



NATURFAG

Innhold

Leder: Merethe Frøyland	02
KOMMUNIKASJON I NATUREN	
Kroppen snakker	04
Trær og planter snakker med hverandre gjennom et stort nettverk av kanaler	10
Snakkesalige bakterier	14
NATUREN FORTELLER	
Steinens språk	16
En blekksprut forteller	20
NATURFAGSPRÅKET	
Å arbeide med det vanskelege naturfagspråket	24
Rein spiser høy og lav – naturfag som kontekst for språklæring	28
Begrepslæring i naturfag	32
Børstemark og slangestjerner	36
Grunnleggende ferdigheter i geofag: lytte, visualisere, illustrere og formidle	40
Utvikling av språkforståelse gjennom naturfag	42
SAMTALE	
Utforskende samtaler i barnehagen	46
Den gode, vedvarende samtalen	48
Kvantesnakk: Korleis kan diskusjonar i smågrupper støtte elevar si læring?	50
Innføring i bærekraftig utvikling gjennom felles lesing og samtaler	54
TEKNOLOGISPRÅKET	
Internett – eit elektronisk kommunikasjonssystem	58
KOMMUNIKASJON PÅ TVERS	
Surrete begreper og forskningsformidling	60
Å samarbeide med flinke folk som ikke har snøring på naturfag	62
BOKOMTALER	66

LEDER

Merethe Frøyland



NATURFAG

Utgitt av
Naturfagsenteret
Nasjonalt senter for
naturfag i opplæringen

Nummer 2/2017

Ansvarlig redaktør
Merethe Frøyland

Redaktører
Rim Tusvik
Aud Ragnhild Skår

Layout
Aud Ragnhild Skår
Rim Tusvik

Adresse
Postboks 1106 Blindern, 0317 Oslo

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

Trykkeri
07

Forsideillustrasjon
Babels tårn av
Pieter Brueghel den eldre (ca. 1525–1530)

Opplag 6300
ISSN 1504-4564

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

Abonnement er gratis.
Abonner og bestill tidligere utgaver:
post@naturfagsenteret.no

Naturfag finner du i PDF på
naturfagsenteret.no/naturfag

Det er spennende tider i skolesektoren. Vi skal få nye læreplaner, og det første som skal på plass er såkalte kjerneelementer, det vil si «det mest betydningsfulle innholdet elevene skal arbeide med i opplæringen». I første åpne høringsrunde har Utdanningsdirektoratet blant annet stilt spørsmålet «Hvorfor skal vi ha naturfag i skolen?» Flere av de som har uttalt seg, svarer at det er fordi naturfag er et veldig viktig fag.

Det gleder selvsagt et hjerte som banker varmt for naturfaget. Og i naturfaget hører også de grunnleggende ferdighetene med: regning, digitale ferdigheter, og ikke minst lesing, skriving og muntlige ferdigheter.

For språket er jo det viktigste mediet også når vi skal undervise i naturfag. Det er særdeles viktig at naturfaglærere er bevisste på det – men også på at språket kan skjule at elevene ikke har lært det læreren tror de har lært.

Ved Naturfagsenteret bruker vi ofte denne historien som eksempel:

Gimp og Mopi var akler. En gring muffet Gimp og Mopi i boksen. Mopi pyttet en av Gimps fropper, fordi di ikke kunne skruppe sim. Gimp bofte «Komp app froppen min!» Men Mopi ville ikke kompe hen til ilt. Derfor svurpet Gimp Mopi, og aklene breste til skvitt. Etter det forvittet Armp i sleppen. Hen taplet begge aklene, og luppet dem til boppen.

Så stiller vi spørsmålene: Hva var Gimp og Mopi? Hvorfor pyttet Mopi en av Gimps fropper? Og hvorfor svurpet Gimp Mopi?

Det er lett å finne riktig svar i teksten uten å begripe hva den handler om. Fra mitt eget fagfelt vet jeg at det ikke er vanskelig å få geofag-elever til å lære seg at de tre typene bergarter kalles magmatiske, metamorfe og sedimentære. Det vanskelige er å fylle disse begrepene med innhold.

Det er mye lettere når vi starter med å omtale de magmatiske steinene som prikkete, de metamorfe som stripete og de sedimentære som lag-på-lag. Det blir så enkelt at selv barn i andre klasse kan forstå det – og det gjør de. De lærer seg fagbegrepene og hva de betyr.

Disse eksemplene viser hvor viktig det er at vi bruker språket riktig. Poenget med naturfag er ikke at elevene skal lære utenat en mengde nye ord, poenget er at de skal skjønne hvordan verden rundt oss henger sammen, og hvordan vi henger sammen med den.

LEDER

Det er nettopp dette som er tanken med å velge ut kjerneelementer. Ideen om *Big Ideas in Science Education* ble introdusert i 2010 av Wynne Harlen m.fl. La oss ta utgangspunkt i den første *store ideen* deres: «All materie i universet er bygd opp av bitte små partikler».

Dette er helt sentralt for å forstå hvordan alt i verden er bygd opp. Samtidig er det flere av ordene som ikke er forståelige uten førkunnskap: *materie, univers og partikkel*. Ofte må vi også introdusere flere nye begreper for å eksemplifisere hva en partikkel er og forklare hvordan materie er bygd opp: *atom, molekyl, elektron, proton, nøytron* osv.

Går vi ikke nå i sirkler og kommer tilbake til der vi startet, altså hit hvor vi er i dag, uten kjerneelementer? Fører ikke dette også til at elevene må pugge nye ord og begreper?

Nei, forskjellen er at med kjerneelementer i sikte har undervisningen et tydelig definert mål; dette er det viktigste elevene skal sitte igjen med når de er ferdige med skolen. Andre begreper som introduseres, skal bygge opp under kjerneelementene. Er de ikke vesentlige for den oppgaven, skrelles de bort.

Enten de blir definert som kjerneelementer eller støttebegreper, er det ingen som lar seg overraske over at å lære naturfag betyr å lære seg nye begreper. Men det som ikke er like opplagt og som mange ikke tenker over, er at når man lærer naturfag, lærer man også en rekke ord og begreper som ikke vanligvis regnes som typiske naturfaglige, men som er viktige og innimellom helt nødvendige for å lære naturfag. De færreste vil tenke på ord som *høyde, moden* og *ressurs* som typiske naturfagbegreper, men likevel er de helt nødvendige for å forklare ulike fenomener i naturfag. Vi vet også at en del barn som vokser opp i sentrale bystrøk, ikke kjenner eller helt forstår vanlige landskapsbegreper som *li, haug, kolle, dal* osv. Dette gjelder også barn av innvandrere som ikke har vokst opp i en tradisjon med å oppsøke naturen for ulike aktiviteter, enten det er skiturer, sopplukking eller sauesanking. De som kommer helt nye til landet må også lære seg begreper som de ikke har visst om tidligere. *Skare, slaps* og *sludd* er opplagte eksempler, men noen språk kan for eksempel mangle et ord for barskog, og årstidenes syklus er helt annerledes på våre breddegrader enn rundt ekvator.

Det norske språket inneholder også mange homonymer (forvekslingsord), altså ord som høres like ut og/eller skrives likt, men som har ulike betydninger. På side 28 kan vi lese om den lille setningen «rein spiser høy og lav», som inneholder tre ord som har minst to betydninger. Vi som har vokst opp med det norske språket, skjønner lett sammenhengen. Kjenner man ikke de mulige dobbeltbetydningene, kan setningen bli helt meningsløs.

Sist, men ikke minst, er elevene nødt til å bruke språk når læreren bruker utforskende undervisningsopplegg. Da må elevene selv tenke gjennom og reflektere over årsaker og sammenhenger, slik at de kan formulere hypoteser og argumentere for sine synspunkter. Først ut fra sin egen førkunnskap, som så etter hvert suppleres og kanskje endres av det de lærer underveis i undervisningsopplegget. Slike undervisningsopplegg leder til slutt fram til et definert mål, som bør være et kjerneelement eller noe som underbygger et kjerneelement. Gjennom utforskende undervisning kan vi oppnå dybdelæring hos eleven, slik at kunnskapen sitter lenger enn til neste lekseprøve.

Merethe Frøyland



KOMMUNIKASJON I NATUREN

Kroppen snakker

Vi mennesker kommuniserer med hverandre via kroppen på mange forskjellige måter. Av og til bruker vi kroppen bevisst, men som oftest er vi imidlertid ikke klar over hva kroppen kommuniserer, verken som sender eller mottaker.

I denne artikkelen gir jeg eksempler på ulike typer kroppsspråk. Målet med artikkelen er at du skal bli mer bevisst betydningen kroppsspråket har i kommunikasjon mellom mennesker, og mellom mennesker og andre pattedyr.

Konstruert kroppsspråk

Man anslår at vi mennesker i dag snakker mellom 6 000 og 7 500 forskjellige verbalspråk. Grunnene til at vi har så mange språk er utelukkende kulturelle. Bosetning og levevis har gjort at det har utviklet seg mange varianter av noen få opprinnelige språk. Alle disse språkene er konstruerte og må læres.

Hva vi kommuniserer med kroppen, er også i noen grad kulturelt betinget og både bruk og tolkning må læres. Eksempler på dette er Churchills V-tegn og Hitlers nazi-hilsen. For oss i Vesten er «tommel-opp» synonymt med «tipp-topp-tegnet» der vi danner en sirkel med tommel og pekefinger og lar de andre fingrene på samme hånd peke rett opp. Det siste tegnet er imidlertid i middelhavsområdet, Russland, Tyrkia og Brasil et tegn for en kroppspåpning, en seksuell fornærmelse eller en homoseksuell mann.

Apropos: Skulle du sette deg ned på en kafé i bydelen Castro i San Fransisco ville du sannsynligvis legge merke til at det er flere mennesker med ulike seksuelle legninger enn du vil finne i andre deler av byen. Hva er det som gir deg den informasjonen? Kanskje er det måten menneskene er kledd på, går på eller tar på hverandre som snakker sitt eget språk. Men dette språket er i så fall i stor grad konstruert. Historikeren og forfatteren Nils Johan Ringdal var svært kjent i dette strøket og har beskrevet hvordan det var utviklet et komplekst sett av koder, med plassering av tørklær i bukser, bel-

ter eller lommer, kombinert med små tegn fra fingre eller armer. De som var innforstått med kodene kunne tolke ønsker og behov, knytte kontakter eller gjøre avtaler. Alt uten at et eneste ord ble sagt.

Tegnspråk er jo også egne konstruerte språk der man med hender og fingre, kombinert med kroppsbevegelser og ansiktsmimikk, kan kommunisere med hverandre helt uten ord. Du har sikkert sett hvordan døve mennesker kommuniserer og utveksler informasjon og følelser – like nyansert og treffsikkert som andre gjør med talespråket. Norsk tegnspråk (NTS) er et minoritetsspråk med offisiell status i Norge. Hvert land har sitt eget tegnspråk, og noen land har til og med flere, som f.eks. Belgia.

En interessant grammatisk forskjell mellom talespråk og tegnspråk er at mens talespråk er lineære, fordi ordene nødvendigvis må uttrykkes etter hverandre i en lineær rekkefølge, kan tegnspråk også være simultane i den forstand at flere tegn kan utføres samtidig. For eksempel kan spørsmålet som på norsk lyder: Er du sulten? på norsk tegnspråk uttrykkes ved at to tegn utføres samtidig med hver sin hånd: tegnet SULTEN (bevegelse på magen med flat hånd) med høyre hånd, og tegnet DU (pekebevegelse mot mottakeren) samtidig med venstre hånd, kombinert med hevede øyenbryn, blikk-kontakt med mottakeren og eventuelt en noe fremoverlent overkropp, som uttrykker at det er et spørsmål.

Fra Store Norske Leksikon, snl.no

KOMMUNIKASJON I NATUREN



Ulike ansiktsuttrykk uttrykker ulike følelser. Foto: pixabay.com

Naturlig kroppsspråk

Mens mye av kroppsspråket er kulturelt betinget, er det noen uttrykk som ser ut til å være likt for alle mennesker. Latter og smil er gode eksempler på dette. I alle kulturer betyr dette glede. Ved å se og høre ekte smil og latter opplever vi instinktivt den andres glede, og vi får de samme følelsene selv. Dette kan føre til samhold, anerkjennelse og fortrolighet mellom oss. Vi kan som regel lett avsløre smil og latter som vi tolker som påtatte eller kunstige. Forskjellene mellom det ekte og falske kan ofte være små og vanskelig å beskrive med ord, men vi oppfatter dem oftest likevel intuitivt. En liten avstikker: Smiler du fordi du er glad, eller blir du glad fordi du smiler? Faktisk er begge deler riktig. Det viser seg at mennesker med bekymringer eller depresjoner føler seg bedre om de må gå med en penn på tvers i munnen over en tid. Dette tvinger muskulaturen til å foreta bevegelser som likner smil, og gir nevrologiske signaler til hjernen om at man faktisk er glad! Prøv selv; det ser i hvert fall komisk ut ...

Ikke-verbale uttrykk for sinne, aggresjon og frustrasjon er også likt for oss alle, både i hvordan de uttrykkes og i måten de tolkes. Andre tegn er felles på tvers av mange kulturer. Eksempler på slike tegn er å riste på hodet, vinke med håndflaten mot ansiktet eller legge hendene sammen på kinnet for så å legge hodet på skrå med lukkede øyne. Dette er vanlige tegn på å si «nei», «kom hit» eller «sove». Men heller ikke disse er helt universelle. For eksempel mener man «ja» når man rister på hodet i Bulgaria, og man vinker med håndflaten fra ansiktet for å si «kom» i Tunisia.

Mye av kroppsspråket er vi bevisst og har kontroll over. Men kroppen snakker hele tiden, også når vi ikke vet det og på måter vi ikke er klar over. Skjelving, bevegelser med øynene og plassering av armene og ikke minst beina våre forteller mer enn vi er klar over. De som er opplært til å legge merke til slike signaler, kan oppfatte eller avsløre følelser vi enten ikke er bevisst selv, eller prøver å skjule. Psykologer og etterforskere kan trenes til å oppfatte uttrykk som

KOMMUNIKASJON I NATUREN

går folk flest forbi. Noen av disse signalene er ulike mikrobevegelser vi gjør med øynene. Disse kan vare så kort som 1/20 sekund og lar seg ikke kontrollere. Vi er også helt ubevisst at vi gjør dem. Et eksempel på dette kan du se på YouTube der Richard Wiseman er gjest hos Fredrik Skavlan. Wiseman er professor i psykologi og opptatt av å forstå det som ofte oppfattes som paranormale fenomener. Skavlan trekker et tilfeldig kort fra en kortstokk og skal ikke vise det til noen, ellers prøver han å holde et pokerfjes i seansen som følger. Wiseman snakker litt løst og fast om røde og svarte kort, bildekort og ulike valører, blandet med litt løst prat. Etter 90 sekunder konkluderer han med at Skavlan sitter med hjertet 8. Dette er utrolig nok riktig, selv om Skavlan har holdt kortet tett til brystet, bokstavelig talt, og gjort alt for ikke å røpe seg! Men det hadde han altså likevel gjort; han har laget små ukontrollerte bevegelser med øynene og ansiktet. Selv om vi som tilskuere ser det samme som Wiseman gjør, til og med nærbilder av Skavlan, fortøner dette seg som magi. Men det er det altså ikke. Kroppen snakker hele tiden til den som kan tolke språket, og røper i dette tilfellet noe Skavlan prøver å holde hemmelig. Se klippet selv!

Speilnevroner og empati

Hva vi oppfatter av andres kroppsspråk er, som i eksemplet over, noe som kan læres, oppøves og tolkes. Men mye av det vi ser, og for så vidt også sanser for øvrig, tolkes *ubevisst* av hjernen. Forskning på tolkning av sanseintrykk er (også) knyttet til forståelsen av hjernens *speilnevroner*. Disse nevronene ble oppdaget på midten av 90-tallet av en gruppe italienske forskere som studerte hjerneceller hos makak-aper. De hadde festet elektroder til separate hjerneceller hos apene, og observert hva slags stimuli som skulle til for at hjernecellene «fyrt», dvs. ga elektriske signaler videre til andre celler. Cellene fyrte når apene gjorde enkelte bevegelser, som å forsyne seg med mat. Handlingen satte altså i gang en reaksjon i apenes hjerne. Denne nevrologiske responsen er en del av hvordan apene husker og lærer. Men så skjedde det noe uventet: Ved en tilfeldighet oppdaget forskerne at de samme nevronene også fyrte når apene så forskerne forsyne seg med mat, mens de satt helt i ro selv! Det å se en annens bevegelse vekket samme reaksjon i deler av hjernen som om de hadde utført bevegelsen selv. Bevegelsen hos forskeren ble *speilet* i apens hjerne, derav navnet speilnevroner.

Oppdagelsen av speilnevroner hos apene satte i gang forskning på andre dyr, og det ble bekreftet at nevronene er utbredt hos patte-

dyr. Det er vanskelig å gjøre samme forsøk på mennesker, da man nødvendig vil inn med slike elektroder i våre hjerner. Men forskning med både ulike typer skanning og forsøk på epilepsi-pasienter, der man uansett var inne i hjernen med elektroder, tyder på at vi også har slike nevroner, og i ulike deler av hjernen. Det kan se ut som om våre nevroner er «smartere», mer fleksible og mer utviklet enn apenes. Men hva betyr disse nevronene for vår kommunikasjon med hverandre? Forskning på speilnevroner gir kanskje bare noen svar, men har vært et viktig ledd i forståelsen av menneskelig atferd.

Vi er flinke til se, huske og deretter gjenta andres handlinger. Dette gjør oss i stand til å lære fort sammen med andre, og det gjør oss i stand til å hoppe over en del «prøve-og-feile-famling» før vi kan løse motoriske oppgaver. Men kanskje vel så viktig: Vi er i stand til å *forstå* andres opplevelser og *ønsker*! Vi kan sette oss inn i andres situasjon bare ved å observere dem, og vi kan delvis oppleve det en annen opplever av smerte og glede. Kanskje har du sett et barn



Speilnevroner ble oppdaget hos makak-aper. Foto: pixabay.com

KOMMUNIKASJON I NATUREN



Kanskje har du sett et barn falle av sykkelen og opplever umiddelbart en form for fysisk smerte selv? I så fall har du empatiske evner. Foto: colourbox.no

falle av sykkelen og opplever umiddelbart en form for fysisk smerte selv? I så fall har du *empatiske* evner. Speilnevronenes rolle er en del av evnen vi har til å sette oss inn i andres situasjon, og om vi vil, påvirke vår handling. Det er forskning som tyder på at autister har skader på eller mangler speilnevroner, og dermed ikke kan føle eller oppleve slik andre gjør. Noen speilnevroner kan være spesialiserte til å gjenkjenne ansiktsuttrykk og kroppsspråk hos andre og bidrar til å oppfatte hva den andre ønsker eller har som intensjoner. Mennesker med Asperger syndrom, som for eksempel rollefiguren Saga Norén i tv-serien *Broen*, ser andres opplevelser, men kan ikke sette seg inn i dem selv. Imidlertid kan de *lære* hva som er akseptert oppførsel eller reaksjon og kan vise sympati, selv om de ikke opplever en empatisk reaksjon selv.

Mennesker versus andre pattedyr

Så mot slutten: Hvor spesiell er egentlig *menneskelig* kommunikasjon? Jeg har tidligere skrevet artikkelen *Kan dyr snakke?* Spørs-

målet er retorisk, og svaret er «Ja!» *Alle* dyr kommuniserer, enten via lukt, hørsel, syn eller berøring. For mange dyr er kroppsspråket vel så viktig som lukt og lyder. Ofte er dette et universelt språk som dyrene forstår på tvers av arter. Dette språket kan vi mennesker til en viss grad lære oss. Vi vet alle hvor variert haleføringen til hunder kan være. En logrende hund kan vise glede, men uttrykker noe annet når den «går med halen mellom beina». Hunder har et bredt spekter av positurer med kropp, hale og ører som signaliserer til andre dyr – og mennesker. La oss si at du treffer en hund for første gang og hunden vender hodet bort og slikker seg rundt munnen eller gjesper. Du prøver kanskje å være blid og skape god kontakt ved å se den i øynene og smile. Da kan ting gå galt! Hunden viser usikkerhet og unnvikelse, mens den oppfatter *dine* signaler som aggresjon og dominans.

Tilsvarende viktig er det å tolke kroppsspråk om vi møter en elg i skogen. Når elgen ser rett på deg med reist hode og stående ører, har

KOMMUNIKASJON I NATUREN

den ikke bestemt seg for om den skal flykte eller bli stående. Da har du sjansen til å trekke deg rolig unna. Når elgen reiser bust, holder hodet lavt og legger ørene flatt bakover, må du straks fjerne deg. Elgen vurderer å angripe. Skraper den med forbeina og snøfter er det all mulig grunn til å tro at den er både redd og sint og kan være farlig. Slike signaler skjønner de fleste arter som naturlig omgås i naturen; de er medfødt, mens vi mennesker i stor grad må lære dem.

En av de vanligste og mest problematiske misforståelsene om evolusjon er at det er den «sterkeste som overlever», noe som fører til holdningen om den «sterkestes rett i kampen om tilværelsen», også blant mennesker. Det er den som er *best tilpasset* til å kunne 1) beskytte seg mot farer, 2) utnytte de tilgjengelige ressursene og 3) skaffe seg en partner, som kan spre flest mulig av sine gener videre til neste generasjon. Hensikten med all kommunikasjon i dyreverdenen er ledd i å beskytte seg mot fiender, i forbindelse



En hund som gjesper kan være usikker. Foto: pixabay.com

med ernæring eller forplantning. Evnen til både å sende og motta signaler mellom individer er viktige mekanismer i evolusjonen.

Dyrenes kroppsspråk har mange likheter med vårt eget. Aper kan gi hverandre klemmer, plukke og stryke på hverandre og gi hverandre trøst og omsorg. Det er påvist speilnevroner hos en rekke arter, noe som kan tyde på at dyr også kan vise empati for hverandre. Umiddelbart kan vi tro at vi er alene om å formidle abstrakte ting, altså noe som ikke kan sanses eller pekes på, eller noe som skjer et annet sted eller tid. Selvsagt er vi bedre på dette enn dyr, men f.eks. honningbieens dans ser ut til å fortelle om pollenforekomster langt unna, og «abstrakt» informasjon om hvordan andre individer kan finne dem.

Vi må vise hvordan vi har det, hva vi føler og opplever, slik at andre individer kan reagere. Som i dyreverdenen, vil adekvat kommunikasjon og reaksjon være en fordel både for individet og for arten; i vårt tilfelle altså menneskeheten. Kroppsspråket til dyr og mennesker har mange fellestrekk, men minst en grunnleggende forskjell er det likevel. Mennesker kan bruke språk, både det verbale og kroppslige, for å «lyve», dvs. med overlegg å ville forlede andre. Gjør du det benytter du deg av en evne som ser ut til å være unikt for mennesket.

Bevissthet om ditt eget kroppsspråk

Økt kunnskap om blant annet kroppsspråk, både det normale og alle mulige avvik, vil gjøre det lettere for oss å samhandle. Blir du litt flinkere enn andre til å kontrollere ditt eget kroppsspråk og tolke andres kan det kanskje gi en fordel i «kampen om tilværelsen». Kanskje det gjør deg i stand til å bli tryggere på deg selv eller at du blir gladere? Kanskje du kan avsløre andres hensikter og unngå farer? Kanskje du lettere kan velge hvem du bør dele livet med? Eller: Du kan slå deg opp som tankeleser og magiker!

Referanser

Dragland, Åse (2016). *Kroppen snakker*. Oslo: Flux forlag
Strømme, Alex (2012). Kan dyr snakke? *Naturfag* 2012(1). – eller: naturfag.no/kan-dyr-snakke

YouTube: Søk på «Richard Wiseman» og «Skavlan»

YouTube: Søk på «Mirror neurons» og «The Empathic civilisation»

Bildet på neste side: Det er lett å se forskjell på dominans og underkastelse ved å se på kroppsspråket til ulvene. Foto: pixabay.com





Trær og planter snakker med hverandre gjennom et stort nettverk av kanaler

Dersom vi vet hvordan planter kommuniserer, vil vi aldri igjen kunne se på skogens stillhet på samme måte.

Allerede i 1880 lanserte Charles Darwin rothjerne-hypotesen, som argumenterte for en form for intelligens hos planter. Han fant ut at spissen på røttene til planter fungerer delvis på samme måte som en hjerne hos mindre kompliserte dyr. De beveger seg og reagerer på ytre påvirkning. Dette har senere blitt sammenlignet med én enkelt maur, som utgjør en del av en større organisme: tuen. Sammen var alle rottuppene, ifølge Darwin, en del av en større, kollektiv hjerne.

