunnskapen sin gjennom å beskrive og forklare faglige fenomener. Det er også viktig at de argumenterer faglig for og mot egne og andres synspunkter. Ved å ta utgangspunkt i elevenes egne undersøkelser vil de ha et eierforhold til det som diskuteres. Det kan virke motiverende og gjør det lettere for elevene å delta i diskusjonen. Språket er viktig. Det å sette ord på egne tanker er med på å gjøre hva elevene har forstått, eller ikke forstått, mer ek-

UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER



Gjennom feltarbeid samler elevene data og innhenter informasjon som kan hjelpe dem å finne svar på spørsmål. Bildet er fra undervisningsopplegget *Bærekraftig naturmangfold*, naturfag.no/naturmangfold. Foto: Rim Tusvik

splisitt. Gjennom å lytte til eller lese elevenes forklaringer, kan læreren vurdere hvor elevene er ut fra læringsmålene. Dette er viktig for at læreren skal kunne gi relevante tilbakemeldinger og introdusere fagbegreper som er nyttige for at elevene skal nå læringsmålene. Tilbakemeldinger vil i tillegg hjelpe elevene å vurdere egne ferdigheter og kunnskaper.

Forslag til aktiviteter: Grubletegninger, debatt, tenk-par-del, forklare begreper, figurer og modeller, forklare egen forsøk.

Utvide: Utvide-fasen er når elevene får mulighet til både å utdype og utvide kunnskapen sin innenfor et tema. Det å utdype kunnskapen innebærer å ta utgangspunkt i det eleven allerede kan og bygge på dette med mer kunnskap. Det kan for eksempel være flere detaljer, mer avanserte og komplekse sammenhenger eller å bruke flere fagord og begreper. Å utvide kunnskapen vil si å utvikle en bredere forståelse gjennom å bruke kunnskap og ferdigheter i nye

kontekster og andre deler av faget. Utvidelse av kunnskap er viktig for at eleven skal få en oversikt over tema og fagområder. Uten å jobbe med utvidelse vil elevene kunne oppleve kunnskapen som fragmentert og lite relevant.

Forslag til aktiviteter: Utdypende forsøk og feltarbeid, samarbeid med andre fagområder, foredrag, drøfte autentiske problemer og gi løsningsforslag, knytte ny kunnskap til tidligere kunnskap.