Røttene kan «se» omgivelsene sine

Nyere forskning viser at Darwin hadde rett hva angår kompleksiteten rundt rotspissen. Den kan sanse sine omgivelser. Den strekker seg vekk fra lys, og finner det optimale stedet for å ta opp vann og næringssalter, samt å unngå konkurranse. Røttene kan til og med oppdage hindringer før de støter på dem, noe som tyder på at de kan «se» omgivelsene sine.



Røttene kan «se» omgivelsene sine. Foto: pixabay.com

Plantene har mer enn 20 sanser. En del av disse tilsvarer våre, men de har også mulighet til å sanse mer komplekse påvirkninger slik som elektromagnetiske felt og infrarød stråling. Med forskning kommer kunnskap, og hvis planters kompleksitet blir vist å være høyere utviklet enn tidligere antatt, burde ikke vårt syn på, og vår forvaltning av naturen endres?

Trærne sender beskjeder til hverandre

For noen år tilbake opplevde grantreet noe skrekkelig. Naboen ble angrepet av en sopp. Denne soppen trengte seg inn i stammen og stjal næring. Heldigvis rakk naboen å si ifra, slik at grana og andre omkringliggende trær rakk å sette i gang produksjon av forsvarskjemikalier. Det endte ikke godt for naboen, men beskjeden gjorde at de andre trærne overlevde.

Det er gjort mye forskning på hvordan planter kommuniserer med naboene om angrep fra patogener (for eksempel bakterier, virus og sopp). Planter kommuniserer ved hjelp av de fleste sanser. Den mest kjente er utskillelse av signalstoffer som går via luften, men det er også oppdaget kommunikasjon gjennom elektriske signaler, berøring, og til og med lyd.

Det viktigste fremskrittet er imidlertid, når det kommer til kommunikasjon, oppdagelsen av soppnettverket. Mykorrhiza, som direkte oversatt betyr sopprot, lever i symbiose med 90 prosent

av alle landplanter. De hjelper til med næringsopptak så vel som kommunikasjon over lange distanser.

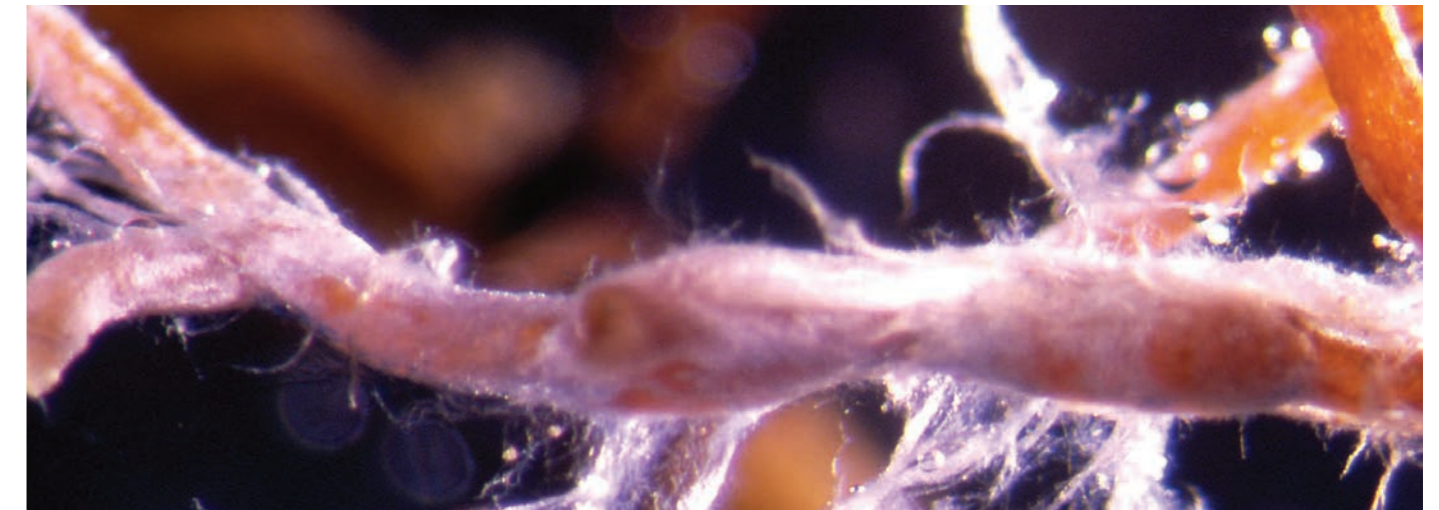
Trær kjenner igjen nær slekt

Grantreet strekker seg mot solen. Rundt treet står barna, årets og fjorårets avkom. De står der, i skyggen av de lange grenene, og håper på at noen få stråler skal slippe gjennom den tette trekronen og nå ned til dem.

Soppnettverket kobler plantene sammen, og da er det nyttig for planten å kunne skille mellom slekt og fremmed. Suzann Simard har i mange år forsket på trærns muligheter til å dele næringsstoffer og fotosynteseprodukter. Hun har funnet at trær kjenner igjen nært beslektede individer og deler gjerne karbohydratprodukter med avkom via rotsystemet.

Ved å tilføre radioaktivt C-14 karbon hos foreldretreet kunne hun etter en periode måle radioaktivitet hos avkommet, men dette var ikke å finne hos planter som ikke delte samme arvestoff. Dette viser at foreldretreet videresendte karbon til sine barn, men ikke andre planter tilknyttet det samme nettverket.

Biologen Susan Dudley forsker også på planter som kjenner igjen egen slekt. Hun viser at rotsystemet hos strandreddik vokser mye mindre aggressivt når de står i tilknytning til planter med likt



Mykorrhiza på gran. Foto: Isabella Børja / NIBIO

KOMMUNIKASJON I NATUREN

opphav. Familiebånd er altså et konsept som man har begynt å introdusere også i botanikkens verden og som nok vil få mer vekt fremover.

Wood wide web

Grantreet har stått på plassen sin i skogen i 200 år. Treet står stolt og stødig i en skog urørt av mennesker.

Grantrær kan på det meste leve opp mot 500 år, og furutrær kan bli så gamle som 800 år. Likevel, i skogforvaltningen hugges de så raskt de er store nok til å gi profitt. Det at trær har så lange liv gjør det nærmest umulig for oss å «sette oss selv i deres rot». Sammenlignet med grantreet er våre liv over på et øyeblikk, og det er derfor vanskelig å forske på bevegelser og kommunikasjon, da alt går så umenneskelig sakte.



Grana har hunnblomster og hannblomster på samme tre. Granas hunnblomster er rubinrøde. Foto: pixabay.com

Dette burde også påvirke vårt eierskapsforhold til naturen. Mennesket er vant til å snakke for naturen, ta avgjørelser og bestemme over forvaltningen, men når det nå finnes forskning som tyder på at trær faktisk kan snakke for seg selv, så burde kanskje vårt syn endres.

Urskogen i Norge, som i dag kun er rundt 2,4 prosent av all skog, er en viktig kilde til forskning og nye oppdagelser. Her lever planter i fellesskap. Mykorrhiza binder plantene sammen, foreldre med avkom, gran med furu. Gjennom disse koblingene, ofte omtalt som

«wood wide web» av biologer, går beskjeder, kjemikalier, næring og energi. Vi vet i dag altfor lite om disse koblingene til å kunne gjøre gode valg når det kommer til forvaltning av den lille uberørte naturen vi har igjen.

Det er viktig å beskytte gammelskogen, samt å slutte å se på treet som et individ, men heller se på det som en node: et punkt i et nettverk. Hvilket betyr at hele nettverket trenger, og fortjener, rettigheter og beskyttelse, dersom vi ikke skal påføre uforutsett skade på nettverket.

Planters kompleksitet blir bevist gang på gang

En gang i tiden var tanken om å gi kvinner og barn utvidede rettigheter for noen like oppsiktsvekkende som det i dag kanskje er å gi trær og planter det. Aristoteles delte verden inn i fire nivåer i livets hierarki. Planter ble plassert over livløse objekter, men under dyr og mennesker. Begrunnelsen han brukte var at de ikke kunne sanse, eller føle behov. De kunne hverken bevege seg, eller tenke rasjonelt.

Vi og grantreet i historien vår er resultat av to ulike grener i evolusjonen. Ulike, men like fullt et resultat med lik rett til eksistens. Avskoging, ødeleggelse av habitater, forurensning og klimaendringer er kun noen utfordringer vi pålegger naturen, og hvis vi skal ha muligheten til å fortsette samlivet også i fremtiden må det bli på begge premisser.

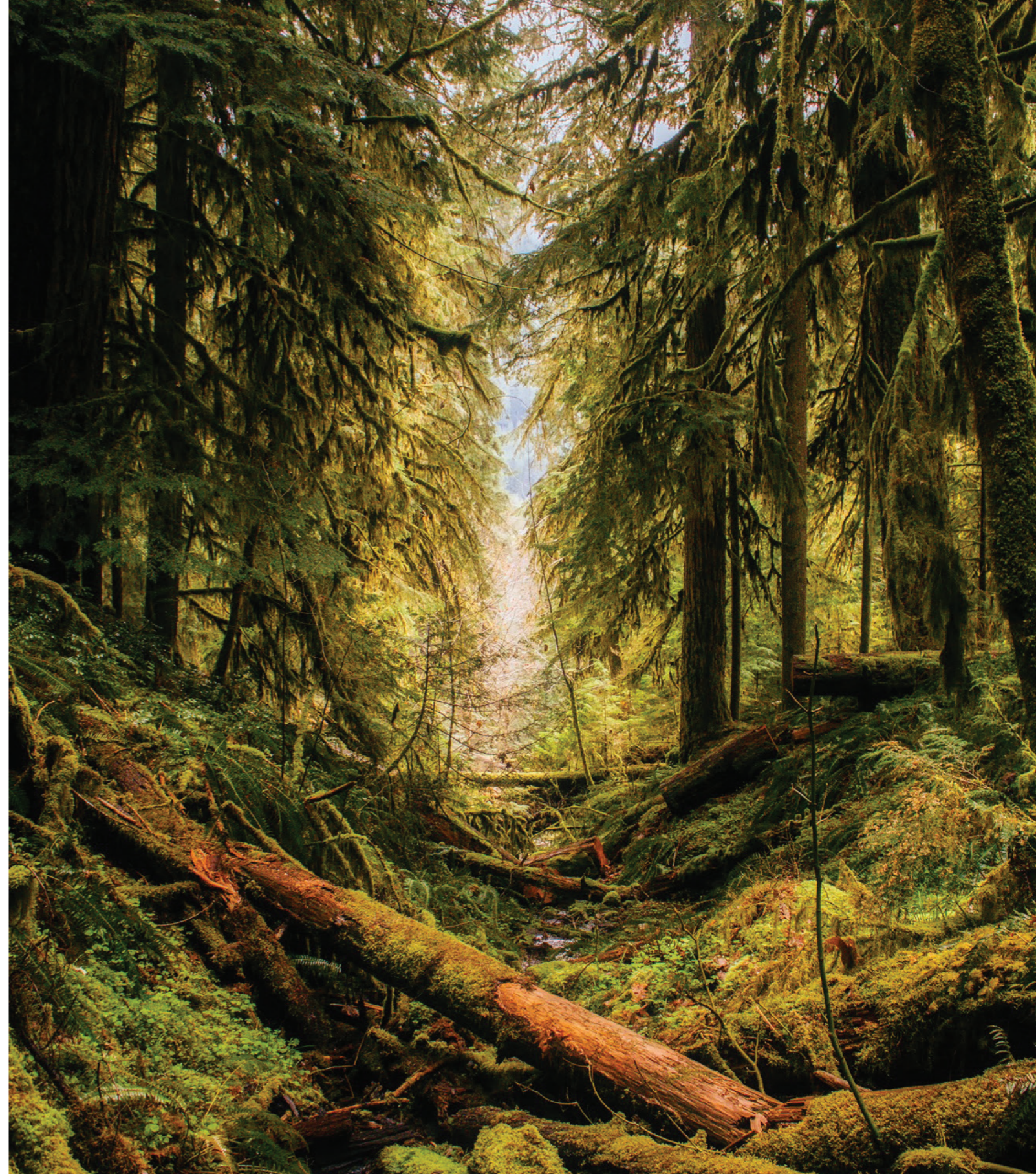
Denne tanken er kanskje like radikal som Darwins teorier var på 1880-tallet, men den har aspekter som er verdt å undersøke, og burde adopteres før det er for sent.

Planters kompleksitet blir i dag bevist gang på gang, og kanskje burde dette føre til at trær og planter, til og med hele økosystemer, beskyttes og vernes. Gitt at forskningen stemmer, og at planter faktisk har innviklede og kompliserte bånd med hverandre, vil en innvirkning på en del av systemet kunne gi ringvirkninger ut over hva vi har mulighet til å forutse.

Referanser

Simard, Suzanne: TED TALK www.ted.com/talks/suzanne_simard_how_trees_talk_to_each_other

Dudley S. & File A. Biol. Lett., doi:10.1098/rsbl.2007.0232 (2007)





KOMMUNIKASJON I NATUREN

Snakkesalige bakterier

Du har sikkert hørt om sosiale insekter slik som maur, honningbier og humler, som lever i samfunn og samarbeider på ulike vis. Men visste du at bakterier er minst like sosiale? De siste 30 årene har forskerne funnet ut at bakterier både kan snakke sammen og samarbeide med hverandre. Snakkingen bruker de for å finne bra steder å bo, bygge byer, lage lys og for å angripe oss.

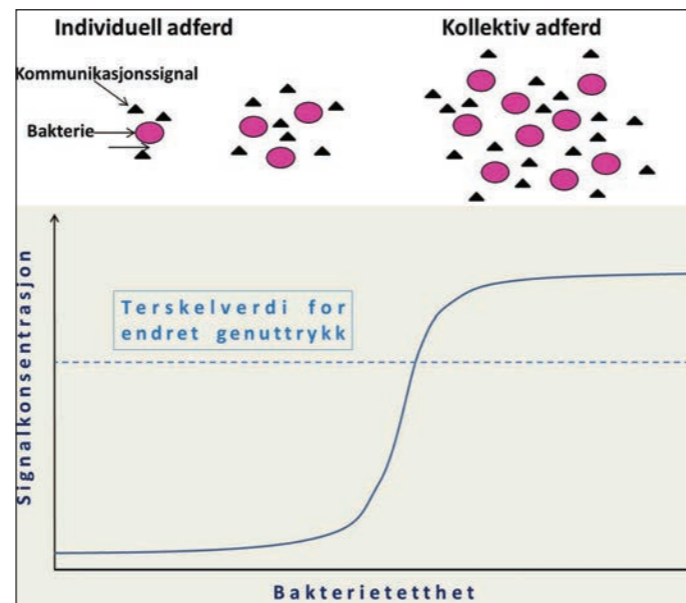
Når bakterier skal snakke sammen, lager de spesielle kommunikasjonssignaler. De bruker disse til å fortelle hverandre om nærmiljøet, tilgangen på mat og andre viktige ting! På denne måten kan bakteriene fortelle de andre i gjengen hva som er den lureste strategien akkurat nå. Ved hjelp av kommunikasjonssignalene styrer de blant annet hvor de skal slå seg ned, hvordan de skal bevege seg for å flytte seg til et annet sted, hvordan de skal bygge opp små bakteriebyer og hvordan de skal produsere lys.

Den som oppdaget at bakterier snakker sammen var Bonnie Bassler, en av mine favorittmikrobiologer. Hun er professor ved Princeton University og fant ut at marine bakterier snakker sammen for å lage lys i samspill med dyr i havet. Hun har laget et TED-foredrag om bakteriesnakking som kan anbefales: youtu.be/TVfmUfr8VPA

Quorum sensing

Måten bakteriene kommuniserer med hverandre på kaller vi for *quorum sensing*. Ordet *quorum* er latin, og viser til det minimum av medlemmer som må være til stede i en forsamling for å være beslutningsdyktige. Quorum sensing betyr at kommunikasjonssignalene som bakteriene bruker, trigger en respons ut fra en terskelverdi for hvor mange bakterier som er til stede. Det må være mange nok bakterier som kan svare på snakkingen for at det skal lønne seg. Tenk for eksempel på bakterier som finner ut at i et bestemt miljø kan det være lurt å lyse. Men hvis de bare er fem stykker, eller ti eller hundre bakterier, hvor mye lys tror du det blir da? Bakteriernes respons på snakkingen er at de skrur på eller av

spesielle gener som henger sammen med det som andre bakterier forteller dem om.



En enkel fremstilling av hvordan bakterier kommuniserer. Bakterier produserer signalmolekyler som akkumuleres i nærmiljøet. Når konsentrasjonen av disse signalmolekylene har nådd en terskelverdi, binder signalmolekylene seg til reseptorer på eller inne i bakteriene. Denne bindingen leder til at bestemte gener slås av eller på. Ill.: Jessica Lönn-Stensrud

KOMMUNIKASJON I NATUREN

Prosessen med å slå på eller av spesielle gener koster en god del, og i mange tilfeller må det også kjemiske reaksjoner til. Hvis bakteriene er altfor få, har de kastet bort viktig energi uten at det får en ønsket effekt. Bakteriene holder styr på at mange nok er til stede i nærmiljøet ved å kontrollere konsentrasjonen av kommunikasjonssignaler. Når konsentrasjonen når terskelverdien, vet de at de mange nok. På den måten kan bakteriene spare på kreftene og bare skrur på genene når det vil ha en effekt.

Bakteriebyer

Bakteriene kan bruke snakkingen sin til å bygge opp bakteriebyer på de mest forskjellige overflater: på tenner, på huden vår, på innsatte kunstige kneledd, i vasken, inne i is og på steiner.

John William (Bill) Costertons «How bacteria stick» (Hvordan bakterier fester seg) fra 1978 var den første rapporten om at bakterier lever sammen og samarbeider. Costerton var en ivrig fjellvandrør og på en tur i Bugaboo Provincial Park mistet han balansen og skled ned i en isete fjellbekk på grunn av et slimete belegg på steinene. Ifølge datidens vitenskapelige studier mente man at det omtrent ikke fantes bakterier i fjellbekker. Costerton syns dette virket rart og ville derfor undersøke nærmere. Sammen med sin kollega Gill Geesey gjorde han undersøkelser både i den fjellbekken han skled ned i og i andre fjellbekker. Alle undersøkelser viste at slimet var en samling av bakterier som levde på steinenes overflater. Dette bakterieslimet kalte de *biofilm*, en tynn hinne av levende organismer. Biofilmen kan sammenlignes med en by som er laget av bakterier der de samarbeider og fordeler oppgaver seg imellom.

Uansett om en bakterie lever planktonisk, det vil si flyter rundt alene, eller lever i en biofilm, har den de samme genene. Forskjellen er at når bakteriene danner en biofilm skrur de på andre gener enn når de lever alene. Bakteriene har altså samme genotype, men bakteriene i biofilmen skiller seg fenotypisk fra dem som lever alene. Genotype betegner den totale mengden gener hver organisme har i cellene, mens fenotype er de genene som faktisk blir skrudd på og gir utseendet og funksjonen til organismen. Bakterier i en biofilm

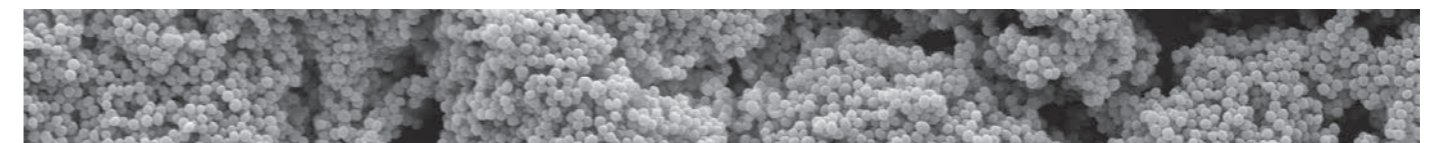
vil skrur på gener som gir dem evne til å feste seg til en overflate og til hverandre, mens en planktonisk bakterie vil uttrykke gener som gir den evnen til å svømme og bevege seg rundt.

For at bakteriene skal begynne å lage en biofilm, må de gå fra å svømme rundt og bevege seg til å feste seg til en overflate og til hverandre. Noen bakterier bruker flageller, den lille pilsken som fungerer som propell, for å bevege seg. For at de skal feste seg og danne en biofilm, må de skrur av de genene som styrer bevegelsesevnen, for eksempel genene som styrer flagelldannelsen. Etter at biofilmen har vokst og modnet, vil det hovedsakelig være gener som er forbundet med spredning fra hverandre og fra overflaten som er skrudd på. Derfor vil de genene som bakteriene trenger når de lever alene og flyter rundt, bli skrudd på igjen. Genene som bakteriene trenger til å danne biofilm, vil være skrudd av frem til de finner et nytt sted å slå seg ned på. Mesteparten av de genene som bakteriene skrur av og på når de bygger opp biofilmen, er kontrollert av bakteriekommunikasjon.

Døve bakterier

Bakterier kan også bygge opp byene sine i kroppen vår, for eksempel på implantater. Da blir vi utsatt for en infeksjon. Men bakteriene bruker også snakkingen til andre ting som kan skade oss. Noen bakterier, som den patogene hudbakterien *Staphylococcus aureus*, kan begynne å lage giftstoffer som skader oss etter at bakteriene har snakket sammen og funnet ut at de er mange nok til å gjøre ordentlig skade på oss.

Som en konsekvens av at antibiotikaresistens nå sprer seg over verden, jobber forskere på spreng med å finne nye måter å behandle bakterielle infeksjoner. En innovativ måte som det jobbes mye med er å finne quorum sensing-inhibitorer. Man prøver helt enkelt å gjøre bakteriene døve så at de ikke hører hverandre. På den måten vil de ikke være klar over at de er mange nok, og forhåpentligvis vil de da ikke skrur på genene for å begynne å bygge bakteriebyer eller begynne å lage giftstoffer. Foreløpig skjer dette kun på lab-benken, men det er en spennende tanke.



Biofilm. *Staphylococcus epidermidis*. Foto: Jessica Lönn-Stensrud

NATUREN FORTELLER

Steinens språk

Geologi er steinens språk. Gjennom geologi kan vi kommunisere de utroligste historier om hvordan gull og sølv blir til, om alle de forskjellige dinosaurer som har levd på jorda, om vulkaner som både skader og er til nytte, om jordskjelv og skred som kan varsles og mye, mye mer.

Steinens språk er et språk som inneholder tusenvis av ord og begreper, og gjerne mange forskjellige betegnelser på samme ting. Undervisning om stein kan derfor fort handle om ordene og deres definisjoner, og mindre om historiene bak ordene. Jørn Hurum (på Naturhistorisk museum) og jeg ønsket å gjøre det motsatte. Vi ønsket å starte med historiene til stein, og så introdusere fagordene når historiene var på plass. Slik ble mønsteret på stein inngangsporten til å fortelle om de tre dannelseshistoriene til bergarter, og slik ble steinprosjektet til.

Steinprosjektet i barnehagen

Stein finnes overalt, lett tilgjengelig for alle, og mange barn fyller lommene sine med dem. Det gir et godt utgangspunkt for å starte et steinprosjekt i barnehagen. Og det var det vi, Jørn Hurum på Naturhistorisk museum og jeg, gjorde høsten 2008 med god veiledning fra spesialpedagog Signe Lise Frøyland.

Vi fikk «låne» de store barna mellom 5 og 6 år i Skytta barnehage i Nittedal i 6 uker. Det var ei gruppe på 20 barn og 3 voksne. Til steinprosjektet utviklet vi en enkel systematikk som skulle hjelpe barn å identifisere steiner de kan finne ute i naturen. Nesten alle steiner kan kategoriseres i en av tre hovedgrupper av stein, og hver av disse hovedgruppene har sin egen måte å bli til stein på. Når du klarer å gruppere steinen, kan du også fortelle historien om hvordan steinen ble dannet. I steinprosjektet la vi vekt på mønsteret i steinen og brukte det som utgangspunkt for å plassere den i en av de tre gruppene. Målet med steinprosjektet var å hjelpe barna til å lese steinens historie.

For å få til det måtte de

- gjenkjenne mønsteret i steinen
- koble mønsteret til en av de tre dannelsesprosessene
- ha kunnskap om de tre steingruppenes måte å bli til på

Kortversjonen av de tre hovedgruppene:

- 1. Prikkete steiner:** *Magmatiske* steiner har et prikkete mønster. De har vært en steinsmelte (lava) som har størknet til fast stein.
- 2. Stripete steiner:** *Metamorfe* steiner har et stripete mønster. De har vært en stein som har blitt varmet eller presset så mye at den har forandret seg til en annen stein.
- 3. Lag-på-lag-steiner:** *Sedimentære* steiner er lag som ligger oppå hverandre, ofte med fossiler mellom lagene. De har vært sand, grus og leire som er blitt kittet sammen til fast stein.

Vi startet med de prikkete steinene, men vi brukte ikke fagordene i starten. I stedet startet vi med mønsteret for å gi barna en forståelse av hva et prikkete mønster er. Vi tok utgangspunkt i ting som barna allerede er kjent med som klær, stoff, papir, glass, bøker osv. Det gjorde at barna selv oppdaget at et prikkete mønster kunne se veldig forskjellig ut. Det kunne være prikker med mange forskjellige farger, små prikker og store prikker, prikker som var tette eller prikker som var langt fra hverandre, men det de hadde til felles var at de var prikkete. Slik er det også med det prikkete mønsteret på stein. Barna hadde derfor ikke noe problem med å finne prikkete steiner ute i naturen etterpå. De fant dem overalt og

NATUREN FORTELLER



Prikkete mønstre kan være så mangt, men de er alle prikkete!
Foto: Anne Cathrine Hammerborg

lærte det videre til de små barna i barnehagen. Det var først etter at det prikkete mønsteret var på plass at vi introduserte begrepet *magmatiske bergarter* om de prikkete steinene.

En stund var barnehagen full av bøtter med prikkete steiner. Hvert barn måtte velge ut én prikkete stein som han eller hun selv hadde funnet ute. Den skulle stilles ut i steinutstillingen i barnehagen, slik at foreldrene kunne komme inn og se hva barna jobbet med. Jakten på prikkete steiner varte en uke, men ifølge førskolelæreren kunne den vart mye lenger.



Prikkete stein, her representert av rombeporfyr (et ord som lett blir gjort om til «rompekomfyr» av barna). Foto: Jørn H. Hurum

NATUREN FORTELLER



Stripete stein. Denne steinen har fått skikkelig juling. Foto: Jørn H. Hurum



Lag på lag-stein. Når vi kan lese steinens historie, kan vi for eksempel finne ut hvor det er fossiler. Leting etter fossiler på Svalbard i skifer fra begynnelsen av triasperioden. Foto: Jørn H. Hurum

rier om stein, leke lavalek og studere steiner på museet. De gjorde mange erfaringer i mange rom.

Vår erfaring er at steinprosjektet kan gå over flere uker, gjerne et helt år, og vi anbefaler å bruke mye tid. Det gir barna god anledning til å jobbe med de ulike temaene slik at de lettere forstår. Særlig historiene til de tre hovedgruppene kan det være verdt å dvele ved. De er ganske abstrakte og krever tid for barna å forstå.

Steinprosjektet i skolen

I ettertid har jeg brukt steinprosjektet med voksne, lærere og andre som driver naturfagformidling og som ønsker å lære om geologi og geologi undervisning ute i felt. Det er alltid like morsomt, fordi jeg får så begejstrete deltakere som *elsker* stein etterpå. En av dem var en lærer på Berger skole på Nesodden. Selv om hun ikke kunne noe om geologi, satte hun i gang i 2. klassen sin og tilpasset det til opplæring av skriving og lesing, og holdt på i flere uker. Da de var ferdige, visste hele skolen at de hadde jobbet med stein.

Et år seinere besøkte jeg klassen hennes og hadde med meg en samling bergarter og noen hodekamera. Jeg ville finne ut hva hennes elever kunne om bergarter lenge etter at de hadde hatt om det. Jeg delte dem i grupper på 3–4 elever. Hver gruppe hadde en elev med hodekamera, slik at vi fikk filmet og tatt opp de de sa og gjorde. Oppgaven var å sortere steinsamlingen og forklare for meg hvordan de hadde sortert. Det gikk under ett minutt, så ropte den første gruppa at de var ferdige. Jeg kom bort, og de forklarte hvordan de brukte prikker og striper og lag-på-lag til å sortere steinene i tre grupper. På spørsmål om geologene hadde navn på disse, var de ikke seime om å svare: magmatiske og peke på de prikkete, metamorfe om de stripete og sedimentære om lag-på-lag-steinene. Hele klassen klarte dette. Og de kunne både demonstrere og fortelle om vulkanhistorier, fjellkjedefoldninger og elva som samler sand og grus.

For å ha noe å sammenligne elevenes prestasjoner med, ga jeg tilsvarende test til en geofagklasse i videre-

NATUREN FORTELLER

gående skole som hadde hatt en mer tradisjonell bergartsundervisning ett år tidligere. Resultatet der var nedslående. Ingen av gruppene sorterte steinene i tre grupper, noen sorterte i to grupper og andre i fire. De forsøkte å huske steinene og navnene på dem, men hadde problemer med det. De kunne mange fagord som var relevante for stein, men klarte ikke å bruke dem på steinene.

Steinprosjektet har lært meg to viktige ting, som jeg faktisk visste fra før, men som jeg egentlig ikke helt hadde forstått. Det ene er: «Less is more». Det kan med andre ord ikke bli for enkelt. Å starte med mønster fungerer like bra for voksne som for barn, dersom de ikke kan noe om geologi fra før. Det å fjerne alle «unødvendige» faguttrykk som navn på de ulike steinene og dannelsesprosessene, og kun konsentrere seg om tre helt sentrale faguttrykk vist seg å være mer enn nok. Den andre tingen jeg lærte er hvor viktig det er å starte med det barna / de voksne kan fra før og bygge videre på det. Mønster kan de fleste, men hvilket mønster som er viktig når du skal sortere stein er ny kunnskap. Slik fungerer mønster som en fin inngangsport for alle nybegynnere i geologispråket.

Referanser

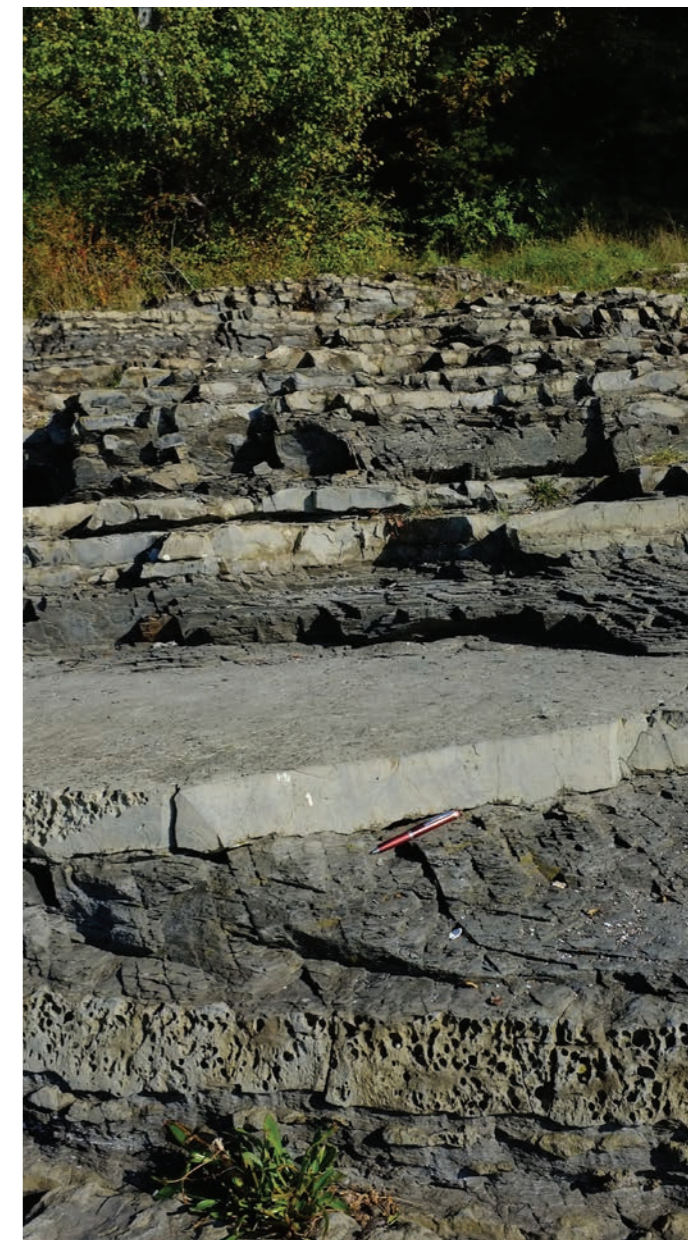
Frøyland, M. (2010): Mange erfaringer i mange rom. *Variert undervisning i klasserom, museum og naturen*. Abstrakt forlag.

Frøyland, M., Frøyland, S.L. og Hurum, J.H. (2011): Kapittel 6: Stein og fossiler i barnehagen. I: Langholm, G., Hilmo, I., Holter, K., Lea, A. og Synnes, K. (red): *Forskerfrøboka. Barn og natur*. S. 225-246. Fagbokforlaget.

Dere kan finne flere prikkete, stripete og lag-på-lag-historier i boka *Stein* av Merethe Frøyland og Jørn H. Hurum (2007).

Sjekk ut steinspillet som kan brukes som oppsummering: naturfag.no/steinspill

Undervisningsopplegg for barnetrinn om stein: naturfag.no/stein



I Slemmestad i Buskerud finnes det også masse fossiler i lag-på-lag-steinene. Foto: Inger-Marie Gabrielsen



Foto: Charlotte Bjørå

En blekksprut forteller

En 95 millioner år gammel blekksprut forteller sin historie med sitt eget blekk.

Når du tenker på gammel kunst, er det kanskje romerske statuer eller hulemalerier du ser for deg. Kunst som er laget for lenge siden. Jeg fikk en ide om å gjøre det motsatte, altså lage kunst i dag med et gammelt utgangspunkt.

Blekksprut på ønskelisten

Helt siden jeg så bilde av en fossil blekksprut i 2009, har jeg hatt et slikt fossil på ønskelisten til Naturhistorisk museum sine utstillinger. De typene av blekkspruter som har harde skall, slik som de utdødde ammonittene og den nålevende perlemorsblekkspruten Nautilus, kan enkelt bli til fossiler. I hvert fall det harde skallet. Andre blekkspruter har kroker av kitin (nesten som det du har i neglene) i armene sine. De kan også bli funnet som fossiler. Men blekkspruter som de åttearmede blekksprutene og akkaren blir som regel aldri til fossiler. De kan ha levd i alle hav i hundrevis av millioner år uten at vi finner et eneste fossil av dem. De bare råtner og blir resirkulert når de dør.

Heldigvis finnes det ingen regler uten unntak. Noen få fossilforekomster i verden har også oppbevaring av bløtvev. Dette skjer bare under helt spesielle forhold under vann, ofte er en total mangel på oksygen i bunnvannet viktig, kanskje også høyt saltinnhold. Vi forstår det faktisk ikke helt. Blekkspruten jeg var ute etter finnes kun i et steinbrudd i Libanon. For 95 millioner år siden var dette en grunn lagune der det yrte av liv. Dyrene som døde og sank ned til bunnen ble forseglet i sedimentene uten at de råtnet. Her er det funnet alt fra beinfisk og haier til reker og maneter.

I 2014 fikk jeg en telefon fra en fossilhandler jeg kjenner godt. Mike ringte meg fra en stein- og fossilmesse i Frankrike. Han fortalte at han sto og så på fossilet som sto på min fossilønskeliste. Det var i



Det vakre fossilet begynner som et puslespill. Foto: Mike Bäättjer

mange biter, men han trodde det kunne bli komplett. Han kunne kjøpe det og bruke noen uker på å lime det sammen. I mellomtiden snakket jeg med PalVenn, Paleontologisk museums Venner, og de sa seg villige til å finansiere hele prosjektet.

Sugekopper og blekk

De neste ukene fikk jeg jevnlig oppdatering av hvordan han preparerte fram og limte sammen delene til en hel blekksprut. Det var like spennende hver gang det kom en e-post med nye bilder. Detaljene på dette fossilet var utrolige. Armene viste til og med sugekoppene! Og da jeg endelig fikk fossilet til museet, oppdaget

jeg en ting til. På bildene så den mørke ringen med blekksekken helt flat ut. Det var den ikke. Det var masse svart materiale i en stor klump. Det minnet mest om hard asfalt. Jeg visste at noen forskere fra blant annet England og Danmark hadde analysert en slik blekksekk for et par år siden og funnet ut at pigmentene fra blekket var bevart. Her var det masse av det!



Når vi ser nærmere på detaljene i fossilet, ser vi både sugekoppene (bildet til venstre) og rester av blekket (bildet til høyre), med pigmenter som fremdeles er bevart etter så mange millioner år! Foto: Mike Bäättjer

NATUREN FORTELLER

**Et portrett i sepia**

Det som er veldig bra med å jobbe på et museum og være ansvarlig for fossilene er at jeg kan ta meg noen friheter: Jeg skrapte ut en tredjedel av den svarte massen og knuste den så fint jeg kunne i en morter. Så vasket jeg innholdet i sprit, silte det to ganger gjennom en veldig fin sikt og tørket det til et sort pulver.

I de siste årene har jeg samarbeidet tett med en veldig dyktig kunstner, Esther van Hulsen, vi har sammen med Torstein Helleve gitt ut fire bøker om fossiler og dinosaurer. Jeg ringte henne og fortalte om pulveret – eller som hun vil si – fargepigmentet. Hun likte ideen og jeg ga henne pigmentet: Vi ble enige om at hun skulle lage et portrett av blekkspruten.

Jeg hadde lest meg opp på bruk av blekk-sprutblekk. Dette var vanlig helt fra romertiden fram til 1800-tallet, og den brungule fargen sepia er oppkalt etter sepiablekkspruten sitt blekk. De fleste i dag kjenner vel sepia som et filter i Photoshop for å få bilder til å se gamle ut. Testingen av pigmentet ble gjort med vann på akvarellpapir. Det fungerte knallbra. Fargen var gyllenbrun og mengden pigment ga mørkere og lysere toner.

Esther malte deretter et bilde av blekkspruten slik hun så for seg at den så ut i levende live. Et selvpportrett med sitt eget blekk, etter 95 millioner år!

Det ferdig preparerte fossilet av blekkspruten *Keuppia* fra Hådjoula, Libanon. Kritt-perioden (95 millioner år siden). Samlingsnummer PMO 227.754. Plate 38x20 cm. Gave fra PalVenn. Foto: Mike Bäättjer

NATUREN FORTELLER



Blekksprutens selvpportrett malt med sitt eget blekk av Esther van Hulsen. I dag er både fossilet og dens portrett utstilt på Naturhistorisk museum i utstillingen Stein og bein.



NATURFAGSPRÅKET

Å arbeide med det vanskelege naturfagspråket

«Biologi er ikkje plantar og dyr, det er ein måte å kommunisere om plantar og dyr på. Astronomi er ikkje planetar og stjerner, det er en måte å kommunisere om dei på», sa Neil Postman. Å lære naturfag er å lære naturfagspråket.

Det er ikkje alltid like lett. Språket i naturfag kan vere ganske langt borte frå kvardagsspråket, og for mange er det problematisk å forstå det og å lære det fordi det er noko ukjent og nytt, kanskje svært mykje nytt på ei gong.

For det første, trass i at naturen er konkret vil mykje av naturfaget likevel opplevast abstrakt, anten fordi fenomenene er abstrakte fordi fenomenene er for store og langt borte eller for små til å kunne bli observert. Dette gjer det spesielt vanskeleg for dei yngste.

For det andre har vi alle orda som må lærast. Naturfag har presise naturfaglege omgrep som eksempel H_2O , *assimilering* og *korrosjon* og generelle akademiske omgrep som *ressursar*, *avta* og *utbreiing*. Det er også omgrep som får nytt innhald når dei blir brukte i naturfag, som *lov*, *bølge*, *forbrenning*, og naturfagspråket er krydra med metaforar, tenk *drivhuseffekt* eller «*immunforsvar mot aggressive bakteriar*». Metaforar er spesielt vanskelege for elevane med norsk som andrespråk som kan oppfatte innhaldet bokstaveleg.

For det tredje er det noko med stilen i naturfagspråket som gjer det vanskeleg fordi det er langt frå talemålet. Typisk naturfagspråk er ribba for småord og gjentakningar som vi kjenner frå det munnlege språket. Dessutan er det vanleg med nominalisering (*artsdanning*) og leddsetningar, fenomen som kjem seint i språkutviklinga. Naturfagspråket er også ofte objektivt, det er faget som står i sentrum, og ikkje personen. Ein skriv «Resultata viser ...».

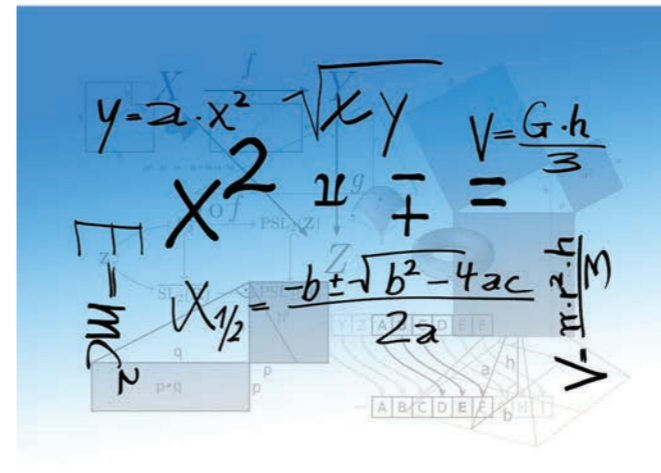
I talemålet er det som oftast vi sjølv som er i sentrum og språket deretter: «I undersøkinga mi finn eg ...». Dette er spesielt vanskeleg for elevane som les lite sakprosa.

Og sist, men ikkje minst, ofte finst det i læringsressursar i naturfag også figurar og illustrasjonar som må studerast nøye og samlesast med verbaltekst. Undersøkingar viser at det er store skilnader mellom korleis ulike elevane gjennomfører ei slik samlesing. Mange elevane les i liten grad illustrasjonane, og det er synd, for ofte er illustrasjonane eit forsøk på å gjere det abstrakte meir konkret, eller det fjerne meir nær.

Nettverk av kunnskap

Når vi så skal hjelpe elevane til å forstå naturfagtekstane, kan det vere nyttig å ta utgangspunkt i at vi lærer og organiserer kunnskap i nettverk. Tenk på ordet park. Straks dukkar det opp ord eller bilete av plen, sti, benk, tre, blommar og så vidare. Tenk på ordet jul. Kva dukkar så opp? Svært mange av orda og omgrepa vi kan, har vi lært gjennom konkrete erfaringar og å snakke om dei, og vi konstruerer kjapt samanhengar og nettverk. Når ein elev skal lære noko nytt, må han klare å skape desse nettverka av kunnskap, ord, omgrep og samanhengar, og kople dei til andre nettverk han har. Det er det som er jobben når ein skal lære. Å oppdage den hierarkiske samanhengen mellom *effekt*, *energi* og *kraft*, eller *watt*, *joule* og *newton*, er å forstå. Når ein så har etablert samanhengen mellom dei, er det også lettare å hugse.

NATURFAGSPRÅKET



Ord som *kraft* og *energi* kan gi ulike assosiasjonar. Derfor må orda lærast i ein kontekst og i nettverk med andre ord. Foto: pixabay.com

Omgrep må lærast i ein kontekst

I mykje av leseopplæringa snakkar vi om å aktivere kunnskapar elevane alt har. I naturfag fins det ganske mange fenomen elevane ikkje har kunnskapar om frå før. Då må elevane starte på tileigninga av denne kunnskapen før dei les tekstane. Sidan eit stort, spesialisert ordforråd nettopp er eit av kjenneteikna på naturfagspråket, bør det leggast vekt på undervisning med fokus på omgrep. Ikkje definisjonar utan kontekst, men omgrep i sin rette kontekst, slik at ein samtidig utviklar både vokabular, fagkunnskap og naturfaglege tenkjemåtar.

Naturfag er eit fag med høve til å gjennomføre eksperiment og gjere observasjonar og gi elevane praktiske erfaringar. Ved å kople praktiske erfaringar til aktivitetar som samtalar og diskusjonar, lesing eller skriving, får elevane trening i å bruke faglege omgrep når dei bearbeider og reflekterer over fagstoff. Men vegen frå eit eksperiment eller ein observasjon til dei naturfaglege tekstane kan vere svært lang, og det naturfaglege språket kan vere langt utanfor eleven sin proksimale utviklingsone (området mellom det eleven kan klare på eiga hand og det han maksimalt kan meistre under rettleiing, Vygotsky). Utfordringa blir då korleis læraren kan

NATURFAGSPRÅKET

hjelp eleven til å konstruere samanheng mellom to verder, verda som består av objekt og hendingar og verda som består av teoriar og modellar. Vygotsky sitt svar på dette er at det må skje gjennom språket, ved at elevar skriv og snakkar om det dei strevar med og forklarar det for kvarandre, både for å forstå det og for å forklare samanhengar. Men det er viktig å ta omsyn til at det å tileigne seg eit «nytt» språk er ein prosess som tar tid og må skje i fleire steg.

Snakk med egne ord

Idar Mestad og Stein Dankert Kolstø (2014) fann ut at når læra- ren implisitt eller eksplisitt forventar at elevane skulle bruke korrekt, naturfagleg språk ganske tidleg i læringa, hindra det læring meir enn det stimulerte til forståing fordi elevane var opptekne av «den rette forklaringa». Dei fekk betre resultat når dei eksplisitt bad elevane leggje fram munnleg si eiga, tentative forståing av eit fenomen utan krav om at dei skulle bruke dei naturfaglege omgrepa korrekt, skreiv ned desse forståingane på tavla og diskuterte ut frå det. Dei oppnådde då at elevane snakka om det dei hadde sett, hjalp kvarandre til å forstå og forhandla om faguttrykk, som for eksempel om ei skulle bruke *bryte ned* eller *løyse opp*, og gradvis tok dei i bruk faglege omgrep som *enzym*.

I eit anna forsøk fekk elevane diskutere og prøve å forstå eit fenomen saman. Elevane brukte ord som *ein slags*, *liksom*, dei brukte gester, dei nølte ofte, men brukte forsøksvis naturfaglege ord. Dei utforska fenomenet med sitt eige, autentiske språk. I intervju etterpå sa ein av elevane at dette var ein god måte å få dei engasjert på, og ein god måte å arbeide på for å forstå. Når dei kunne bruke sitt eige språk og ikkje måtte ha det «rette» svaret med ein gong, var dei frie til å spekulere og diskutere seg fram til ei forståing. Elevane tok då steget inn i eit rom kor eleven sitt språk og faget sitt språk fekk møtast. I dette mellomrommet blei fleire oppfatningar og meiningar lytta til og evaluert, og eit nytt språk blei testa, i visshet om at også misoppfatningar og feilaktig bruk av terminologi kunne akseptast.

Denne måten å arbeide med eksperiment på, må vel også vere ein god måte for elevar å arbeide saman for å forstå grafar og illustrasjonar? Først beskrive kva det er, så sjå og forstå samanhengane.

Når det gjeld den «vanskelege» syntaksen i naturfag, kan vegen om ein munnleg uttrykksmåte også vere ein veg å gå. Korleis ville du ha sagt det? kan ein spørje. Det kan kanskje vere ein ide å av

og til gå laus på ei spesielt vanskeleg setning, slike setningar elevane til dømes kjem borti når dei finn stoff på internett, og gjere han meir talemålsnær. Dette dels for å forstå innhaldet, men ikkje minst for at elevane skal gjere seg kjende med dei typiske skriftspråklege trekka som finst i tekstane og på den måten også styrke både lese- og skrivekompetansen sin. Vi tar eit eksempel, slik setninga var på bokmål:

Artsdannelse kan finne sted først og fremst med, men i noen tilfeller uten geografisk atskillelse.

Her er det eksempel på passiv, nominalisering (artsdannelse, atskillelse) og ei komplisert setning med innskot. Denne setninga kan til dømes pakkast opp slik:

Når grupper av same art blir skilde frå kvarande på ulike stader, kan nye artar bli danna. Men nokre gonger kan det kome nye artar innanfor eitt og same geografisk område også.

Kva med å la elevane lage ulike versjonar av den opphavelige setninga, og drøfte dei? Eit slik arbeid med setningar vil også vise om elevane har forstått innhaldet.

Oppsummert kan vi seie at det å arbeide medvite med å utvikle det naturfaglege språket hos elevane er ei svært viktig oppgåve for naturfaglæraren. Det kan vere vanskeleg, det tar tid og det kan hende ein må gå omvegar. Men lærer elevane naturfagleg språk, så lærer dei naturfag.