Noter

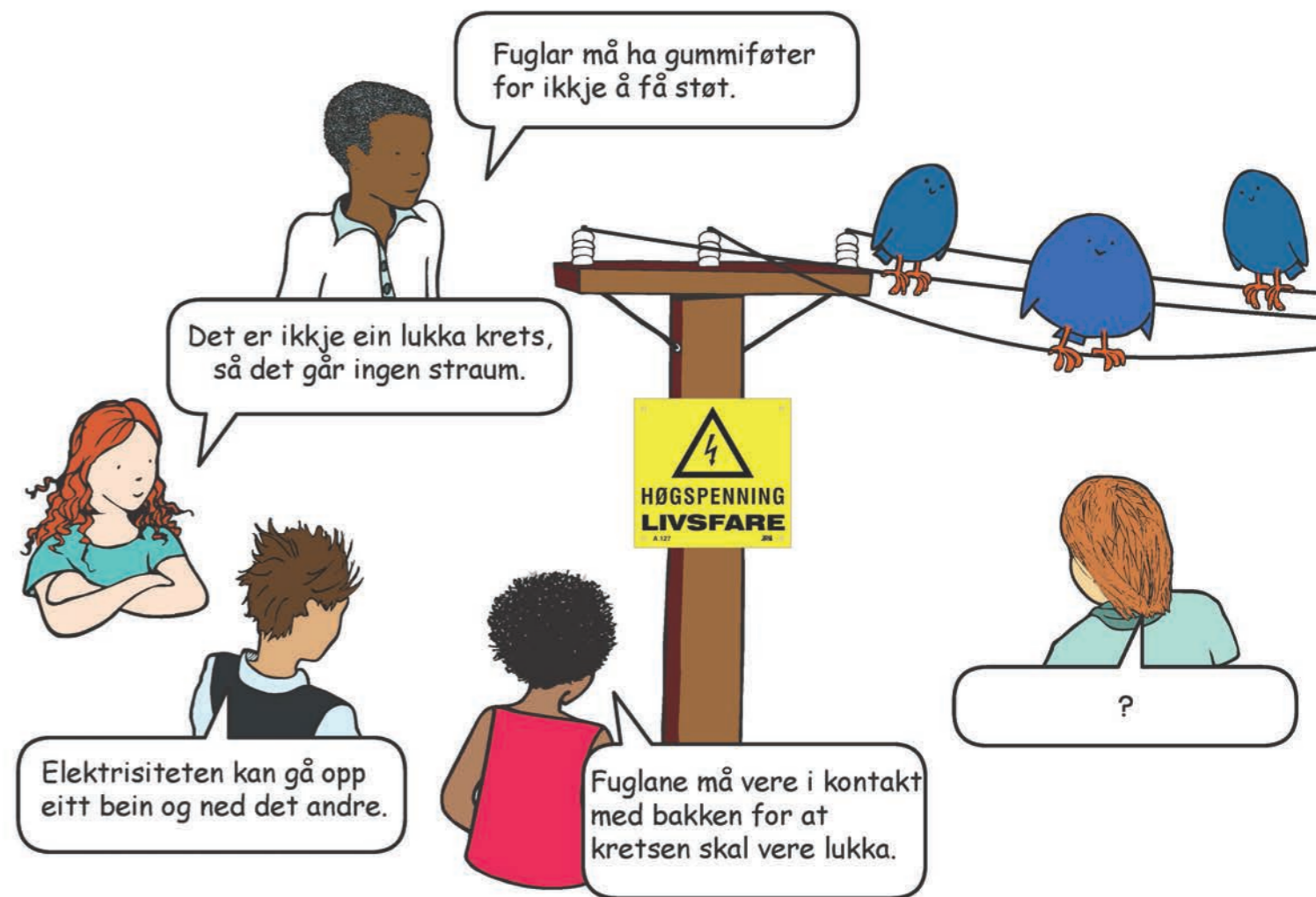
1 National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press.

2 Skoleutvikling i naturfag (SUN), naturfagsenteret.no/SUN

3 Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *BSCS*, 5, 88-98.

4 Bybee, R. W. (2009). The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. *BSCS – Biological Sciences Curriculum Study: bscs.org*

Kvifor kan fuglar sitte på høgspenteleidningar?



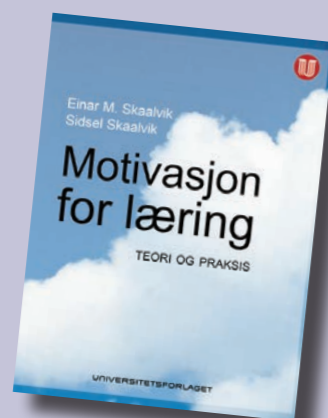
Grubleteikning frå Millgate House Publishers, omsett av Naturfagsenteret. Sjå meir på naturfag.no/høgspenning

Motivasjon for læring

Teori og praksis

Einar M. Skaalvik og
Sidsel Skaalvik

Universitetsforlaget



Optimal læring og utvikling i skolen forutsetter at elevene er motivert for skolearbeidet. Dette er derfor en av de viktigste oppgavene for lærerne.

En av de største utfordringene som lærerne står overfor, er å motivere elevene. I de fleste skoleklasser varierer elevenes motivasjon kraftig: Noen elever viser høy motivasjon for skolearbeidet, mens andre viser lav interesse og yter liten innsats på skolen.

Det er avgjørende at lærerne ikke bare kjenner pedagogiske prinsipper og praktiske implikasjoner, men at de også kjenner teoriene som de praktiske anbefalingene er utledet fra. Boka har derfor lagt vekt på å vise sammenhengen mellom teori og praksis.

Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag

Wenche Erlien og Sonja
M. Mork

Universitetsforlaget



Å lære naturfag handler om å lære det naturfaglige språket. I «Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag» viser forfatterne gjennom forskningsresultater og praktiske eksempler hvordan systematisk arbeid med de språklige kompetansene legger til rette for dybdelæring og motivasjon hos elevene. Første kapittel gir en naturfagdidaktisk forankring med vekt på naturvitenskapens egenart, naturfaglig allmenndannelse, naturfaglig språk og ulike sjangrer. De videre kapitlene tar for seg lesing, skriving, argumentasjon og digital kompetanse i naturfag.

De mange praksisnære eksemplene er knyttet til naturfag i grunnskole og videregående skole. Mange av ideene kan brukes direkte, eller de kan overføres til andre temaer og andre aktiviteter.

På forskerføtter i naturfag

Marianne Ødegaard, Berit S. Haug, Sonja
M. Mork, Gard Ove Sørvik

Universitetsforlaget



På forskerføtter i naturfag er en praksisnær og forskningsbasert bok om utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter i naturfag i grunnskolen. Forfatterne tar utgangspunkt i forskningsprosjektet Forskerføtter og leserøtter, og presenterer gode og konkrete eksempler fra norske klasserom, kortfattede analyser av undervisningsøkter og forslag til varierte aktiviteter.

Det kan lett bli mye aktivitet for aktivitetens skyld i naturfagsundervisningen. Et viktig mål med denne boka er å vise

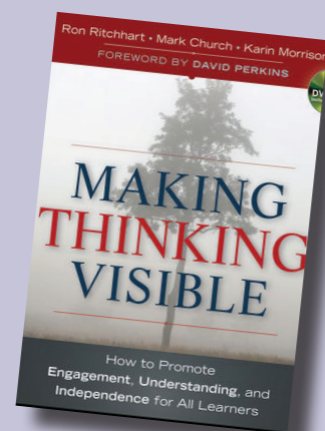
hva man kan oppnå ved å gjøre aktivitetene utforskende, og hvordan dette kan gjøres i praksis. Det trekkes spesielt fram hvordan lesing, skriving, muntlige og praktiske aktiviteter kan støtte opp om hverandre i en naturfaglig utforskning. Begrepsinnlæring er også en viktig og sentral komponent.

Boka er særlig rettet mot lærerstudenter, lærerutdannere og lærere, med håp om å inspirere og veilede til forskningsbasert naturfagundervisning som er spennende og relevant.

BOKOMTALER

Making thinking visible**How to Promote Engagement, Understanding, and Independence for All Learners****Ron Ritchhart, Mark Church og Karin Morrison**

Wiley



How can classrooms become places of intellectual stimulation where learning is viewed not in test scores but in the development of individuals who can think, plan, create, question, and engage independently as learners?

Making Thinking Visible offers educators research-based solutions for creating just such cultures of thinking. This innovative book unravels the mysteries of thinking and its connection to understanding and engagement. It then takes readers inside diverse learning environments to show how thinking can be made visible at any grade level and across all subject areas through the use of effective questioning, listening, documentation, and facilitative structures called *Thinking routines*. These routines, designed by researchers at Project Zero at Harvard, scaffold and support one's thinking. By applying these processes, thinking becomes visible as learners' ideas are expressed, discussed, and reflected upon.

Elever som forskere i naturfag**Erik Knain (red.), Stein Dankert Kolstø (red.)**

Universitetsforlaget



Boka presenterer eksempler på bruk av utforskende arbeidsmåter i naturfag på 8.–10. og 11. trinn. De praktiske erfaringene brukes til å identifisere metoder og gi gode råd, hele tiden med utgangspunkt i sentrale, fagdidaktiske teorier.

Boka tydeliggjør hvordan utforskende arbeidsmåter kan fremme naturvitenskapelig metodekompetanse og kompetanse til å hankses konstruktivt med komplekse samfunnsdebatter der naturvitenskapelig argumentasjon inngår. En styrke med slike arbeidsmåter er at de gir rom for utvikling av interesse, kreativitet og evne til kritisk vurdering og bruk av data og informasjon.