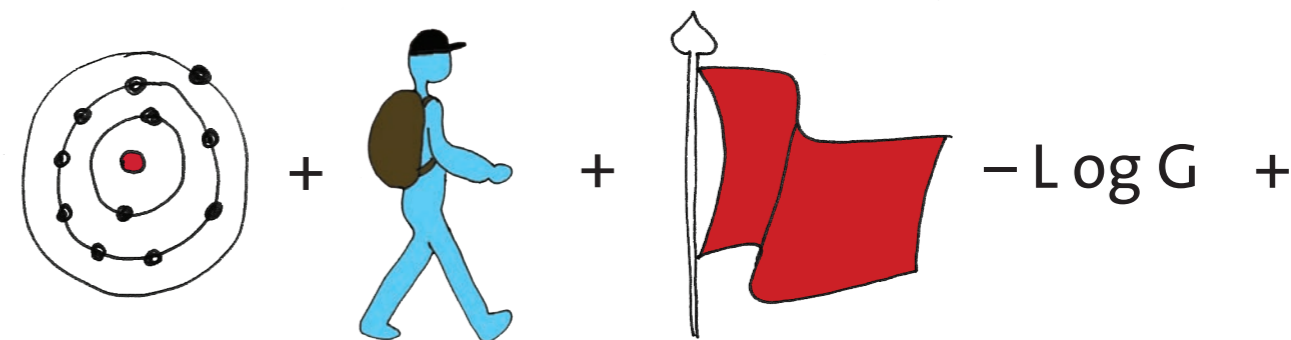
Referansar:

Mestad, I. og Kolstø, S.D. (2014). Using the Concept of Zone of Proximal Development to Explore the Challenges of and Opportunities in Designing Discourse Activities Based on Practical Work. *Science Education*, 98(6), 1054-1076. doi:10.1002/sce.21139

Mossige, M. og Mork, S.M. (2014). Lesing i naturfag. I: A. Skaf- tun, O.J. Solheim og P.H. Uppstad (red.), *Leseboka. Leseopp- læring i alle fag på ungdomstrinnet* (pp. 113–130). Oslo: Cappelen Damm.

Uppstad, P.H. og Walgermo, B. (2014). Arbeid med vokabular i leseopplæring. I: A. Skaf- tun, O.J. Solheim og P.H. Uppstad (red.), *Leseboka. Om leseopplæring på ungdomstrinnet*. Oslo: Cappelen Damm.

NATURFAGSPRÅKET





Rein spiser høy og lav – naturfag som kontekst for språklæring

Naturfagspråket kan være en barriere for å lære naturfag, men også en berikelse i språkopplæringen for elever med norsk som andrespråk. Flerspråklige ordlister med enkle forklaringer og bilder kan være et viktig bidrag for alle elever.

En dame hadde gått lenge på norskopplæring. Hun følte at hun endelig begynte å mestre det norske språket. Men da hun leste setningen *Rein spiser høy og lav*, utbrøt hun: «Nei, nå gir jeg opp!»

I hverdagsspråket er *rein*, *høy* og *lav* som regel høyfrekvente (ofte brukte) adjektiver, mens de kan være lavfrekvente (sjelden brukte) substantiver i naturfag. Lav har betydningen *noe som har liten høyde* når det er brukt som adjektiv, mens når vi snakker om lav som substantiv er betydningen *to organismer (en sopp og en alge) som lever i symbiose*. Slike ord kan særlig være utfordrende for elever med norsk som andrespråk. Derfor er det viktig å lære ordene i en kontekst. (Hvis elevene har nynorsk som hovedmål blir ikke dette eksempelet gyldig lenger, ettersom høg og låg er adjektiver mens høy og lav er substantiver.)

Det kan være stor avstand mellom elevenes hverdagsspråk og språket i naturfag. Mange temaer i naturfag kan oppleves abstrakte og er vanskelig å konkretisere. I tillegg finnes det mange ord som høres helt like ut og/eller skrives likt, såkalte homonymer eller forvekslingsord, som kan ha helt ulik betydning – og noen ganger skifter de til og med ordklasse, slik som i eksempelet over.

Å lære naturfag er å lære naturfagspråket

Språket er en barriere for mange elever når de skal lære naturfag. Et kjennetegn ved naturfagspråket er at det har et stort spesialisert ordforråd. Det kan være helt presise fagord som *CO₂* og *kondensering*, og det kan være generelle, men lavfrekvente ord som *ressurs*

og *utbredelse*. Som Margunn Mossige skriver på side 24: Å lære naturfag er å lære naturfagspråket. For å kunne tilegne seg kunnskap og kommunisere det man kan eller lurer på innenfor et tema i naturfag, må man ha et begrepsapparat å ta utgangspunkt i. Dette gjelder for alle elever uansett om du får opplæring på morsmålet ditt eller på et andrespråk.

Ord vs. begreper

Det er viktig å skille mellom et ord og et begrep når man arbeider med ordinnlæring. Et ord er den muntlige eller skriftlige formen for et begrep, for eksempel ordet *skog* på norsk / *tree* på engelsk. Begrepet er det innholdet ordet refererer til, for eksempel *mange trær som står sammen*. En del minoritetsspråklige elever har begrepene på sitt morsmål, og trenger bare en oversettelse for å lære et nytt ord på allerede eksisterende begreper. Andre trenger å utvikle begreper sammen med de nye ordene. Det er viktig at læreren vet om det kun er ordet eller også begrepet eleven har behov for å tilegne seg.

Arbeid med ordforråd

På NAFO sine nettsider finnes mange gode metoder for å arbeide med ordforråd:

- nafo.hioa.no/videregaende/laeringsressurser/arbeid-med-ord-og-begreper
- nafo.hioa.no/fag/laeringsressurser/ordforrad



Rein spiser høy og lav. Hvis denne setningen kommer sammen med et bilde, er det lettere å forstå hva som menes. Foto: pixabay.com

Flerspråklige naturfagordlister som ressurs

Elever med norsk som andrespråk kan ha rett til tospråklig fagopplæring (Opplæringsloven §§ 2-8 eller 3-12). Mange skoler og kommuner klarer ikke å få tak i tospråklige lærere. Derfor fikk Nasjonalt senter for flerkulturell opplæring (NAFO) i oppdrag av Utdanningsdirektoratet å prøve ut om og hvordan man kan tilby en tospråklig fagopplæring i naturfag via nettbaserte tjenester. I samarbeid med NAFO er Naturfagsenteret i gang med å lage flerspråklige ordlister i naturfag beregnet på elever i en norskinnlæringsfase og lærerne deres, men som også kan være til nytte for alle elever som skal lære seg fagspråket i naturfag.

Naturfag som kontekst for språklæring

Fordi naturfagspråket kan være vanskelig tilgjengelig for mange, bør det legges stor vekt på begrepslæring i undervisningen. De tematiske ordlistene kan brukes i dette arbeidet. Det er likevel viktig at ordlistene ikke brukes løst for å pugge ord og definisjoner, men i forbindelse med bevisst og systematisk arbeid med begreper i en kontekst. Begrepene bør bli innført etter hvert som elevene har behov for dem. Samtidig kan ordlistene være en ren støtte til faglig sterke elever som allerede har begrepene på plass, og bare trenger en oversettelse.

NATURFAGSPRÅKET

Vi har erfaring med at naturfag er en god kontekst for å lære norsk, når elevene får jobbe utforskende i naturfag. Utforskende undervisning handler blant annet om å legge til rette for at elevene skal få undre seg, reflektere, sette ord på egne tanker, lese for å finne svar og gjøre praktiske undersøkelser. Gjennom en slik undervisning får elevene møte de nye fagordene i mange forskjellige kontekster, ved å gjøre aktiviteter, lytte og snakke, visualisere, skrive og lese.

Hvordan lage en ordliste?

De fleste naturfaglige ord er allerede definert i ulike lærebøker og ordbøker. Det kan likevel være vanskelig å bruke disse definisjonene, fordi de ofte inneholder lange setninger med mange nye fagord. Derfor har det vært viktig for oss å lage presise definisjoner uten for mange andre fagord. Det er utfordrende å skrive definisjonene med et enkelt språk uten at det skal gå på bekostning av den faglige presisjonen. Vi kom fram til at ordlistene måtte lages i skjæringspunktet mellom naturfag, terminologi og andrespråklæring.

Da var det bare å sette i gang med å lage ordlistene. Men hvor i all verden skulle vi begynne? Hvilke ord bør være med i en ordliste?

Vi begynte med å se på læreplanen i naturfag og skrive ned alle fagordene derfra. Det var mange. For å snevre det inn, valgte vi ett av mange kompetansemål etter 10. trinn:

Mål for opplæringen er at elevene skal kunne undersøke og registrere biotiske og abiotiske faktorer i et økosystem i nærområdet og forklare sammenhenger mellom faktorene.

Deretter valgte vi ett av de mange sentrale fagordene fra dette kompetansemålet: *økosystem*. Så valgte vi ett av mange økosystemer: *skog*. Vi startet med å skrive ned alle naturfagord vi kom på som var relevante for skog. Men hva skulle vi gjøre videre?

Løsningen var å ta kontakt med Språkrådet. Vi bestilte det lille heftet deres, Termlosen, som inneholder en grunnleggende innføring i begrepsanalyse og terminologiarbeid. Deretter bestilte vi kurs i terminologiarbeid med Språkrådet. Nå var vi endelig rustet til å lage utkast til noen lister. Vi lærte å sette opp begrepskart, finne ut hva som er overbegreper, underbegreper og sidebegreper, og vi måtte bruke mange kilder. Vi brukte skolebøker, leksikon, norsk ordliste, Lexin m.m., før vi kunne lande på vår egen definisjon spesielt tilpasset vår målgruppe.

Vanligvis skal definisjoner skrives uten artikkel/infinitivmerke, og ikke i hele setninger. Men for denne målgruppen valgte vi å skrive dem *med* artikkel/infinitivmerke, i hele setninger. Vi la også inn bilder der det var naturlig. På denne måten får elevene grammatisk kunnskap om ordet, og ordet blir gjentatt i en setning slik at det blir en direkte kobling mellom ord og forklaring.

Utfordringer med flerspråklige ordlister

I prosjektet Fleksibel opplæring bruker vi de tematiske ordlistene som en del av læringsressursene elevene og lærerne kan benytte seg av. Når ordlistene har blitt oversatt til arabisk, somali og tigrinja, har vi støtt på flere utfordringer. Mange av ordene som vi bruker på norsk, finnes ikke på alle språk. Da må man ofte bruke mye tekst for å oversette et enkeltord. For eksempel finnes ikke et ord på somali for ordet barskog. Det ene ordet barskog må derfor oversettes med *keynta dhir caleemo fiiq fiqan leh* (en samling av trær som har blader av bar). Da blir oversettelsen av ordet veldig lik definisjonen av ordet.

barskog

En barskog er en **skog** med **bartrær**.



Eksempel fra ordlista. De grønne ordene kan klikkes på, slik at forklaring og ev. bilde kommer opp i en egen boks, slik som i skjerm-dumpen på neste side. Foto: Bjoertvedt CC BY 3.0

NATURFAGSPRÅKET

Vi ønsker at definisjonene av ordene skal kunne brukes av alle, uansett hvilke økosystemer og klimaforhold de er vant med. Den første definisjonen av ordet årstid var slik: *En årstid er en del av året med bestemte værtyper og vekstforhold. I Norge er det fire årstider: vinter, vår, sommer og høst*. Da dette skulle oversettes, fikk vi tilbakemelding fra oversetterne om at vekstforholdene er jevnere gjennom året i land nær ekvator enn de er i Norge, og at det finnes mange land som ikke har fire årstider. Derfor la vi til i eksempelet: *I land nær ekvator er det vanligvis to årstider: regntid og tørketid*.

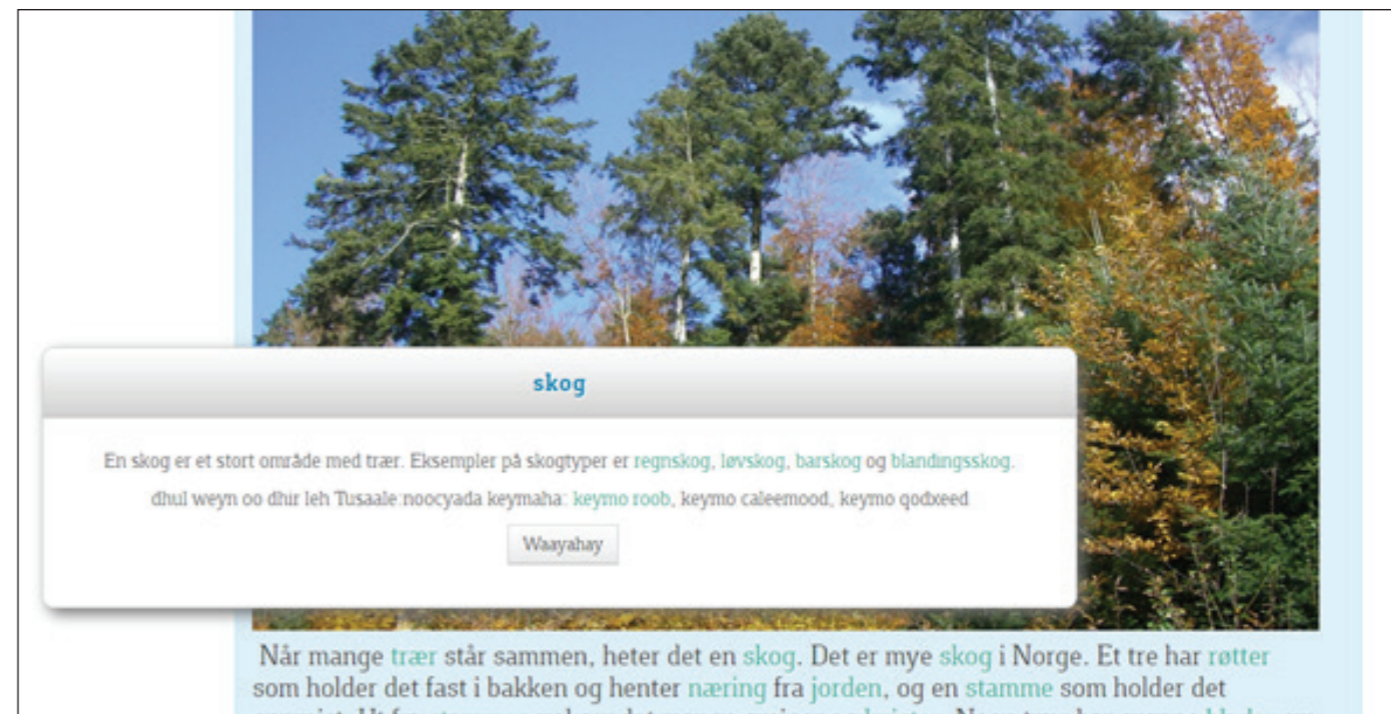
Utfordringene vi har møtt har vi søkt å løse på best mulig måte. Det har gjort at vi har endret noen av definisjonene, endret noen av bildene eller endret noe på det tekniske. Et arbeid med å utarbeide tematiske og flerspråklige ordlister er en langsom og komplisert prosess. Men vi ser allerede at det er verdt det: Foreløpig er det 120 elever som har prøvd ut de første ordlistene, og tilbakemeldingene er veldig positive. En lærer har uttalt: *Elevene*

ser mer sammenheng mellom eget språk og norsk da ordlistene også er på morsmålet deres. Dette har vært til stor hjelp når elever skal bruke begreper i naturfag.

Ordlistene som ressurser for alle elever

De tematiske og flerspråklige ordlistene er foreløpig kun tilgjengelige for de som er med i prosjektet Fleksibel opplæring, men skal publiseres på nettsiden morsmal.no som er gratis og åpen for alle. Selv om de tematiske og flerspråklige ordlistene er laget med tanke på elever i en norskinnlæringsfase, ser vi at ordlistene kan være et godt verktøy for alle elever.

I prosjektet Fleksibel opplæring samarbeider NAFO med Naturfagsenteret, Matematikksenteret, IKT-senteret og Språkrådet.



Skjermdump fra nettressursen. Her har vi valgt somali som språk og klikket på ordet skog.

Begrepslæring i naturfag

Å forstå naturfaglige ord og begreper er grunnleggende for at elever skal forstå naturfag. Men med mengden av fagord og begreper i naturfag, kan det være vanskelig for lærere å vite akkurat hvilke begreper de skal konsentrere seg om for at elevene skal forstå innholdet.

Nøkkelbegreper er begreper som er absolutt nødvendige for å forstå et naturfaglig tema eller hvordan vi jobber utforskende. Nøkkelbegrepene kan deles inn i *fagspesifikke begreper* og *forskerspirebegreper*. De fagspesifikke begrepene er direkte knyttet til et tema eller hovedområde i naturfag. Eksempler på nøkkelbegreper innenfor hovedområdet *fenomener og stoffer* kan være kjemisk reaksjon, atomer og molekyler, stoffer og egenskaper, krefter og magnetisme. Innenfor hovedområdet *kropp og helse* er fordøyelsessystem, spiserør og tarm eksempler på fagspesifikke nøkkelbegreper, mens variasjon og tilpasning er absolutt nødvendige begreper for å forstå *mangfold i naturen*.

Forskerspirebegrepene er knyttet til utforskende arbeidsmåter og brukes på tvers av alle temaer i naturfag. *Forskerspiren* er et eget hovedområde innenfor naturfag hvor elever lærer om hvordan forskere jobber og naturvitenskapelig kunnskap blir til. I tillegg skal *forskerspiren* bidra til at elever lærer å anvende naturvitenskapelige metoder når de lærer om emner innenfor alle hovedområdene i naturfag. Eksempler på forskerspirebegreper er observasjon, bevis, data, påstand, forklaring, eksperiment, hypotese, kreativ og forskningsmiljø.

Nøkkelbegrepene må jobbes med over tid for at elever skal kunne forstå og bruke dem på en meningsfull måte. Elever bør møte de samme begrepene mange ganger gjennom ulike aktiviteter. Varierte arbeidsmåter er et viktig prinsipp. Elever tar i bruk nøkkelbegrepene når de *skriver* tekster eller lager figurer, *leser* egne eller andres tekster, presenterer og diskuterer ideer og resultater *mundlig* i grupper og plenum, og når de *gjør* praktiske aktiviteter for å

samle data. Alle elever lærer ikke på samme måte, og ved å variere mellom ulike aktiviteter og bruke nøkkelbegrepene i ulike sammenhenger, øker elevenes tilgang til faglig forståelse.

I tillegg til nøkkelbegrepene har vi det som kalles logiske koblinger eller bindeord (se tabell på neste side). Dette er ord som sier noe om hvordan begrepene henger sammen for å gi mening (Mork og Erlie, 2010). Forståelse skapes ved at man lærer naturfagsordene og sammenhengen mellom dem, men for å lære sammenhengen må man også beherske bindeordene. Disse ordene som blant annet brukes ved sammenligninger, rekkefølge, oppramsing og begrunnelser kan være utfordrende for mange, og det er viktig å bruke tid på å sikre at elever også forstår disse ordene.

Begrepsvegg

Begrepsvegg er en voksende visuell framstilling av det elevene lærer gjennom et undervisningsopplegg (se bildet på neste side). I fellesskap lager klassen en oversikt over begreper ved å bruke ord, nøkkelsetninger, tegninger og figurer som henges opp lett tilgjengelig i klasserommet. Nøkkelsetninger er setninger hvor sammenhengen mellom nøkkelbegreper fremheves. På bildet ser vi eksempler på nøkkelsetninger som kobler sammen nøkkelbegrepene materialer og egenskaper, for eksempel *Alle materialer har forskjellige egenskaper*. I tillegg vektlegges sammenhengen mellom *forskerord* og *hverdagsord*. Hensikten er å hjelpe elever til å ta i bruk spesifikke naturfagord og gi dem en knagg å henge det utviklede vokabularet på. Et eksempel er forskerordet å observere, som med hverdagsord betyr se, høre, føle, lukte og smake. Dette hjelper elevene til å forstå hva forskerordene betyr, samtidig som



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/bindeord. Hentet fra boka *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (Mork og Erlie, 2017).

de kan øve seg på å innlemme disse ordene i sitt eget språk. Begrepsveggen bidrar til å fremheve skrift i klasserommet samtidig som det visuelt er en konstant påminnelse om hva de har lært og hvordan begreper er koblet sammen. Elevene bruker begrepsveggen som et hjelpemiddel i sin egen læring, spesielt når de skriver og når de snakker. Lærere som bruker begrepsvegg i sin undervisning gir tilbakemeldinger på at begrepsveggen bidrar til mer faglig snakk hos elever og at flere elever deltar i faglige samtaler.

Begrepsforståelse

Fordi forskere jobber utforskende og samler data gjennom observasjoner og eksperimenter, har det blitt antatt at elever også lærer best gjennom praktisk utforskning. Men praktiske aktiviteter i seg selv er ikke nok til å utvikle faglig forståelse. Begrepsforståelse, som ligger til grunn for elevenes faglige forståelse, utvikles over tid og krever at læreren tilrettelegger for og støtter elevenes bruk av naturfaglige ord og begreper gjennom alle faser av en utforskning. Det betyr at nøkkelbegrepene må være en sentral del når elevene forbereder en undersøkelse, når de samler data, når de diskuterer funnene sine og når de formidler resultater (Haug og Ødegaard, 2014).

Språkutvikling og utvikling av faglig forståelse er tett forbundet. Tenkning krever språk, og språk krever tenkning (Vygotsky, 2001). Gjennom elevens bruk av språket kan læreren få tilgang til elevenes tenkning og forståelse. Derfor er det beklagelig hva flere studier viser, nemlig at læreren står for mesteparten av praten i klasserommet (Wellington og Osborne, 2001). Det å bli snakket *til* er noe helt annet enn å være aktivt *involvert* i en samtale. 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, resonnere og generalisere. Når elevene utvikler og utvider sitt naturfaglige vokabular, får de et verktøy som kan brukes til å diskutere og kommunisere egen forståelse.



Eksempel på en begrepsvegg. Foto: Naturfagsenteret

NATURFAGSPRÅKET

Begrepslæring bygger på sammenhengen økende kunnskap om ordets betydning og utvikling av begrepsforståelse (Bravo, Cervetti, Hiebert og Pearson, 2008). Ord ses på som merkelapper for begreper og ideer, og det å lære naturfaglige begreper betyr å utvikle forståelse og bygge nettverk av naturfaglige ord. Vi har kalt denne prosessen «fra ord til begrep» (se tabell under).

Prosesen starter med at eleven kjenner igjen ordet fra tekst og tale, og kanskje har en hverdagslig oppfatning av hva ordet betyr. For eksempel en formening om at å observere betyr det samme som å se. Det er vanlig at elever befinner seg på dette nivået ved oppstart av et nytt tema. Deretter lærer de en definisjon av ordet, og selv om enkelte ville vært fornøyde med at elever kan gjengi en definisjon, er dette bare starten på begrepslæringen. For å oppnå begrepsforståelse kreves det aktiv kunnskap om ordets betydning. Det innebærer at eleven har et eierskap til ordet og vet hvordan det brukes sammen med andre ord og begreper for å skape mening i ulike situasjoner, inkludert egen undersøkelse. I tradisjonell undervisning er det å lære nye ord ofte redusert til pugging av definisjoner. Men det å lære definisjonen av en lang rekke ord, bidrar kun til å huske etablerte definisjoner og stimulerer ikke til å utvikle elevenes tenkning eller faglige forståelse.

To eksempler fra klasserommet

Ellinor og Emma var lærere i to tredjeklasser, der elevene ble introdusert for nøkkelbegrepene materialer og egenskaper og dette

	Kunnskap om ordets betydning	Nivå	Beskrivelse
Begrepsforståelse	Passiv	Gjenkjennelse	Kjenner igjen ordet i tekst og tale og kan uttale det.
		Definisjon	Kan gjengi definisjonen til et ord, men har liten forståelse for hva ordet betyr.
	Aktiv	Nettverk	Vet hvordan ordet kan knyttes til andre ord og begreper.
		Kontekst	Kan bruke ordet i flere setninger og i en sammenheng som gir mening.
		Anvendelse	Kan bruke ordet i tilknytning til sin egen utforskning, både under innsamling og diskusjon av egne data.
Syntese	Vet hvordan ordet kan anvendes for å kommunisere egen forståelse av fenomenet som utforskes. Kan anvende ordet mer generelt, på tvers av og i nye situasjoner.		

Fra ord til begrep. Rammeverk som viser at kunnskap om ordets betydning utvikles parallelt med begrepsforståelse (Bravo m.fl., 2008, Haug og Ødegaard, 2014).

NATURFAGSPRÅKET

Dina: *Metall.*

L: *Ja (skriver metall). Tea?*

Tea: *Jern.*

Opprømsing av ulike materialer fortsetter til læreren sier de må stoppe, og elevene går og setter seg på plassene sine.

Dette er et eksempel på det som kan kalles tradisjonell begrepsinnlæring hvor man tar ett og ett ord om gangen og får noen definisjoner. Først gjennomgås egenskaper, deretter materialer. Basert på elevenes utsagn kan vi si at de ikke har nådd begrepsnivå i følge «Fra ord til begrep»-rammeverket. Elevene er kun på definisjonsnivå og med en passiv kunnskap om ordenes betydning. Ettersom elevene hadde jobbet med flere oppgaver hvor intensjonen var å se sammenhengen mellom begrepene, er det fullt mulig at de kunne laget koblinger mellom materialer og egenskaper, men i dette tilfellet etterspør læreren aldri en slik kobling.

Lærer Ellinor i klasse 3B ved Bakken skole har en litt annen tilnærming:

Lærer Ellinor (L): *Egenskaper. Hva er egenskaper? Vet du det, Sam?*

Sam: *Det du kan se, lukte, smake, høre eller kjenne på noe.*

L: *Ja, kjenn på pulten deres. Kan du si noe om egenskapene til pulten? Elise?*

Elise: *Den kjennes glatt ut.*

L: *Den kjennes glatt ut, ja. Nå, ordet materiale. I naturfag er materialer og stoffer det som ting er laget av. Spretballer for eksempel. Hva er spretballer laget av?*

Siri: *Gummi.*

L: *Ja, gummi er et materiale. Hvis du skal lage noe, hvorfor er det viktig å tenke på egenskapene til materialet du skal bruke da?*

(ingen respons)

L: *Ok, la oss si at dere skulle lage en stol. (Drar ut en stol.) Hva må dere tenke på da?*

Lea: *Ehh, hvordan du skal lage den?*

L: *Hva slags materiale ville dere bruke?*

Lea: *Tre.*

T: *Ja, du kunne bruke tre. Hvorfor er det smart å bruke tre?*

Sara: *Det er beina, de bør være av tre, fordi det er hardt.*

Martin: *Metall eller plastikk.*

T: *Metall, plastikk. Mm. Hvorfor?*

Martin: *Fordi denne stolen her (spretter opp og peker på stolen sin) har metallbein fordi de kan ikke knekke, og det jeg sitter på er plastikk. Så dette er en plastikkstol. Plastikk er bedre enn tre, for du kan få flis i baken av å sitte på tre.*

(Diskusjonen fortsetter i flere minutter hvor elevene foreslår forskjellig materialer og forklarer hvorfor, eller hvorfor ikke, de kan brukes til å lage ulike deler av stolen.)

Her ser vi at Ellinor begynner med å gå raskt gjennom begrepene materialer og egenskaper. Hun kobler også egenskaper til materialet i en konkret gjenstand, pulten. Ut i fra elevenes svar ser det ut som de har kontroll på disse to nøkkelbegrepene. Men når Ellinor sjekker om de kan anvende ordene ved å spørre om hvorfor det er viktig å tenke på egenskapene ved et materiale hvis de skal lage noe, er det ingen som kan svare. Hun gjør da noe som er like enkelt som det er genialt, hun trekker fram en stol og bruker den som et eksempel. En stol er noe alle elever vet hva er og hva brukes til. På denne måten hjalp hun elevene videre i deres begrepsforståelse, og i diskusjonen som fulgte viste elevene at de opparbeidet seg en dypere forståelse av begrepene. Ellinor vurderte elevenes forståelse underveis. Med sine spørsmål avdekket hun hvilket nivå elevene var på, for deretter å hjelpe dem videre i sin begrepsforståelse.

Referanser

Bravo, M. A., Cervetti, G. N., Hiebert, E. H. og Pearson, D. P. (2008). From Passive to Active Control of Science Vocabulary *The 56th yearbook of the National Reading Conference* (pp. 122-135). Chicago: National Reading Conference.

Haug, B. S. og Ødegaard, M. (2014). From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, 1-24. doi:10.1007/s11165-014-9402-5

Mork, S. og Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.

Vygotsky, L. (2001). *Tenkning og tale*. Oslo: Gyldendal akademisk.

Wellington, J. og Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Maidenhead: Open University Press.

Børstemark og slangestjerner

Hvorfor heter arter det de gjør, og hvordan kan vi huske hva de heter? I et undervisningsopplegg om bærekraftig naturmangfold får elevene bli kjent med arter på en ny måte.

Det første vi forteller om oss selv når vi møter nye mennesker er navnet vårt. En lærer i møte med en ny klasse gjør alt for å lære seg navnene på alle elevene sine så fort som mulig. De vi bare ser ofte, men ikke vet hva heter, er det lett å blande sammen, og det er vanskelig å få noe forhold til dem. Men lærer vi navnet, trer personen lettere fram fra massen. Dessuten er det praktisk når vi skal snakke om en elev til en annen lærer. Det er vanskelig å vite helt sikkert om vi snakker om samme person hvis vi ikke kan navnet.

Det samme skjer når vi møter andre organismer rundt oss – enten vi møter dem fysisk, ser dem på tv eller leser om dem. Går vi i skogen, kan vi se mange forskjellige organismer som det er lett å blande sammen. Men med en gang vi har lært oss noen navn – rød fluesopp, ask, bjørnemose, skjeggglav – trer disse artene fram foran de andre. Vi får et forhold til dem.

Latinske navn

For at biologer over hele verden skal kunne snakke sammen om samme organisme, er det utviklet et navnesystem på latin for alle organismer. Fordelen med at det er på latin, er at latin er et dødt språk som ikke utvikler seg forskjellig i forskjellige land. Det finnes mange regler når en organisme skal få navn for første gang. Det var Carl von Linné som fant opp denne geniale navnettingen. Latinske navn var i bruk før hans tid også, men han kom fram til et tonavnssystem, binomial nomenklatur, der hver art gis to navn: Først slektsnavnet, deretter artsnavnet. Dette kan virke veldig uskyldig, men et navn er ikke bare et navn! Linné plasserte i tillegg mennesket i samme orden som aper, og samme klasse som pattedyr. Dette vakte en del oppsikt og harme. Samtidig delte han menneskene inn i seks underarter der europeerne var øverst, noe

som ble brukt av europeiske kolonimakter til å rettferdiggjøre erobringer, undertrykking og slaveri.

Beskrivende og forvirrende navn

Navn vi har gitt til en organisme kan være veldig beskrivende for dyret, enten for atferden: vippestjert er en fugl som vipper mye med stjerten; eller for utseendet: ringhalelemur er en lemur med ringer på halen. Slike navn gjør både at vi husker dem bedre, og i tillegg får vi vite noe om dyret bare ved å få høre navnet.



Vippestjerten (linerla) vipper mye med stjerten, og ringhalelemuren er en lemur med svarte og hvite ringer på halen. Foto: pixabay.com



Foto: Ask Tusvik Lidshelm

Noen organismer har fått beskrivende, men upresise navn: Tusenbein har egentlig ikke tusen bein, men maks 750. Andre organismer har fått navn på grunn av misforståelser: Tidligere trodde man at spermhvalen hadde hodet fullt av sperm. Og ifølge gammel folketro kunne øyestikkere stikke ut øynene eller sy igjen øyeblikkene på sovende mennesker. Det er fremdeles mange som er redde for øyestikkere, bare på grunn av navnet.



Et tusenbein har maks 750 bein. Foto: pixabay.com



Spermhvalen har ikke hodet fullt av sperm, men en type fett som antagelig regulerer oppdrift ved dype dykk. Foto: Gabriel Barathieu, CC BY-SA 2.0

Nye norske navn

Noen norske dyrenavn har vært her lenge, og kommer fra det norrøne språket, som for eksempel hund, katt og hest, mens andre har blitt innført via gresk (elefant) og arabisk (sjiraff og gaselle). Og atter andre har ennå ikke fått noe navn i det hele tatt. Artsdatabanken jobber jevnlig med å gi organismer gode norske navn, men fremdeles er det mange navnløse igjen der ute.

Bærekraftig naturmangfold

Og så er det de små, rare dyrene som vi ikke ser så ofte, særlig de som bor under vann. Mange av dem har fått eventyrlige, ofte morsomme navn. Ta for eksempel krabben med det royale navnet kongekrabbe. Kongekrabben finnes naturlig i Stillehavet, men i Norge er den en svartelista art. Det vil si at den er en fremmed art (innført ved hjelp av mennesker) som er problematisk for norsk natur. Den forsyner seg nemlig grådig av stedegne dyr med navn som børstemark, slangestjerne, kråkebolle og haneskjell.

Da vi skulle lage undervisningsopplegg om bærekraftig naturmangfold sammen med Matematikksenteret, Artsdatabanken og Miljølære, ville vi la elevene tegne byttedyrene til kongekrabben bare ut fra navnene deres. De skulle lytte til navnet, gjerne si det høyt, og prøve å se for seg hvordan disse dyrene kunne se ut. Hvis de hadde sett noen av dem før, skulle de late som de ikke hadde det. I begynnelsen syntes de det var vanskelig. «Hvordan skal jeg tegne noe jeg aldri hadde sett?» «Jeg kan ikke tegne!» «Jeg vet ikke hvordan den ser ut!» Men ved å oppmuntre dem til å lytte til ordet kunne et bilde av dyret begynne å materialisere seg i fantasien.

Det å kunne visualisere, å se for seg noe man aldri har sett, er en evne som er viktig å trene opp i naturfag. Elevene skal hele tiden lære om ting de aldri kan se med det blotte øyet, som atomer, sorte hull og bakterier, og da må de kunne visualisere. Ofte kan de få hjelp av gode figurer og modeller. Men kan det være at hjernen blir litt «lat» hvis man bare blir presentert for figurer uten å først måtte prøve å se for seg hvordan noe ser ut eller fungerer? Som vi kan lese om på side 40, kan visualisering brukes i prosessen med å bygge forståelse og formidle det man har forstått videre til andre. Og i dette undervisningsopplegget har vi opplevd at visualisering også er til god hjelp som inngang til å lære nytt stoff og huske ny informasjon.

NATURFAGSPRÅKET



Børstemark



Haneskjell



Kråkebolle



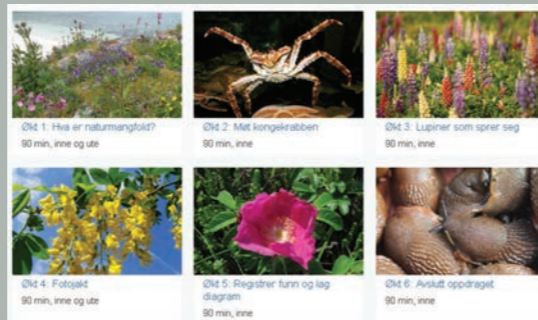
Slangestjerne



Artenes navn og egenskaper

Elevene lagde fantasifulle, flotte tegninger, og selv de som hadde sagt at de ikke kunne tegne før timen, ville ikke legge fra seg bly-anten igjen. Da de endelig fikk se hvordan organismene egentlig så ut, sto latteren i taket. «Se – slangestjernen er mer som en sjøstjerne med lange, tynne armer, mens jeg tegnet en slange med stjerner på!» «Se, haneskjellet er et skjell som ser ut som en hanekam! Hanekamskjell, kunne det hett!» Elevene var straks i gang med å trekke fram ulike kjennetegn og egenskaper ved organismene, og se på likheter og forskjeller.

På slutten av hele undervisningsopplegget fikk de se fotografiene av organismene igjen, og alle husket navnene. De hadde laget seg egne knagger å henge dem på i hjernen.



I undervisningsopplegget **Bærekraftig naturmangfold** får elevene brev fra en naturforvalter i kommunen med spørsmål om de kan hjelpe til med å samle inn informasjon om fremmede og svartelista 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.

Se naturfag.no/naturmangfold

Bildet på neste side: Øyestikkere tilhører ordenen Odonata. Odonata kommer av det greske ordet odontos, tann, på grunn av tennene i underkjeven (noe de fleste andre insekter også har). Foto: pixabay.com



Grunnleggende ferdigheter i geofag: lytte, visualisere, illustrere og formidle

I dette undervisningsopplegget kan elevene utvikle sitt eget fagspråk og samtidig få trening i å lytte.

I min første praksisperiode som lærerstudent hadde jeg fokus på grunnleggende ferdigheter, og spesielt muntlige ferdigheter. Jeg observerte at mye av muntligheten i klassen kom fra elevspørsmål og muntlige presentasjoner. Jeg la også merke til at ingen av disse muntlige situasjonene krevde at elevene faktisk lyttet til eller lærte av hverandre, samtidig som det ofte var uklart om elevene hadde forståelse for de faglige begrepene de benyttet.

Faget mitt er geofag og det var naturlig å se fagets egenart sammen med de ferdighetene som er nødvendige for å kunne jobbe med faget. En av de grunnleggende ferdighetene i dette faget er å kunne visualisere og illustrere. Geofag flytter seg både i rom og tid, derfor er det viktig å kunne lage visuelle modeller av fenomener og hendelser. Disse modellene i seg selv blir en form for formidling av faget. Derfor ønsket jeg å lage et opplegg som både kunne utvikle elevens språk og trene lytteferdighetene deres, samtidig som det introduserte elevene for visualisering og illustrasjon.

Den norske kontinentalsokkelens historie

Opplegget tok utgangspunkt i den geologiske utviklingen til den norske kontinentalsokkelen, altså når, hvor og hvordan de geologiske formasjonene som er viktig for petroleumssystemet, ble dannet. Kontinentalsokkelen kan deles i tre områder; Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Selv om dannelsesprosessene for de tre områdene er ganske like, ble områdene til i ulike tidsperioder, noe som er avgjørende for petroleumssystemet. Nordsjøen ble dannet først, mens Norskehavet og Barentshavet ble til senere.

Selv om dette opplegget tilsynelatende har lav terskel for deltagelse, synes mange elever det er vanskelig til å begynne med. De er ikke vant til å jobbe på denne måten, og er ofte redde for å gjøre noe «feil». Det er viktig å få elevene til å forstå at tegningene deres ikke er feil; de er personlige oppfatninger av det de har hørt. Hvis elevene har noen misoppfatninger, kommer de ikke så lett fram i tegningen. De høres heller i diskusjonene mellom elevene når de setter seg sammen i par.

Samarbeidslæring sørger for at elevene lytter til hverandre; den ene kan ikke komme videre uten den informasjonen den/de andre sitter på og deres evne til å videreformidle denne informasjonen. Gjennom dette opplegget får elevene vurdert sin egen forståelse og oppfatning av temaet gjennom diskusjon med sine medelever. Samtidig kan en lyttende og observerende lærer vurdere elevenes forståelse. Bortsett fra punktoppløsningen og innføring av tydelige rammer rundt opplegget skal diskusjonene være elevdrevet.

Hverdagsspråk

Ved å bruke sine egne tegninger kunne elevene forklare sin oppfatning av hendelsene. Språket elevene brukte for å forklare hendelsene og videreformidle dette til andre var veldig hverdagslig i motsetning til det fagspråket læreren brukte da hun leste opp punktene. Gode analogier og enkle forklaringer kom fram gjennom dette hverdagsspråket. Selv om det å bruke korrekte geofaglige begreper er viktig, er det også viktig å få forståelse for begrepenes mening. Denne forståelsen ble utviklet gjennom at elevene



Kort om opplegget

Dette opplegget ble gjennomført med to lærere. Elevene var fordelt på to gruppebord, A: Nordsjøen og B: Norskehavet og Barentshavet. Hver elev fikk en tegneramme for sitt område (se bildet til høyre). Lærer leste opp historien punkt for punkt, og elevene fikk tid til å tegne det de hørte og deretter visualiserte. Regler: Det var ikke lov å skrive ned ord, men tall var ok. Elevene fikk ikke lov å snakke sammen. Etter at alle hadde tegnet seg gjennom punktene, satte elevene seg i par rundt gruppebordet sitt. Nå skulle de diskutere hva de hadde tegnet og forsøke å fortelle historien til hverandre. De kunne også fylle ut tegningene sine hvis de syntes det var noe som manglet.

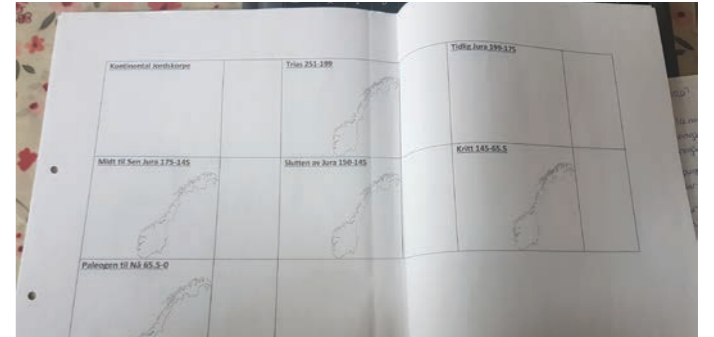
Parene rundt gruppebordene ble nummerert A1, A2, A3 osv. og B1, B2, B3 osv. Par A1 gikk sammen med B1 osv. og skulle nå fortelle hverandre historien til området «sitt» ved hjelp av tegningene sine. Etterpå gikk de tilbake til sin opprinnelige gruppe. Læreren hadde klippet opp teksten i punktene han/hun leste opp, og lagt dem i konvolutter. Hvert par fikk utdelt en konvolutt med punktene de akkurat hadde hørt fra den andre gruppa og skulle sortere punktene i riktig rekkefølge. Rekkefølgen skulle sjekkes og bekreftes av paret fra den andre gruppen. Punktene skulle så skrives ned på en tegneramme fra motsatt gruppe.

Elevene satt nå med to tegnerammer, en med sine egne tegninger for ett område og en med setninger for det andre. De som hadde ekstra tid, kunne fylle ut tekst og bilder der det manglet, for å ha et komplett bilde av den geologiske historien til den norske kontinentalsokkelen.

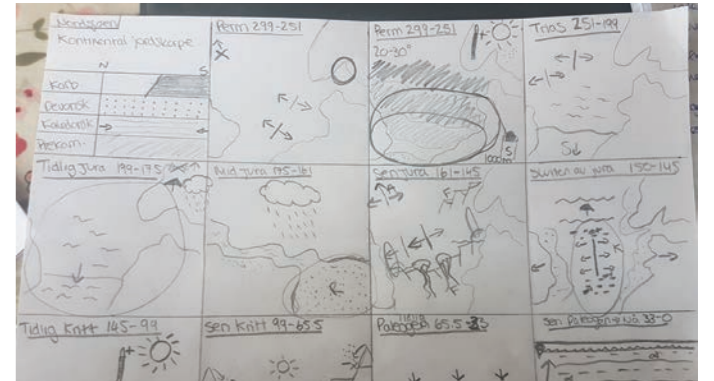
brukte hverdagsspråk når de forklarte hverandre hva de hadde hørt. Etter hvert som en forbindelse mellom hverdagsspråket og de geofaglige begrepene ble opprettet, ble det mer naturlig å bruke fagbegrepene.

Videreføring i geofag

En videreføring av dette opplegget er å begynne å introdusere elevene for geologiske tegn og symboler. Når elevene har en god forståelse for de geofaglige begrepene og symbolene som representerer dem, blir disse tegnene mer naturlig tatt i bruk. Det å kunne bruke geologiske tegn og symboler er en effektiv måte å formidle mye informasjon i en visuell modell. Dette er spesielt viktig i geofag der



Tegneramme for Norskehavet og Barentshavet.



Elevtegning om Nordsjøen.

mange av fenomenene, hendelsene og eksemplene vi møter i virkeligheten tar for seg tredimensjonale former som kan ha utviklet seg over tusenvis av år, og som i dag er lokalisert et helt annet sted på jorden enn da de begynte å utformes.

Anvendelighet

Det å kunne lytte til en historie læreren forteller, og lage et bilde av det for så å ha muligheten til å diskutere «hvorfor jeg tegnet det jeg tegnet» med en medelev, gir i seg selv mye læring og bygger forståelse for temaet og de faglige begrepene. Om det er fordøyelsessystemet og dets prosesser, en kjemisk reaksjon eller dannelsen av solsystemet vårt; alt kan visualiseres. Hver elev kan skape et bilde av det de har lært eller det de tenker når de hører ny informasjon. Å ha muligheten til å se dette bildet og, ikke minst, lytte til forklaringen omkring den enkeltes forestilling, hjelper oss som lærere å vite hva eleven har forstått og hvordan det kan arbeides videre med stoffet og fagbegrepene.

Utvikling av språkforståelse gjennom naturfag

Kan barn i barnehagen og elever i skolen lære språk når de arbeider med naturfaglige tema?
JA! ... men vi må legge til rette for det.

I det offentlige ordskiftet og blant forskere har det vært mye snakk om at barn må få støtte til å utvikle et godt språk før skolestart. Denne måten å snakke om språklæring på kan gi inntrykk av at språk er noe alle barn kan utvikle til et tilstrekkelig nivå før skolestart som et grunnlag for videre læring i skolen. Selv om førskolealderen er en svært viktig periode i barns språkutvikling, er det mye som tyder på at mange barn vil ha behov for gode språkstimulerende miljøer (eventuelt støttetiltak) både før og etter at de har begynt på skolen. Men hva er det egentlig som karakteriserer gode språkstimulerende miljøer? Svaret på dette spørsmålet avhenger selvsagt av barnas alder og individuelle egenskaper. Mens ettåringen har behov for at pedagogene følger hans eller hennes oppmerksomhetsfokus i samtalen, vil litt eldre barn ha behov for at den voksne utvider samtalen til å omhandle mer komplekse tema som strekker seg ut over her-og-nå-situasjonen. Barn trenger også å inviteres inn i samtaler som har en viss varighet og der nye ord introduseres i meningsfulle sammenhenger.

I et barnehageprosjekt i Nederland så forskere fra Universitetet i Utrecht på hvordan språklig læring kunne inkluderes i naturfaglige aktiviteter. Henrichs og hennes kollegaer (2011) observerte 30 barnehagelærere når de gjennomførte naturfaglige eksperimenter i små grupper med 5-åringer. Ett eksperiment handlet om lufttrykk, mens et annet eksperiment handlet om speil og refleksjon. Forskerne analyserte samtalen mellom de voksne og barna basert på videoopptak, og så på hvor mye av samtalen som ble brukt til for eksempel forutsigelser («Hva vil skje dersom ...?») og forklaring («Hvordan kan dette skje?»).

De analyserte også typen ord som ble brukt i gruppesamtalene. Resultatene viste at samtalen i gruppene i stor grad var her-og-nå-samtaler knyttet til det barna observerte («Hva ser du?»). Det var vanskelig for barnehagelærerne å støtte barna i å resonnerer rundt det de observerte, særlig hvis de var usikre på det faglige. Videre så det ut til at barna i svært liten grad ble eksponert for relevante naturfaglige ord i samtalen, som «eksperiment» og «effekt». Tendensen var at barnehagelærerne brukte ord som «luft», men ikke «lufttrykk». De brukte ordet «speil», men ikke «refleksjon». Henrichs og kollegaer konkluderte at den voksne må ha tilstrekkelige kunnskaper om temaet for at naturfaglige aktiviteter skal bidra til at barn eksponeres for et mer variert språk.

Utvikling av språk og kunnskaper skjer når barn blir invitert inn i samtaler der de får mulighet til å utforske, resonnerer og argumentere. I barnehagealderen kan boklesing være en slik situasjon der nye virkeligheter og fenomener blir utgangspunktet for utforskende samtaler mellom voksne og barn. Dette var tanken bak en ny norsk studie, «Språklæring og tekstforståelse i barnehagen»¹. I alt deltok 123 barnehageavdelinger og 464 tospråklige barn i alderen 3 til 5 år. I dette prosjektet ga vi barnehagelærerne nye bøker og et systematisk opplegg som de skulle arbeide med over ett barnehageår. I hver bok, stort sett uavhengig av sjanger, identifiserte vi tema og lavfrekvente ord som kunne være et utgangspunkt for utforskende samtaler mellom voksne og barn. Fordi det kan være vanskelig å komme opp med gode forklaringer og spørsmål spon-



Støttmateriell til bøker med forslag til barnevennlige forklaringer og spørsmål som den voksne kunne velge fra.

tant, laget vi et støttmateriell til bøkene med forslag til barnevennlige forklaringer og spørsmål som den voksne kunne velge fra. Vi foreslo også leketema der det var relevant. Noen av bøkene tok opp naturfaglige tema, slik som pingvinenes liv i Antarktis og elefantenes liv på savannen i Afrika. Når det gjelder naturfaglige tema, var noen av ordene mer fagspesifikke, som *værhår*, *patte-dyr* og *savanne*, mens andre ord var mer generelle lavfrekvente ord som *moden*, *utholdende* og *ingredienser*. Vi valgte altså ut ord som barn sjelden møter i hverdagssamtalene og som tospråklige barn dermed i mindre grad blir eksponert for på norsk. Både fagspesifikke og generelle, lavfrekvente ord er en del av det språkregisteret barn trenger for å forstå og formidle et kognitivt kompleks faglig innhold på skolen.

Resultatene knyttet til barnas språkutvikling og kunnskapstilegnelse fra denne studien er ennå ikke publisert, men jeg kan her dele noen erfaringer. For det første fortalte barnehagepersonalet at det å introdusere flere lavfrekvente ord for tospråklige barn var en litt ny måte å tenke på om språklæring i barnehagen. For det andre opplevde vi at det var viktig å tilby veiledning til hele personalet om hvordan de kunne integrere nye ord i kunnskapsbyggende samtaler. Det var særlig behov for å drøfte hvordan opp-

legget kunne tilpasses til ulike barn og deres forutsetninger. Sist, men ikke minst, fortalte barnehagelærerne at det var inspirerende å arbeide med språk på denne måten – spesielt når de opplevde at barna spontant tok i bruk de nye ordene. Barnehagene som deltok i studien utviklet i løpet av prosjektperioden en rekke metoder som bidro til at de nye ordene ble introdusert i ulike sammenhenger som lek, formingsaktiviteter og på tur.

I skolen vil mange fagspesifikke ord og begreper typisk bli forklart og definert som en del av undervisningen. De mer generelle lavfrekvente begrepene blir imidlertid sjelden tematisert, og dette regnes som en av grunnene til at så mange elever på mellomtrinnet og i ungdomsskolen opplever utfordringer i møte med et mer komplekst faglig innhold. Disse utfordringene var bakgrunnen for at forskere ved Harvard Graduate School of Education utviklet et pedagogisk opplegg med navn «Word Generation», for å støtte elevers tilegnelse av et mer utvidet språkregister. Opplegget tilbyr tekster og aktiviteter som tar utgangspunkt i engasjerende og diskuterbare dilemma. I tillegg blir det introdusert et sett med generelle lavfrekvente ord hver uke (for eksempel *distribuere*, *generere* og *kontrast*) som elevene skal lære seg å bruke som del av sin skriftlige og muntlige argumentasjon i fagene. En styrke ved

NATURFAGSPRÅKET



Boklesing er et godt utgangspunkt for utforskende samtaler mellom voksne og barn. Foto: colourbox.no

Word Generation-programmet er at det blir lagt vekt på kvaliteten på diskusjonene i klasserommet, og at de generelle lavfrekvente ordene tematiseres på tvers av skolefagene. I en større studie med 1554 elever ved 28 ulike ungdomsskoler, fant Lawrence og hans kollegaer (2015) at Word Generation-programmet hadde store effekter når det gjaldt kvaliteten på klasseromsdiskusjonene i alle fag, og særlig i matematikk og naturfag. Det var også en mindre effekt når det gjaldt elevenes læring av de lavfrekvente ordene som var en del av programmet. Det viste seg at kvaliteten på diskusjonene i klasserommet hadde betydning for om elevene faktisk lærte de lavfrekvente ordene.

Selv om studiene som er nevnt ovenfor er svært forskjellige, er fellesnevneren perspektivet om at språklæring bør skje innenfor rammen av utforskende og kunnskapsbyggende samtaler som tematiserer noe barna/elevene kan være opptatt av. I det norske prosjektet med tospråklige barn i barnehagen, fokuserte vi på å knytte de mer abstrakte ordene og temaene i bøkene til barnas erfaringer i samtaler og lek. I studien fra Nederland introduserte forskerne nye naturfageksperimenter som utgangspunkt for voksen-barn-samtalene, og i det pågående amerikanske Word Generation-programmet får ungdommene diskutere ulike tidsaktuelle dilemma som de kan relatere seg til.

Alle studiene fokuserte på behovet for å gi barn tilgang til ord og begreper som de ikke bare plukker opp av seg selv i hverdagen. For at barn og elever skal utvikle et ordforråd og en begrepsforståelse som ruster dem for skolefaglig læring, trenger de tilgang til et rikt og variert språk både i barnehagen og i klasserommet.

Tema og aktiviteter i naturfaget kan egne seg godt for å støtte barns og elevers språklige læring – og vise versa: Barn og elever kan trolig få en bedre forståelse for naturfaglige tema gjennom en økt støtte til å lære det språkregisteret som benyttes. Dette er kanskje ikke så nytt, men hva har det å si for dagens praksis? Det kan bety at det må mer planmessighet inn i språkarbeidet. Det kan også bety at undervisningen i større grad må ledsages av lærerledede utforskende samtaler i klasserommet.

Referanser

Grøver Aukrust, V. (2007). Young children acquiring second language vocabulary in preschool group-time: Does amount, diversity, and discourse complexity of teacher talk matter?. *Journal of Research in Childhood Education*, 22 (1), 17-37.

Henrichs, L.F., Leseman, P.P.M., Broekhof, K. og Cohen de Lara, H. (2011). Kindergarten talk about science and technology. The situation preceding a teacher-directed intervention. In M.J. de Vries, S. van Keulen, S. Peters & J. Walma van der Molen (Eds.), *Professional development for primary teachers in science and technology. The Dutch VTB-pro project in an international perspective* (pp. 217-227). Rotterdam: Sense Publishers.

Lawrence, J.F., Crosson, A.C., Paré-Blagoev, J. og Snow, C.E. (2015). Word Generation randomized trial: Discussion mediates the impact of program treatment on academic word learning. *American Educational Research Journal*, 52 (4), 750-786.

Rydland, V., Grøver, V. og Lawrence, J. (2014). The second-language vocabulary trajectories of Turkish immigrant children in Norway from ages five to ten: the role of preschool talk exposure, maternal education, and co-ethnic concentration in the neighborhood. *Journal of Child Language*, 41(2), 352-381.

Note

¹Prosjektet «Språklæring og tekstforståelse i barnehagen» (2013-2017) er en randomisert kontrollert intervensjonsstudie finansiert av Norges forskningsråd. Prosjektet ledes av professor Vibeke Grøver i samarbeid med professor Veslemøy Rydland (begge ansatt ved Institutt for pedagogikk, UiO), og er utviklet med god hjelp fra barnehagesektoren i de deltakende kommunene og Deichmanske bibliotek.



Utforskende samtaler i barnehagen

Gjennom utforskende samtaler utvikler vi våre ideer om verden rundt oss. Ved å snakke med andre om våre ideer og se hvordan andre responderer, danner vi oss en forståelse av omgivelsene.

Utforskende samtaler oppstår når barn og voksne er i en situasjon som oppleves som meningsfylt for alle parter. Samtalen dreier seg om en gjenstand eller en aktivitet som inviterer til samtaler.

Forutsetninger for utforskende samtale

En god samtalepartner vil være i stand til å lytte. I boka *Den gode samtalen* skriver Svare (2006) om det å lytte:

Hvis ingen lyttet, ville ingen tale. Når vi tar ordet og ytrer oss, er det vi sier alltid rettet mot noen. Det er noen som skal høre hva vi sier. Fra tid til annen kan det være oss selv vi snakker til, men som oftest er det noen andre. Ordene sendes ut for at noen skal ta imot dem. Noen skal ønske dem velkommen.

Hvis vi opplever at våre bidrag til samtalen ikke blir ønsket velkommen, er det lett å miste motivasjonen til deltakelse. Åberg og Taguchi (2010) understreker viktigheten av å bruke «hørestyrke». Med det begrepet mener de å være svært nøye med å forsøke å forstå barnas tanker og bygge på disse i det pedagogiske arbeidet. I en utforskende samtale kan den voksne bruke hørestyrke for å fange opp hvilken retning den utforskende samtalen kan gå.

Åpne og lukkede spørsmål

Mange lærere har i for stor grad vært konsentrert om spørsmål som har ett riktig svar og i mindre grad vært opptatt av undring og kreative svar.

En del klasseromsamtaler har et karakteristisk mønster som repeterer seg, det kalles ofte IRE-samtalemønster. Samtalen er satt sammen av lærerens spørsmål (Initiativ), som følges av elev-

ens svar (Respons) og avsluttes med lærerens evaluering av elevens respons (Evaluering). For eksempel: læreren spør: «Hvilket tre er dette?» (I), hvorpå en elev responderer ved å svare: «Det er gran» (R). Læreren avslutter med å evaluere elevens svar: «Nettopp, det er en gran» (E). Lærerens spørsmål er et initiativ som krever en respons. Det kan være vanskelig ikke å respondere på et spørsmål, derfor regnes spørsmål som et sterkt initiativ. Her er det læreren som styrer samtalen med sine spørsmål. Elevene responderer på lærerens spørsmål: «Det er gran.» Svaret fører ikke med seg noe nytt utover det som læreren ba om, og er derfor en minimal respons. Det er ikke mye å ta tak i for læreren for å bringe samtalen videre, bortsett fra en evaluering og eventuelt en ny omgang med IRE. I slike samtaler stiller læreren spørsmål som han eller hun allerede vet svaret på, dette kalles lukkede spørsmål.

Hvis du derimot vil spørre etter barnas tanker, erfaringer og ideer, kan du bruke åpne spørsmål. Åpne spørsmål kjennetegnes ved at de er spørsmål hvor den som spør ikke har forhåndsbestemt hva som er et korrekt svar. Et eksempel på åpne spørsmål er «Hvorfor er det slik, tror du?» Det er bedre å spørre om hva barnet tror eller tenker framfor å spørre om hva svaret på det naturfaglige fenomenet er. Når du kjenner til barnets tanker, kan du lettere vite hvordan du kan gå videre i det pedagogiske arbeidet. Du kan be barnet om å tegne ned ideer eller tanker. Dette kan være nyttig dokumentasjon for både deg og barnet, og et godt utgangspunkt for videre samtale.

Forslag til åpne spørsmål:

- Hva er dette, tror du?
- Hva skjer hvis ...?



- Kan du si litt mer om ...?
- Noen har sagt at ..., tror du det stemmer?
- Kan du tenke deg andre måter å løse dette på?

Elfstrøm og kollegaer beskriver det de kaller produktive spørsmål. De kommer med eksempler på spørsmål som inviterer barna til utforskning:

- Hva skjer hvis vi ...?
- Hvordan kan vi finne ut om ...?
- Hvordan tror du vi kan undersøke dette?

De kommer også med eksempler på spørsmål som inviterer barna til å observere nøye:

- Kan du se ...?
- Hvordan lukter det?
- Hvordan kjennes det ut?
- Hva synes du det ligner på?
- Hva er forskjellen på alle disse ...?
- Kan du huske at vi har opplevd noe liknende før?

Utforskende samspill og lek hører hjemme i barnehagen, også innen naturfag. Dette understrekes i den nye rammeplanen for barnehagen hvor det heter: Personalet skal gi barna tid og anledning til å stille spørsmål, reflektere og lage egne forklaringer på problemstillinger, og til å delta i samtaler om det de har erfart og opplevd. Dette er like viktig for skolen, noe som gjenspeiles blant annet i beskrivelsen av muntlige ferdigheter. Muntlige ferdigheter i naturfag går fra å kunne lytte og samtale om opplevelser og observasjoner til å kunne presentere og diskutere stadig mer komplekse emner. Så det viktige arbeidet som starter i barnehagen må videreføres opp gjennom skoleløpet.



Når barnet tegner, kan du få innblikk i ideene og tankene til barnet. Foto: colourbox.no

Referanser

Elfstrøm, Nilsson, Sterner og Wehner-Godee (2016). *Barn og naturvitenskap. Oppdage, utforske og lære i barnehage og skole*. Oslo: Cappelen Damm

Munkebye, E. (2014). *Utforskende samtale for læring*. I: Fiskum, T. & Husby, J. A. (red.). *Uteskoledidaktikk: ta fagene med ut*. Kristiansand: Cappelen Damm Akademisk. s. 44–58.

Svare, H. (2006). *Den gode samtalen: kunsten å skape dialog*. Oslo: Pax.

Åberg og Taguchi. (2010) *Lyttende pedagogikk – etikk og demokrati i pedagogisk arbeid*. Oslo: Universitetsforlaget.

Den gode, vedvarende samtalen

De siste ti årene har samspillet mellom barn og voksne i barnehagen vært et stort forskningsfelt. Det forskes mye på samtalen mellom barn og barnehagelærer internasjonalt, og den nye kunnskapen om mekanismene som gjør seg gjeldende, er nyttig i møtet med barna når de undrer seg på verden rundt seg. Hva kjennetegner den gode samtalen mellom barn og voksne i barnehagen?

Ola (5 år) setter seg på kne ned mot stubben i skogen og pirker i stubben med en pinne. Et spontant og ivrig «Oi, oi, oi! Kom hit! Se her!!» runger gjennom skogen og påkaller oppmerksomheten til både dyr og mennesker. Både de ansatte og ungene stimler til og tar del i undringen over smellerlarven som bukter seg i Ola sin hånd.

Teksten over er ikke helt ukjent i hverdagen i en barnehage. Barna er ivrige i sin undersøkelse av omgivelsene. Utropene «Se her!» og «Kom hit!» er velkjente og defineres av Fischer og Madsen (2002) som et kjennetegn på opplevelsfasen, en av de tre oppmerksomhetsfasene. I opplevelsfasen vier barna sin oppmerksomhet til omgivelsene og påkaller oppmerksomhet hvis de finner noe interessant. Når de setter seg ned, går de inn i undersøkelsesfasen, hvor de undersøker det de finner og ofte beskriver og kommer med sine egne tanker og betraktninger. I disse to første fasene er barna ofte oppslukt i det de ser og undersøker. Fischer og Madsen mener at barna i disse to fasene ikke nødvendigvis er veldig opptatt av faktakunnskap fra de voksne, men mer om å undre seg der og da. Etter hvert melder behovet for å vite mer, og barna begynner å stille en del spørsmål. Barna går da inn i refleksjonsfasen – fasen hvor muligheten for den gode samtalen ligger og venter på å bli tatt tak i av personalet.

Sustained shared thinking ble lansert som begrep etter et stort forskningsprosjekt (Effective Provision of Pre-school Education (EPPE)) i Storbritannia og kan oversettes med den gode, vedvarende samtalen.



Kjennetegn på en slik samtale kan være følgende:

- To eller flere personer jobber sammen intellektuelt om å løse et problem, avklare et begrep eller evaluere en aktivitet. Alle må delta i tankearbeidet og det må utvikle og utvide forståelsen til alle deltagerne. Det er en vedvarende, felles tenkning som involverer barn og voksne, der de diskuterer og tenker på problemer eller utfordringer på en seriøs og utviklende måte.
- Barn kan undersøke og løse problemer med hverandre og med støttende voksne. Dette gjør tenkning og læring dypere, rikere og mer kompleks og skjer når voksne tar seg tid til å involvere seg i barnas læring på en samarbeidende måte, ved å bidra til å forlenge, støtte og veilede barnas tenkning snarere enn å gi umiddelbare svar på barnas spørsmål. Ved å engasjere seg sammen i vedvarende, felles tenkning er læring utfordrende og givende for både barn og voksne.

Nøkkelen til å komme inn i denne type samtale ligger i å lytte etter barns spørsmål. Ofte kan vi høre at barnas spørsmål gjør en dreining fra å være konkrete og ha et stort fokus på den aktuelle situasjonen, til å bli mer prosessorienterte og åpne. Det krever en del tankevirksomhet for et barn å gå fra «den er hard å ta på», «den har seks bein» og «det er mamma'n og det er pappa'n», til «kan fugler spise denne?» og «hvorfor lever den i stubben?». Noen ganger kommer de prosessorienterte spørsmålene der og da, og andre ganger kan spørsmålet komme når barna er tilbake i barnehagen. I disse situasjonene kan konkrete svar stoppe en viktig prosess i å bygge forståelse hos barnet, mens et svar med åpne spørsmål kan være med på å starte en god samtale med høy grad av refleksjon.

Videre kan samtaler som støtter «sustained share thinking» involvere følgende:

- Genuin, åpen fram og tilbake-samtale og utforskning.
- Kreativ problemløsning i samarbeid.
- Barn får utdype, oppsummere og gå gjennom ideer.
- Barn får komme med forslag og å undre seg.
- Støtte av barnas forståelse av hva som blir diskutert.
- Oppsummering og refleksjon.

En bevissthet rundt hvilken oppmerksomhetsfase barnet befinner seg i og rundt barns spørsmål, er nyttig i søken etter muligheter for en god samtale. Det er ikke alltid lett å ta tak i situasjonene, for de er forskjellige fra gang til gang og situasjonene arter seg forskjellig fra barn til barn. Å være åpen, lyttende, medundrende og interessert vil danne et viktig grunnlag for samtalen. Det kan være en lengre samtale hvor barnet og den voksne er i en slags flytsone. Det kan også være en kort samtale som leder til undersøkelse. Her er en liten praksisfortelling om det sistnevnte:

Jeg sitter i barnehagens uteområde og ser på barna. Så kommer det en gutt fra en annen avdeling bort til meg. Vi sier hei og så setter han seg ned ved siden av meg. Det blir en stillhet mellom oss, og med Forskerfrøkonferansen 2011 friskt i minne, tenker jeg at nå skal jeg ikke si noe mer, men vente og høre hva han har å si. Det er stille en lang stund, men så sier han:

Gutt: Hva er det inni stein?

Jeg: Mm, hva tror du?

Gutt: Blader ... eller kvister kanskje,

Jeg: Skal vi prøve å finne det ut?

Gutt: Hvordan da?

Jeg: Knuse noen?

Så går vi for å finne steiner og et egnet sted. Vi finner en stor arbeidsstein, noen små steiner, og en belegningsstein til å knuse med. Vi setter i gang og jeg blir selv overrasket over hvor lett det er å knuse stein. Vi knuser, ser på fargeforskjeller, kjenner på skarpe kanter osv. Vi snakker om det vi ser. Ikke alle steiner er like lette å knuse. Belegningssteinen er rød og går i stykker den også. Et annet barn blir også engasjert i knusingen. Barna finner en melkekartong til å ha de knuste steinene i. Etter å ha knust stein i en halv time spør jeg flere ganger innimellom i samtalen vår: Hva er det inni stein? Men jeg får ikke noe svar. Det er som om han ikke hører at jeg spør. Så glir arbeidet over i andre rutiner og det blir ikke mer knusing.

Dager etter ser jeg gutten og spør:

Jeg: Husker du hva vi gjorde i går?

Gutt: Ja, knuste stein

Jeg: Hva er det inni stein da?

Så får jeg et lite stønn og et litt oppgitt svar: Åh, det er bare stein inni stein!

Å ta barns spørsmål på alvor og bruke dette til både samtale og undersøkelse gir masse læring, ikke bare for barnet som spør, men også de andre barna og voksne. Det krever en bevisst pedagog som tar seg tid til å lytte.

Referanser

Fischer, Ulla og Leich Madsen, Bent (2002). *Se her! Om barns oppmerksomhet og førskolelærerens rolle*. Pedagogisk forum

Sylva, K., I. Siraj-Blatchford, B. Taggart, P. Sammons, K. Elliot, and E. Melhuish. 2004. *The Effective Provision of Preschool Education (EPPE) Project Technical Paper 12-The Final Report: Effective Preschool Education*. London: DfES and Institute of Education, University of London.

The National Quality Standard Professional Learning Program funded by the Australian Government Department of Education, Employment and Workplace Relations.



Hva er det inni stein? Foto: colourbox.no



Kvantesnakk: Korleis kan diskusjonar i smågrupper støtte elevar si læring?

Å stille spørsmål er viktig i naturfaga. I kvantefysikk er bordet dekket med spørsmål – og nokre av dei finns det ikkje enkle fasitsvar på: Kan lys vera både bølge og partikkel? Kan ein katt eigentleg vera både død og levande?

I Viten-programmet «Kvantefysikk» får elevane diskutere spørsmål frå fysikken som det ikkje alltid finns enkle fasitsvar på. Programmet er laga for fysikk 2 og utvikla i ReleKvant-prosjektet, som i tillegg forskar på elevares læring og motivasjon i arbeidet med ressursane. Til dømes undersøker vi på kva måtar diskusjonar i smågrupper er produktive i å utdjupe og utvide forståinga elevane har av fundamentale prinsipp i kvantefysikken.



Elevare som diskuterer. Foto: Elisabeth Villanger-Larsen

Kvantefysikk: Spanande og utfordrande

Mange elevar tykkjer at kvantefysikk er spanande. Samstundes er det utfordrande å få tak på, fordi delar av kvantefysikken bryt fullstendig med det vi erfarer i kvardagen og det elevane har lært i klassisk fysikk. Læreplanen for fysikk 2 seier at temaet skal handsamast kvalitativt og at det skal ta opp filosofiske aspekt der det kanskje ikkje finst rette «fasitsvar». Dette gjer det ekstra krevjande for lærarane, som ikkje kan aktivisere elevane med rekneoppgåver eller laboratorieforsøk i same grad som i andre tema i fysikk. I utviklinga av eit Viten-program om kvantefysikk har vi difor lagt vekt på at elevane skal bruke språket i skriftlege og munnlege oppgåver, og få innblikk i filosofiske dilemma skapt av kvantefysikken.

Kvantefysiske diskusjonsoppgåver

Viten-programmet «Kvantefysikk» har fleire diskusjonsoppgåver for elevane. Her tek vi for oss to av desse oppgåvene, og presen-

terer resultat frå forskinga vår der vi har undersøkt smågruppediskusjonar blant elevane medan dei arbeider med oppgåvene. Vi spør oss:

- Kva typar snakk finn vi i diskusjonane til elevane?
- I kva grad er samtalaner produktive slik at elevane si forståing blir utvikla undervegs?
- Kva skjer i dei produktive samtalaner?

Før vi svarar på spørsmåla, vil vi presentere dei to diskusjonsoppgåvene datamaterialet er henta frå.

Den første oppgåva handlar om den såkalla bølge/partikkel-dualismen for lys. Den inneber at lys kan oppføre seg både som bølger og partiklar, og viser ulike eigenskapar i ulike eksperiment. Fysikarar brukar framleis både ein partikkelmodell og ein bølgemodell for å handsame lys, difor kallast det dualisme. I ei utprøving av læringsressursane tidlegare, fann vi at mange elevar kan fortelje at lys har både bølge- og partikkeleigenskapar. Men dei verka lite medvetne om at desse to modellane strir mot kvarandre på fleire måtar. Til dømes ser fysikken på lyspartiklar – foton – som punkt-partiklar utan utstrekning. Ei bølge, derimot, har ei bøljelengde og er difor per definisjon utstrekt. Elevane kunne til dømes seie at «Lys er partiklar hvor bøljelengden bestemmer fargen på lyset.»¹

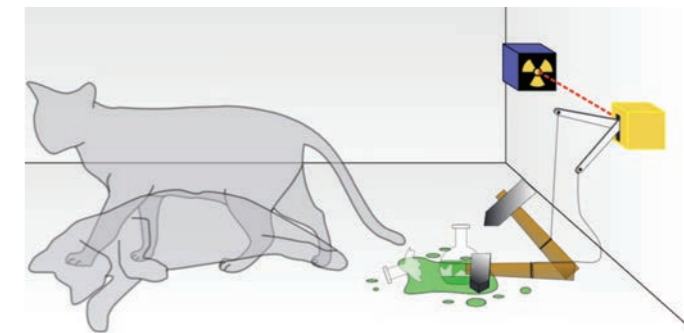
For å få elevane til å reflektere over dette dilemmaet laga vi ei oppgåve der dei skal diskutere om det er mogleg å tenkje seg at lys er både bølge og partikkel. Før dei møter oppgåva, får elevane sjå videoklipp der to fysikarar ved Universitetet i Oslo omtalar lys på ulike måtar, den eine som bølger og den andre som partiklar. Dei får òg lesa nøkkelsetningar knytt til omgrepa *bølge* og *partikkel* (sjå bildet under).

Både bølge og partikkel?

I filmen så du at Are og Arnt Inge er uenige om ein partikkel kan ha en bølgelengde eller ikke.



Nøkkelsetningar og introduksjon til diskusjonsoppgåve om lys: «Går det an å tenkje seg at lys er både bølge og partikkel?»



Schrödingers katt i ein boks i lag med ein giftampulle og den radioaktive kjelda som kan løyse ut giftampullen. Illustrasjon: Dhatfield, CC-BY-SA

Den andre diskusjonsoppgåva handlar om «Schrödingers katt». I dette kjende tankeeksperimentet er ein katt stengt inne i ein boks i lag med ein giftampulle. Giftampullen vil bli løyst ut dersom ein atomkjerne i ei radioaktiv kjelde desintegrerer (blir spontant om-danna og sender ut stråling), sjå bildet over.

I følge kvantefysikken kan atomkjernen seiast å vera i ein såkalla superposisjon, ein kombinert tilstand, av å vera desintegrert og ikkje desintegrert. Vil det seie at katten òg er både død og levande? Elevane får ein kort introduksjon til innhaldet i tankeeksperimentet og korleis det kan knytast til ulike tolkingar av kvantefysikken som finns blant fysikarar. Etter det skal dei diskutere om vi verkeleg kan seie at katten er både død og levande før vi opnar boksen.

Ulike typar snakk i elevdiskusjonar

Vi har analysert 96 diskusjonar frå sju fysikk-klassar ved ulike skular i Oslo-området, med godkjenning frå elevar og lærarar. Vi fann fire ulike hovudtypar av snakk i diskusjonane.

1. Samtalar der elevane kjem med uavhengige utsegner.
2. Samtalar der elevane stadfestar kvarandre.
3. Samtalar der elevane formulerer ein felles argumentasjon ved å bygge på kvarandre sine utsegner.
4. Utforskande samtalar, der elevane stiller spørsmål ved kvarandre sine utsegner.

Kategoriane 1 og 2 er samtalar der elevane tilsynelatande prøvar å formulere rett svar på spørsmåla. Det kan sjølvstakt vera nyttig for at elevane skal få aktivisere og sette ord på kunnskapen sin, men

SAMTALE

det driv ikkje forståinga deira vidare. Diskusjonane i kategori 3 og 4 har derimot større potensial for å utvikle og nyansere elevane si forståing. Difor har vi kalla desse typane diskusjonar for *produktive diskusjonar*. Til saman utgjer desse 70 % av elevdiskusjonane i materialet vårt.

Kva skjer i dei produktive elevdiskusjonane?

På kva måtar er diskusjonane produktive? Korleis kan dei støtte læringa til elevane? Når vi ser på kva som går føre seg i dei produktive diskusjonane, finn vi at dei let elevane sette ord på det som er vanskeleg, utvikle nye spørsmål og få djupare forståing gjennom utveksling av idear. Eit døme på at elevar set ord på det som er vanskeleg, finn vi i dette elevsitatet frå ein diskusjon om Schrödingers katt:

Det at vi ikke vet noe betyr ikke at det er sånn og sånn ... At det er sånn da. Det at vi ikke skjønner... nei. Jeg klarer ikke ordlegge meg. Men det at vi ikke vet om katten er levende eller død betyr ikke at den er begge deler.

Eleven seier at ho ikkje klarar å ordlegge seg, men like etterpå gjer ho nettopp det. Ho formulerer ganske presist forskjellen på to tolkingar av kva superposisjon inneber i kvantefysikk, nemleg om det handlar om at eit system *er* i to ulike tilstandar samtidig, eller om det er snakk om eit *sannsyn* for å finne systemet i den eine eller andre tilstanden *dersom* vi gjer ei måling.

Her er nokre døme på nye spørsmål som oppsto undervegs i elevdiskusjonane:

- Betyr bølge/partikkel-dualismen at lys er bølgjer og partiklar *samtidig*? Eller betyr det at det kan forandre seg frå det eine til det andre?
- Viss det er slik at foton kan sjåast på som partiklar berre bølglengda blir kort nok, gjeld dette òg for lydølger? Kan vi dermed ha «lydpartiklar» når lyden har kort bølglengd?
- Handlar superposisjon om at vi ikkje *veit* kva tilstand noko er i? Eller *er* det faktisk i fleire tilstandar – eller ingen?
- Er tankeeksperimentet med Schrödingers katt avhengig av kven som er observatør? Kva når det er fleire observatørar? Kan katten sjølv vera observatør?

Dette er relevante fysikkspørsmål som kan vera interessante å ta opp med heile klassen.

Boksane på neste side viser utdrag frå utforskande diskusjonar om Schrödingers katt, og dei demonstrerer korleis elevane kan utvikle forståinga si gjennom å utveksle synspunkt. I begge døma er elevane innom spørsmål som er relevante for korleis fysikarar har ulike tolkingar av kvantefysikk.

I diskusjon 1 snakkar elevane om superposisjon. Den eine eleven uttrykkjer at det at katten er i superposisjon betyr berre at vi ikkje veit om den er død eller levande. Det får medeleven til å innvende at det kan då vera to personar til stades, der den eine opnar boksen medan den andre ikkje ser. Kan vi da likevel seie at vi har ein superposisjon? Det vil seie, er omgrepet superposisjon knytt til observatøren? Dei konkluderer med at dette då ikkje betyr noko for katten sjølv, som representerer den faktiske røynda. Det finst fleire elevdiskusjonar der elevane er inne på om katten sjølv kan vera observatør. Ideane elevane uttrykkjer her kan relaterast til diskusjonen mellom Niels Bohr og Albert Einstein om korleis superposisjon i kvantefysikken eigentleg skulle tolkast.

I diskusjon 2 tek elevane utgangspunkt i at det gjeld andre «reglar» i kvantefysikk enn i klassisk fysikk. For atomkjernen, som er eit kvantefysisk system, er det mogleg å vera i superposisjon av tilstandane «desintegrert» og «ikkje desintegrert». Men det kan ikkje gjelde for ein heil katt, som er eit makroskopisk system, den må enten vera død eller levande, meiner den eine eleven. Men da den andre bryt ut «*Men de henger jo sammen!*» har eleven fanga sjølve poenget Schrödinger ville få fram med tankeeksperimentet. Ideen om at kvantesystem kan vera i superposisjon har absurde konsekvensar, meinte Schrödinger. Difor tenkte han seg eit oppsett der eit kvantesystem heng saman med eit makroskopisk system (ein katt). Dei heng i hop gjennom at atomkjernen kan drepe katten ved å sleppe fri gift frå ein ampulle når atomkjernen desintegrerer. Viss atomkjernen er i ein kombinert tilstand av desintegrert og ikkje desintegrert, vil katten òg måtte vera i ein kombinert tilstand av død og levande. Men sluttkommentaren i diskusjon 2 viser at eleven ikkje godtek dette heilt, i tråd med Schrödinger sitt argument. Her har vi eit godt døme på korleis argumentasjon i naturvitskap kan innehalde bruk av tankeeksperimentet betre viss dei blir medvetne korleis det vart formulert som del av ein vitskapleg argumentasjon. Dette er noko læraren gjerne kan trekkje inn i undervisninga.

SAMTALE

Diskusjon 1

Elev 1, refererer oppgåva: «Hva tenker dere om Schrödingers katt, er katten både død og levende før vi åpner boksen?»

Elev 2: Ja, jeg tenker egentlig at den er både død og levende inntil vi ser om den er død eller levende, ikke sant.

Elev 3: Men hvis det er to personer, og en person åpner boksen og ser, og hvis den andre ikke vet, så er den jo død og levende. For han har den jo sannsynlighet for å være død og sannsynlighet for å være levende. Så er den da både superposisjonert og bestemt?

Elev 1: Hvis den er observert av en person så er den vel ikke i superposisjon?

Elev 3: Men for han andre så er det jo fortsatt sannsynlighet for at den er død eller levende.

Elev 1: Jammen, det endrer ikke på ...

Elev 3: ... katten ...

Elev 1: Ikke på katten, nei!

Læreren må til!

Frå resultatata våre konkluderer vi at elevdiskusjonane kan bidra til å utvikle og nyansere forståinga til elevane i kvantefysikk. Vi ser at det kjem opp mange spørsmål og dilemma som blir skapt i sjølve diskusjonane, dei er altså ikkje noko elevane har tenkt på på førehand. Det dukkar opp mange interessante moment i diskusjonane, men elevane ser ikkje alltid sjølve kva desse inneber. Læreplanen i fysikk 2 legg opp til at elevane skal ta del i filosofiske funderingar i kvantefysikk. Resultata våre tyder på at mange gjer nettopp det, men læringsutbyttet av diskusjonane blir sannsynlegvis mykje større viss læraren hjelper elevane med å gjera dette eksplisitt. Til dømes vil dei fleste trenge hjelp til å relatere funderingane sine til kva slags tolkingar fysikarar har gjort og framleis gjer av kvantefysikk, og korleis fysikarane argumenterer for sitt syn.

Det er umogleg for ein lærar å følgje opp mange grupper samstundes i klasserommet – læraren kan vel ikkje vera i superposisjon? Resultata våre viser òg at ikkje alle grupper har produktive diskusjonar. Det er difor viktig at læraren har felles oppsummeringar i klassen for å sikre godt læringsutbytte for elevane. Som hjelp til dette har Viten-programmet lagt inn tydelege punkt med merkelappen «*Oppsummering i plenum*», på plassar vi har erfart at det er naudsynt med eit bidrag frå læraren. I ReleKvant-prosjektet undersøker vi òg kva slags idear, spørsmål og synspunkt elevar

Naturfag 2/17

Diskusjon 2

Elev 1: Er katten både død og levende før vi åpner boksen?

Elev 2: Jeg tror at ... det kan ikke være som i klassisk mekanikk, ikke sant.

Elev 1: Nei.

Elev 2: På en måte sånn at kanskje litt av giften har blitt sluppet ut eller et eller annet. Den kan ikke være både, altså katten kan ikke være både død og levende, men kjernen, atomkjernen kan være både, hva var det det het ... desintegrert og ikke desintegrert, tror jeg.

Elev 1: Eh ... ja.

Elev 2: Men katten kan ikke være begge deler.

Elev 1: Men, de henger jo sammen!

Elev 2: Ja.

Elev 1: Når den desintegrerer så dør katten. Men jeg tror at sånn i den virkelige verden så er den én av delene.

typisk kan komme opp med i diskusjonane. Desse kan vera til hjelp for læraren i oppsummeringane. Vi vil difor gjera slike typiske moment tilgjengeleg i lærarrettleiinga,² og håpar lærarane kan bruke dei til å løfte fram interessante poeng frå diskusjonane og drive elevane si forståing vidare. Poenget er ikkje å kome heilt til botns og forstå kvantefysikken fullt ut – kven gjer vel det? I staden skal Viten-programmet hjelpe elevar med å forstå korleis kvantefysikk er annleis enn klassisk fysikk, og korleis både elevar, lærarar, fysikarar og forskarar kan ta del i filosofiske funderingar om kvantefysikken og naturen den handlar om.

Les meir om forskingsresultat frå ReleKvant-prosjektet: www.mn.uio.no/fysikk/forskning/prosjekter/relevant/publikasjoner

Læringsressursane om kvantefysikk frå ReleKvant-prosjektet finn du på viten.no.

Notar

¹ Sitata er attgjevne på bokmål for å vera mest mogleg tru mot transkripsjonen av talen til elevar frå Oslo-området.

² www.naturfag.no/moderne-fysikk

Tekst: Eldri Scheie og Majken Korsager
Eldri Scheie og Majken Korsager er førsteamanuenser ved Naturfagsenteret.

SAMTALE

Innføring i bærekraftig utvikling gjennom felles lesing og samtaler

Felles lesing med «bærekraftige briller» og samtaler om teksten kan bidra til at elevene får en begynnerforståelse av begrepet bærekraftig utvikling.

Gjennom felles lesing og samtaler knyttet til teksten, kan vi gi elevene et felles utgangspunkt for å delta i en samtale om bærekraftige tema som kan være både sammensatte og verdilada uten at de selv trenger å ta egne standpunkt.

I denne aktiviteten ledes elevene stegvis gjennom innholdet i teksten ved både å observere, reflektere, telle, lese og samtale. Aktiviteten gir samtidig læreren mulighet til å introdusere begrepet *bærekraftig utvikling* gjennom et konkret tema.

Her modellerer vi aktiviteten med en tegneserie om ulv. I andre tekster kan ulven for eksempel byttes ut med gummikuler på fotballbanen, svartelista arter eller vindmøller på Fornebu. For å jobbe med både observasjon, refleksjon, lesing og samtale brukes metoden tenk-par-del som foregår slik: **Tenk:** Elevene er stille og tenker individuelt i ca. 30 sekunder. **Par:** Elevene deler sine tanker med sidemannen i ca. 2–4 minutter. **Del:** Noen av elevene deler sine tanker i plenum i ca. 2–5 minutter. Læreren spør «Hva snakket dere om?» slik at elevene ikke skal bli opptatt av å komme med riktig eller feil svar.

Del ut tegneserien med baksiden opp til hver elev. Be elevene snu arket og se på bildene i 10 sekunder før de snur arket tilbake.

Leseopdrag 1

Spør elevene om hvilke dyr de så på bildene.

Tenk: Spør elevene hva de tror tegneserien handler om.

[54] Naturfag 2/17



Par: Be elevene fortelle hverandre to og to hva de tror tegneserien handler om.

Del: Be elevene dele tankene sine i plenum.

Leseopdrag 2

Be elevene se på tegneserien igjen.

Tenk: Be elevene finne og sette ring rundt alle tall og mengder i teksten. Spør hva disse tallene handler om.

Par: Be elevene diskutere to og to hva tallene/mengdene forteller.

Leseopdrag 3

Tenk: Be elevene lese teksten og finne to eller tre argumenter for hvorfor ulvene bør skytes.

Par: Be elevene to og to sammenlikne argumentene sine.

Del: Be elevene dele argumentene sine i plenum.

La argumentene ligge litt og forklar begrepet *bærekraftig utvikling*: For at en utvikling skal være bærekraftig, må det alltid tas hensyn til tre perspektiver; sosiale forhold, økonomi og miljø. De tre perspektivene reflekterer behovet for å balansere økonomisk og sosial vekst med hensyn til miljøet.

Tips

Se gjerne filmen *Hva er bærekraftig utvikling?*
www.fn.no/Tema/Fattigdom/Baerekraftig-utvikling

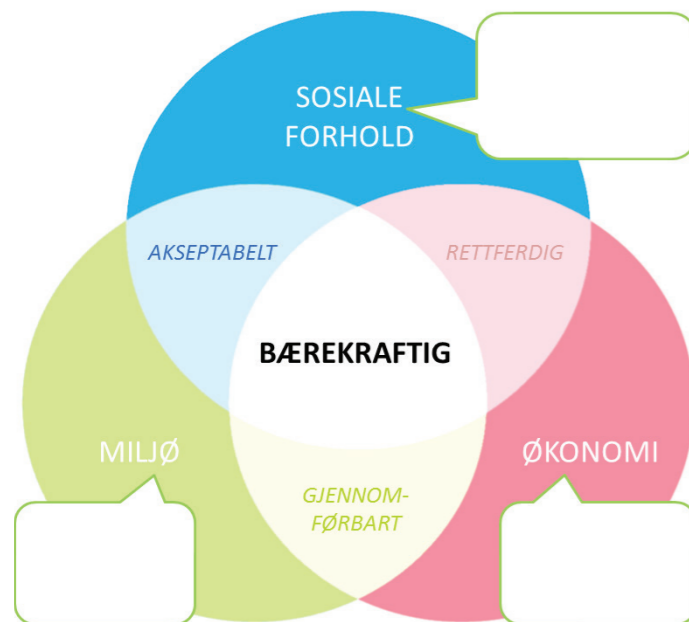


Naturfag 2/17

[55]

SAMTALE

Par: Be elevene gå tilbake til argumentene som de fant i teksten og vurderer under hvilket eller hvilke perspektiver av bærekraftig utvikling de ulike argumentene passer inn. Be dem plassere argumentene i figuren under.



Leseoppgave 4

Jobb videre med tema ulv ved å debattere for og imot!

Par: Be elevene finne argumenter for og imot at ulvene skal skytes og legge argumentene inn i en tabellen under samtidig som de vurderer om argumentene er sosiale, økonomiske eller miljømessige.

Del: Be elevene presentere tabellene sine i plenum og oppsummer.

	Ulv bør skytes fordi	Ulv bør ikke skytes fordi
Sosialt argument		
Økonomisk argument		
Miljømessig argument		

Hva bidrar denne felles leseaktiviteten til for elevene?

Leseoppgave 1: Ved bare å se raskt på bildene og deretter reflektere over hva teksten kan handle om blir elevenes forkunnskaper aktivert. I tillegg blir elevene utfordret til å observere og å prøve å få et raskt overblikk og innsikt i temaet.

Leseoppgave 2: Gjennom veiledning blir elevene utfordret til å utforske og finne informasjon i teksten. Ved å måtte forklare tall og mengder til sidemannen må elevene lese aktivt og reflektere over det de leser i teksten. Dette danner et faktabasert kunnskapsgrunnlag for videre samtale og refleksjon.

Leseoppgave 3: Ved å bruke teksten til å finne argumenter og forklaringer lærer elevene å bruke faglig innhold og begreper uten å blande inn egne meninger eller synsinger. Ved å introdusere begrepet *bærekraftig utvikling* og la elevene sortere argumentene fra teksten under ulike perspektiv, må de konkretisere begrepet innen temaet ulv. Denne konkretiseringen kan hjelpe elevene å gi begrepet mening og bygge bro mellom fagbegreper og hverdagspråk.

Leseoppgave 4: Gjennom å sortere argumentene for og imot ulv mens de tenker på bærekraftig utvikling, får elevene innsikt i at temaet er sammensatt og har flere sider. Dette kan bidra til en økt forståelse av at sammensatte tema ikke bare har én løsning, og at det ofte finnes interessekonflikter knyttet til bærekraftig utvikling.

Underveisvurdering

I denne aktiviteten er vurdering en integrert del, gjennom gjentatte tenk-par-del-aktiviteter. Elevene vil fort forstå at ny informasjon må innhentes for å kunne jobbe videre med temaet.

Aktiviteten kan brukes som en oppstart for å få en begynerforståelse av bærekraftig utvikling, men også som et start på et arbeid med et sammensatt tema innenfor bærekraftig utvikling. I denne aktiviteten om ulv har eleven lest og samtalt om ulv, uten å måtte ta eget standpunkt i ulvedebatten.

Videre arbeid bør bidra til at elevene kan utforske det samfunnsrelevante temaet, som her var ulvedebatten, slik at de selv kan ta egne standpunkt og bidra inn i debatten med egne faglig begrunna meninger. På denne måten vil elevene kunne opparbeide seg en handlingskompetanse for bærekraftig utvikling i ulike tema.



Foto: Langedrag Naturpark



Internett – eit elektronisk kommunikasjonssystem

Dei fleste tenåringar brukar mykje tid på mobilen. Men dei færreste veit korleis mobilen kan kommunisere med ein annan mobil eller med internett.

Da læreplanane for Kunnskapsløftet kom i 2006, var det nok ein del ungdomsskolelærarar som klødde seg i hovudet når elevane i teknologi og design skulle kunne gjere greie for elektroniske kommunikasjonssystem på systemnivå, eller som kompetansemålet no lyder:

Mål for opplæringa er at eleven skal kunne beskrive eit elektronisk kommunikasjonssystem, forklare korleis informasjon blir overført frå avsendar til mottakar, og gjere greie for positive og negative konsekvensar.

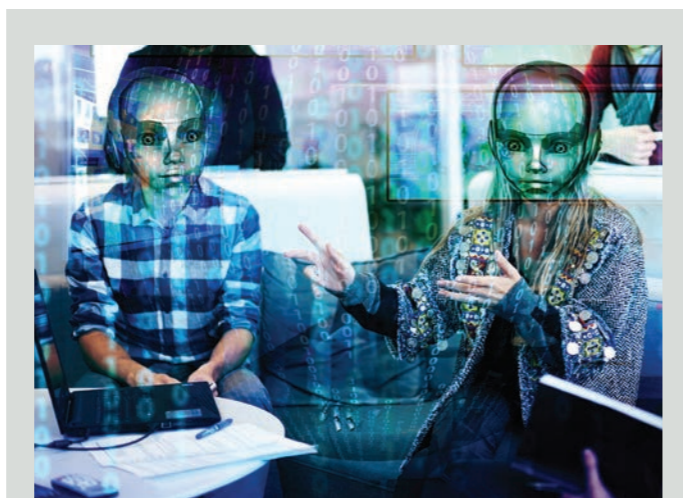
Gjennom eit samarbeid mellom Naturfagsenteret og Utdannings-etaten i Oslo kommune har Morellbakken skole og Øraker skole vore med på å utvikle og prøve ut eit utforskande undervisnings-opplegg som dekker dette kompetansemålet.

Oppdrag i opplegget

I opplegget får elevane i oppdrag å skissere ein idé om eit smart klesplagg som kommuniserer med internett for å dekke eit behov. Oppdraget gjer at elevane må skaffe seg og bruke kunnskap om korleis informasjonsflyten er i internett og korleis ein gjenstand kan kommunisere med internett. Sentrale omgrep er dekning, trådløst nett, digitalisering og kryptering.

Under utprøvinga kommenterte ein av elevane: *Men dette er jo ikkje naturfag ...?! Vedkommande var inne på noko viktig, nemlig at teknologi ikkje er det same som naturvitenskap. Teknologi er*

basert på naturvitenskap og utnyttar ulike naturvitenskaplege prinsipp, men teknologi og naturvitenskap er to skilde fagområde med utgangspunkt i ulike fagtradisjonar med ulike siktemål. Målet med naturvitenskapen er å forstå verda, mens målet med teknologien er



Lærarrettleiinga inneheld detaljerte instruksjonar og materiale til elevane. Opplegget er gratis å ta i bruk, og materialet til elevane er tilgjengeleg på nynorsk og bokmål. Du finn Elektroniske kommunikasjonssystem på naturfag.no/elkom
Foto: pixabay.com

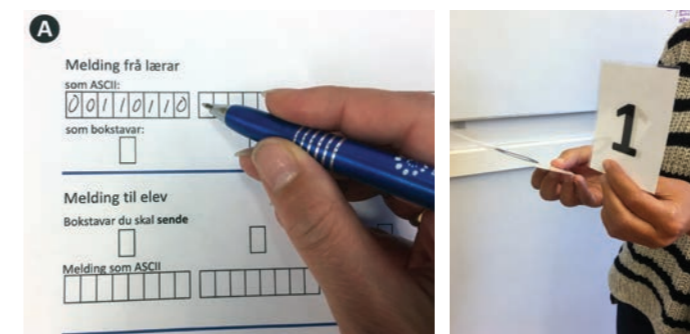
å løyse problem og skape noko nytt. Dette undervisningsopplegget handlar om elektroniske kommunikasjonssystem, og dei naturfaglege prinsippa som ligg i botnen er ladning, elektriske kretsar og elektromagnetisk stråling. Men det er ein lang veg frå å ha kunnskap om elektrisitet til å forstå korleis internett er bygd opp.

Kommunikasjonssystem før og nå

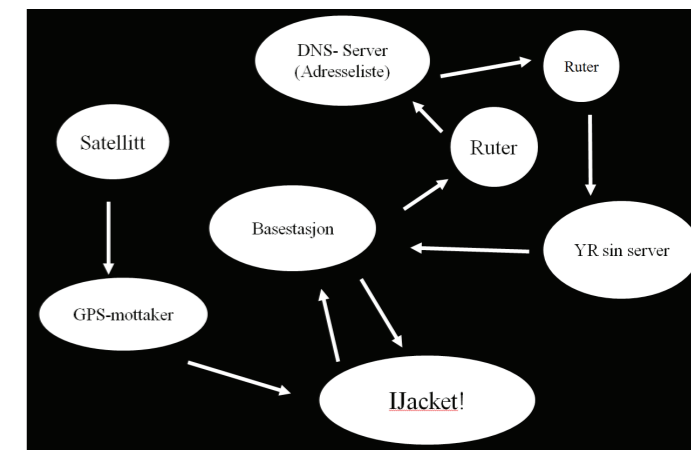
Menneska har opp gjennom historia brukt mange ulike system for å kommunisere med kvarandre; som vardebrenning, post og internett. Alle kommunikasjonssystem har nokre sentrale funksjonar som blir fylte på ulike måtar. Det må vere ein sendar og ein mottakar som skal kommunisere med kvarandre, det må vere noko informasjon som skal bli formidla, informasjon må finne fram til mottakaren – og mottakaren må kunne tolke det han mottar. Vi lever i dag i det som blir kalla informasjonssamfunnet fordi vi nå brukar elektroniske komponentar eller datamaskinar til å kommunisere med kvarandre. Vi brukar elektroniske kommunikasjonssystem som brukar digital teknologi.

Det er i hovudsak tre årsaker til den sentrale og gjennomgripande posisjonen digital teknologi har fått:

For det første er den digitale teknologien svært fleksibel. Han kan styre og kontrollere annan teknologi. Det er dataprogram som styrer datamaskinar, og ved å endre programmet kan vi raskt og fleksibelt styre og endre dei oppgåvene ein datamaskin skal utføre.



I ein av aktivitetane skal elevane dekode ein kort binærkode som læraren sender ved å bruke to ulike lappar, 0 og 1. Da blir bitfarten opp mot ein bit i sekundet. Sjølv dei mest kjapphendte lærarane må nok sjå seg grundig slått av ein fart på 100 Mbps (megabit per sekund) som mange har i dag. Foto: Naturfagsenteret



Elevane skal lage flytskjema for å illustrere korleis dei meiner informasjon går frå sendar til mottakar og eventuelt tilbake igjen i deira smarte klesplagg. Dette er frå eit elevarbeid ved Øraker skole.

Mennesket kommuniserer med datamaskinane og maskinane kommuniserer med kvarandre gjennom nettverk. Flexibiliteten og tilgjenge til den digitale teknologien har ført til at han nå er integrert i mange andre teknologiar, og den digitale teknologien har dermed også blitt ein slags metateknologi. Det er dette som gjer at digital teknologi påverkar nær sagt alle fagområde og dei fleste – om ikkje alle – delar av samfunnet.

For det andre har ytinga til datamaskinane auka dramatisk over mange år, og nettverka har fått tilsvarende auke i kapasitet og tilgjenge. Dette gjer at beregningar som før var svært ressurskrevjande nå kan gjerast raskt og effektivt. I tillegg blir datamaskinane stadig mindre i størrelse. Våre mobiltelefonar overgår no ytinga til superdatamaskinar frå nokre tiår sidan og som var store som eit helt rom. Samtidig har ulike former for trådløst kommunikasjon opna nye moglegheiter og gjort digital teknologi tilgjengeleg på ein heilt annan måte enn tidlegare.

For det tredje foreiner digital teknologi mange ulike typar informasjon i eit felles system. Både tekst, lyd, bilde, video og alle andre typar informasjon som kan bli kvantifisert (målt og gjort om til tal) kan bli behandla i ein datamaskin og overført mellom datamaskiner i nettverket. Smarttelefonen er både mobiltelefon, musikkspelar, fotoapparat, videokamera, GPS, nettlesar, betalingsterminal og mykje anna.

Tekst: Jessica Lönn-Stensrud

Jessica Lönn-Stensrud er seniorrådgiver og koordinator for forskningsnettverket TTA (Turning the Tide of Antimicrobial resistance) og førstebibliotekar ved Realfagsbiblioteket, Universitetet i Oslo. Hun er også forfatter av boka Bakterienes forunderlige verden (se s. 66).

KOMMUNIKASJON PÅ TVERS

Surrete begreper og forskningsformidling

Det er viktig å formidle det forskningen finner ut. Men ukjente begreper kan stå i veien for å skjønne hva det egentlig handler om.

Jeg jobber med bakterier og biofilmer. Når folk spør meg hva jeg jobber med og jeg svarer «biofilmer», er det ikke helt sikkert de forstår det jeg prøver å si. For eksempel, da jeg fortalte onkelen min i Sverige at jeg jobber med biofilm, trodde han jeg mente at jeg jobbet på kino. Kino heter nemlig biograf, eller bio, på svensk. Så biofilm måtte jo ha med kino og filmer å gjøre. For ham var det veldig logisk, men jeg fikk en liten jobb med å forklare hva jeg egentlig gjør. Også venner og bekjente i Norge lurer på hva biofilm er for noe, og jeg får ofte spørsmål om jeg lager film som handler om biologi.

I 2016 kom jeg ut med boken *Bakterienes forunderlige verden* som er tenkt for de som ikke er mikrobiologer. Boken handler om bakterier og deres liv sammen med oss. En av de største utfordringene der var alle ord og begreper som man som forsker bruker til daglig, men som må tilpasses publikummet man retter seg til. Noen ord finnes ikke en gang på norsk. Hva gjør du da? Bruker det engelske ordet og forklarer det godt? Eller «finner du opp» et ord? Biofilm er et i utgangspunktet godt ord for å beskrive det jeg jobber med, *bio* betyr liv og *film* betyr tynn hinne. En biofilm er altså en tynn hinne med levende organismer. Men allikevel kan det jo enkelt misoppfattes.

I de fleste yrker har man en egen terminologi når man snakker om det man jobber med. Da jeg begynte min forskningskarriere, var bakteriologi fortsatt et lite felt. Vi var helt i begynnelsen av å finne ut at bakterier har stor innflytelse på oss mennesker og våre liv. Alt jeg leste og gjorde foregikk på engelsk, og etter hvert hadde jeg lært

meg fagterminologien og klarte å diskutere med forskerkolleger på konferanser og møter. Utfordringen kom når jeg skulle begynne å snakke om faget mitt på norsk. Ordene fantes ikke, de måtte på en måte finnes opp. Akkurat nå pågår et samarbeidsprosjekt mellom Språkrådet og Norges Handelshøyskole (NHH) om hvordan man gjør de beste språkvalgene i utdanningssektoren: «Parallellspråkbruk i universitets- og høyskolesektoren». Hensikten med prosjektet er å lage en praktisk oppskrift som skal hjelpe forskere, undervisere og andre til å velge hvilket språk som er best egnet å brukes. Prinsippet er at norsk og engelsk ikke skal fortrenge hverandre, men at norsk sikres som nasjonalt fagspråk og engelsk som nasjonalt fagspråk (www.sprakradet.no/Sprakarbeid/Forsking-og-hogre-utdanning/parallellsprakbruk-i-universitets-og-hogskolesektoren).

En av de tingene jeg snakker aller mest om nå for tiden er antibiotikaresistens. Det er en av de tingene som skremmer meg aller mest. At vi allerede nå står uten behandling mot noen av de farligste bakteriene er en veldig skummel situasjon, og våre barn vil måtte leve i en langt tøffere situasjon enn vi gjør. For å gjøre noe med det må vi forske mer, men vi må også snakke mer om det. Vi må passe på så vi ikke skremmer folk for mye, og viktigst av alt: Når vi skriver og snakker om det, så må vi tenke på hva vi sier. Jeg blir oppriktig sinna når en av Norges største riksdekkende tabloid-aviser skriver i ingressen til en artikkel at kyllingen kan gjøre oss resistente mot antibiotika. Vi blir ikke resistente mot antibiotika! Antibiotika virker nemlig ikke på oss i det hele tatt, det virker mot



Tekst: Jessica Lönn-Stensrud

KOMMUNIKASJON PÅ TVERS



Har biofilm noe å gjøre med filmer om biologi? Foto: pixabay.com

bakterier. Kyllingen har heller ikke noe med saken å gjøre, men bakteriene som lever sammen med kyllingen kan ha gener med seg som gjør disse bakteriene resistente mot antibiotika.

Det er et stort ansvar å drive med forskningsformidling, fordi måten man ordlegger seg på kan ha mye å si i samfunnsdebatten og for folkeopplysningen. Vi kan stadig høre og lese om store fremtidsutfordringer vi står foran, som hvordan skal vi sikre at vi har effektiv antibiotika, men også klimaforandringer blir nevnt som en fremtidig trussel og global krise. Med nesten ubegrenset tilgang på informasjon fra internett er det enda viktigere at vi som snakker om disse utfordringene gjør det på en riktig og forståelig måte. Det gjelder også andre som skriver og forteller om forskning, enten det er journalister, kommunikasjonsarbeidere, forskere eller lærere.

Når nyheter fra forskningsverdenen skal ut i media kan vinklingen noen ganger bli litt trøblete, som i eksemplet med kyllingen. Lærere møter de barn og ungdommer som skal leve i den fremtiden vi stadig vekk hører og leser om. Dere har derfor gode muligheter til å kunne gi elevene de verktøyene de trenger for å kritisk kunne bedømme og vurdere innhold og troverdighet i nyhetene de leser. I dagens samfunn er så å si all informasjon, både vitenskapelig og ikke-vitenskapelig, kun er et tastetrykk unna. Derfor er det viktig å gi elevene et godt utgangspunkt for å kunne avgjøre hva som er fakta i ulike nyhetssaker og hvordan omskrivninger og metaforer kan brukes for å lage et bilde av noe. Et av de aller viktigste verktøyene vi kan gi elevene er å ha god kildekritikk, men like viktig er å diskutere hvordan nyheter kan bli vinklet, hvorfor de blir vinklet på den måten og hva hensikten med vinklingen er. Ofte kan det ligge vel så spennende forskningsnyheter bak en tabloid overskrift.

Men for at vi skal klare å få frem det spennende, må vi lære oss å finne frem til kjernen. Så snakk om viktige ting, men snakk så folk skjønner deg og pass på at det du sier er riktig.

Kildekritikk

Informasjon som finnes på internett er ubegrenset, og ikke nødvendigvis kvalitetssikret. Derfor må vi som lesere forsikre oss om at det vi leser og bruker er troverdig, objektiv, nøyaktig og egnet. Informasjonen kan også raskt endre seg eller fjernes, da er det viktig å notere seg når vi leste det. En fin måte å være sikrere på at kildene vi bruker er troverdige, kan være å notere seg noen viktige ting underveis:

- Hvem eier nettstedet?
- Hvem er forfatteren?
- Når leste jeg eller lastet jeg ned informasjonen?

Et godt verktøy å bruke er ressursen TONE (Troverdig, Objektiv, Nøyaktig og Egnet) fra www.iktplan.no, 7. trinn, søk.

Troverdig: Du må kunne stole på kilden din. Hold deg til kjente adresser hvor du kan finne ut hvem som er ansvarlig for nettsiden. Hvem har skrevet informasjonen?

Objektiv: Er informasjonen framstilt på en nøytral måte? Stemmer noe av innholdet med noe du vet fra før?

Nøyaktig: Hvis du finner skrive- og slurvfeil, kan dette si noe om både forfatter og nøyaktighet. Når ble siden sist oppdatert? Sier nettsiden noe om sine kilder igjen?

Egnet: Passer kilden til ditt bruk, er den egnet til ditt formål? Hvem er den tenkte målgruppen og mottakeren?

KOMMUNIKASJON PÅ TVERS

Å samarbeide med flinke folk som ikke har snøring på naturfag

Et samarbeid med en grafisk designer hjalp oss til å kommunisere naturfag visuelt.

I arbeidet med en ny bok om mat og naturfag, *Kjemi på kjøkkenet*, samarbeidet vi, to kjemikere, med flere dyktige mennesker som selv ikke har naturvitenskapelig bakgrunn. Blant disse er den usedvanlig dyktige grafiske designeren Aki Scharin. Tittelen på denne artikkelen kan kanskje virke provoserende, men det faktum at Aki ikke har naturfaglig bakgrunn, har vist seg å være like mye en styrke som en svakhet. Jeg vil her dele noen tanker omkring hvordan dette samarbeidet har utfordret både oss og ham, og hvordan det har ført oss steder vi hver for oss ikke kunne forestilt oss.

Samarbeidet mellom matkjemiker Anu, kjemiker/naturfagdidaktiker Erik og grafisk designer Aki har dreid seg om å gi boka et grafisk uttrykk, samt å lage grafiske representasjoner av naturvitenskapelige og matfaglige fenomener. Boka har to hovedkategorier av illustrasjoner. Den første er *fagdrevne illustrasjoner*, der det fagrelaterte fenomenet er det primære mens design er bidragsyter. Disse bidrar med forklaringer og inngår som del av den multimodale teksten. Den andre kategorien er *designdrevne illustrasjoner*, der det kunstneriske står i høysetet, men med faginnhold som utgangspunkt. Disse er mer fritt assosierende og åpne – og fungerer som inngang til de ulike kapitlene.

En åpen og respektfull dialog har vært en nøkkel i denne arbeidsprosessen. Dette er relativt enkelt å få til når man er kompetente fagpersoner på hvert sitt område, men det er ingen selvfølge. Som kjemiker har jo jeg heller ikke snøring på grafisk design eller tegning. Respekt handler derfor også om å ta den andres «manglende forståelse» om sitt eget felt på alvor, noe som går begge veier. I

vårt tilfelle har Aki stort sett fritt fått utvikle sine tanker og illustrasjoner basert på våre skrevne tekster. Når dette er gjort, er det ofte nødvendig med flere runder med endringer i utkastet for å komme nærmest mulig en representasjon som beskriver fenomenet vi ønsker å kommunisere. Dette krever evne til dialog, og like stor vilje til å lytte som til å snakke. Når vi kjemikere lytter til Akis måte å tenke på framfor å fortelle i detalj hvordan vi mener en illustrasjon skal være, har vi ofte opplevd at det oppstår noe nytt. Illustrasjonene blir mindre konvensjonelle eller assosiasjonene fra et naturvitenskapelig fenomen trekkes i helt andre retninger enn det vi hadde forestilt oss. I de tilfellene der vi kjemikere presenterer våre egne skisser eller gir eksempler på hvordan fenomenet er illustrert i bøker og på nett, har vi på ett vis fratatt Aki noe av hans frihet. Da ser vi også at Akis arbeider ligger tettere opp mot det konvensjonelle. Dette siste er i seg selv ikke galt eller dårlig, men resultatet blir ofte annerledes enn om Aki hadde jobbet fritt med å skape sine egne mentale bilder.

Eksempel på utvikling av fagdrevet illustrasjon

Nesten alle kapitlene i boka har en eller flere fagdrevne illustrasjoner, det være seg molekylstrukturer, fysiske fenomener, biokjemiske mekanismer eller grafer og tabeller. Til et av kapitlene om varme ønsket vi å utvikle ikoner for de tre formene for varme: varmeledning (konduksjon), varmestrømning (konveksjon) og varmestråling. I tillegg trengte vi et ikon for fenomenet kondensasjon som også bidrar med overføring av varme i matlaging. Aki tegnet disse etter å ha lest vår tekst der de fire beskrives. Ikonene, slik de endte opp i boka, er vist på neste side.



KOMMUNIKASJON PÅ TVERS

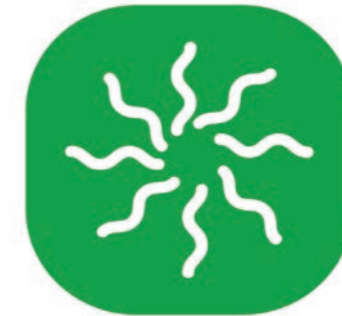
varmeledning (konduksjon)



varmestrømning (konveksjon)



varmestråling



kondensasjon (av vann)



Ikoner for ulike former for varme/energioverføring. Design og opphavsrett: Aki Scharin

Med bare små justeringer var vi umiddelbart tilfreds med tre av de fire ikonene som Aki hadde laget. Men for ett av ikonene var kjemikerne ikke helt fornøyd; vi syntes ikke det illustrerte godt nok kjernen i fenomenet slik vi forsto det. Det var nødvendig å spille ballen frem og tilbake, og denne dialogen er vist som en tegneserie på neste side.

Legg merke til at «skjønnhet» eller «pen» ikke er nevnt noe sted i denne dialogen. Hvorvidt illustrasjonen er vakker, kan gjerne være underordnet når vi skal formidle naturvitenskapelige fenomener. Det kan eventuelt komme som en bonus. Det viktigste med en illustrasjon kan altså være at den på en god måte formidler de egenskapene ved fenomenet man ønsker å beskrive. Dette er verdt å være bevisst på når elever får i oppdrag å tegne i naturfag; *formålene* med å tegne kan altså være ulike i forskjellige fag. Dette er en viktig del av fagets språk.

Konveksjon ...

... er varmeoverføring ved at varme molekyler/partikler i en gass eller væske beveger seg fra ett område til et annet. Slik som når varm luft spres i rommet fra en vifteovn, varmt vann stiger opp fra bunnen av ei gryte, eller varm luft stiger som meteorologisk fenomen.

Eksempler på designdrevne illustrasjoner

Til slutt i artikkelen vises et galleri av kapittelillustrasjoner. En spennende side ved at Aki fikk jobbe friere med disse er at assosiasjonene ofte går i helt andre retninger enn kjemikeren ville tenkt. Det naturfaglige knyttes til områder eller tema som er langt borte, både i bokstavelig og metaforisk betydning.

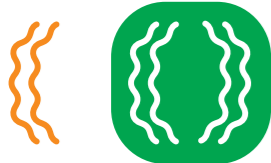

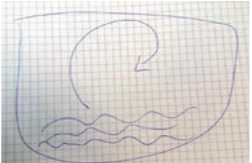





Hva er avgjørende for et produktivt samarbeid?

Det er noen viktige elementer som har vært til stede i dette samarbeidet, og som har gjort at vi kjemikere gjentatte ganger har fått (positivt) hakeslipp når Aki kommer tilbake med illustrasjoner. De viktige elementene var

- dialog basert på gjensidig respekt, og vilje og tålmodighet til å lytte
- evne og vilje til å ta den andres perspektiv
- tålmodighet og vilje til å gå gjentatte runder i revisjon av en illustrasjon og forklaring

Dette siste er også et iboende trekk i naturvitenskap generelt. Man prøver seg kanskje på en hypotese, tester den og diskuterer med andre. Får tilbakemeldinger der den andre parten aktivt leter etter svakheter. Kritisk dialog og jakt på svakheter er naturlig i vitenskap, ikke noen trussel. Å måtte revidere er ikke slitsomt, det ligger i arbeidets natur og den eneste måten vi kan utvikle faget videre. Klarer vi å etablere en slik kultur også i arbeid og undervisning, både lærere og elever imellom?

KOMMUNIKASJON PÅ TVERS

<p>1</p>  <p>Aki: Første utkast. Erik: Tja, kanskje...? Men konveksjon går jo ofte mer oppover enn sidelengs, gjør det ikke? Anu: Jeg tror vi må ha en oppadgående bevegelse her.</p>	<p>2</p>  <p>Anu: Hva med noe slikt? Erik: Njaa, men hva forteller dette om konveksjon? Det ser liksom ut som det stråler ut fra to punkter, og det er vel ikke helt rett?</p>	<p>3</p>  <p>Erik: Noe i denne retningen, som bygger videre på ikonet for varmeledning? Aki: Jeg liker ikke piler! Anu: Ja, det stemmer. Aki prøver å unngå piler såfremt det er mulig. Aki: Ja, det er for styrende, det låser ting.</p>
<p>4</p>  <p>Aki: Hva med denne, da? Anu: Denne er for lik konduksjon. Anu og Erik: Konveksjon handler om bevegelse, klarer vi å få fram det?</p>	<p>5</p>  <p>Aki: Denne, da? Erik: Ja, denne ble bedre. Anu: Konveksjon handler vel like mye om at det strømmer i sirkler? Erik: Men hvis det er varmt vann i ei gryte som stiger fra den varme bunnen? Anu: Nei, jeg mener det må inn en sirkelbevegelse. Dette er jo ett av særtrekkene i alle andre illustrasjoner av konveksjon.</p>	<p>6</p>  <p>Aki: Er vi nærmere nå? Her har vi sirkelbevegelse. Erik: Jeg synes fremdeles den forrige er mer representativ, selv om den ikke har sirkelbevegelse. Anu: Jeg synes vi nærmer oss, men nå ser det ut som det er to separate sirkler. Erik: Ja, det stemmer. De bør på et vis gå inn i hverandre. Aki: Ok, så de to skal blande seg? Anu og Erik: Ja!</p>
<p>7</p>  <p>Aki: Nå da? Nærmer vi oss? Anu og Erik: Ja, dette nærmer seg veldig. Anu: Men her er det et brudd i hver av spiralene. Det skal vel være en jevn strøm...? Aki: Så den runde og rette skal henge sammen? Anu og Erik: Det stemmer. Og kanskje de to bør blande seg enda mer i hverandre?</p>	<p>8</p>  <p>Aki: Er vi der nå? Anu: Ja, denne er fin! Erik: Men trenger strekene å være bølgete? Aki: Alle de andre har bølger. Erik: Ja, det er sant. Varmeenergi symboliseres kanskje nettopp gjennom bølgene...?</p>	<p>Arbeidsprosess og dialog i utviklingen av et ikon for å representere fenomenet konveksjon. Arbeidsprosessen gikk over flere dager.</p>

KOMMUNIKASJON PÅ TVERS

Øverst til venstre:
Kapittelet *Kjemisk bedrag*: Eplepai uten epler. Molekylene i høyre hjernehalvdel er monosakkarider, salt og vinsyre.

Øverst til høyre:
Kapittelet *Myten om tørr vin*. Om hvitvin i matlaging.

Nederst til venstre:
Kapittelet *Oppvarmingens kunst*. Illustrasjonen viser flammestekt laks, en finsk tilberedningsmetode der fisken stekes kun ved hjelp av strålingsvarme.

Nederst til høyre:
Kapittelet *Sansenes orkester*. Om at det å spise og drikke er multisensoriske erfaringer.

Fra *Kjemi på kjøkkenet*. Design og opphavsrett: Aki Scharin

Referanser

Fooladi, E. (2017). Lesing av fagtekster i naturfag: Er naturfaglige tekster annerledes enn andre tekster? Naturfagsenteret og Lesesenteret. lesesenteret.uis.no/leseopplaering/lesing-i-grunnskolen/lesing-i-naturfag-article82494-12552.html

Fooladi, E. og Isnes, A. (2009). Varme og matlaging. Naturfagsenteret. www.naturfag.no/matlaging

Hopia, A. og Fooladi, E. (2017). *Kjemi på kjøkkenet* – Om hvorfor kaka faller sammen og andre kjøkkenhistorier. Humanist forlag.

Temaside på naturfag.no om grunnleggende ferdigheter, www.naturfag.no/grunnleggendeferdigheter

Scharin, Aki. Flere av Akis arbeider finnes på [instagram.com/akischarin](https://www.instagram.com/akischarin)

Trærnes hemmelige liv

Peter Wohlleben
Cappelen Damm



Det foregår forbløffende ting i skogene våre: trær som kommuniserer med hverandre, trær som vokter og tar kjærlig ansvar for barna sine og dessuten ser etter sine skrале, gamle naboer, trær fulle av følelser, empati og hukommelse. Høres dette utrolig ut? Kanskje det, men det er sant! Dette er en informativ, lidenskapelig og morsomt skrevet bok som lar oss se skogene våre med helt nye øyne.

Bakterienes forunderlige verden

Jessica Lönn-Stensrud
Universitetsforlaget



Bakterier har eksistert i 3,8 milliarder år. De finnes overalt: i og utenpå kroppen vår og i de mest ekstreme geografiske miljøer. Bli med inn i «Bakterienes forunderlige verden».

Jessica Lönn-Stensrud har vært fascinert av verdens minste levende vesener siden hun som liten for første gang så en bakterie i et mikroskop. I denne boken forteller hun bakterienes historie. Hun viser oss at bakterier lever på de utroligste steder, at de kan lyse i mørket, bryte ned plastavfall i sjøen og danne iskrystaller i snøkanoner. Vi finner millioner av bakterier i én liter sjøvann. Og visste du at menneskekroppen består av minst like mange bakterieceller som menneskeceller?

Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag

Sonja M. Mork og Wenche Erlien
Universitetsforlaget



Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag er en revidert og oppdatert utgave av boka «Språk og digitale verktøy i naturfag», som har vært en inspirasjonskilde for lærerstudenter, lærere og lærerutdannere i naturfag siden utgivelsen i 2010.

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 dybdeløring 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.

Sonja M. Mork arbeider ved Naturfagsenteret, Universitetet i Oslo, og Wenche Erlien arbeider ved Snøball Film. De komplementerer hverandre med erfaringer og kompetanse innen bl.a. forskning, utvikling, undervisning, kursvirksomhet og utallige møter med lærere og elever. Denne naturfagsdidaktikkboka bygger på deres erfaringer fra dette arbeidet.

BOKOMTALER

Kjemi på kjøkkenet

Om hvorfor kaka faller sammen og andre kjøkkenhistorier

Anu Hopia
Erik Fooladi
Humanist forlag



Må biffen romtempere før den stekes? Faller kaken sammen hvis du ikke er forsiktig når du tar den ut av ovnen? Og er det mulig å lage eplepai helt uten epler?

Matlaging er kjemi, biologi og fysikk. Når du koker et egg eller setter en gjærdeig jobber du med kjemiske, biologiske og fysiske prosesser på kjøkkenet ditt.

I denne boka ønsker forfatterne å balansere kjemi, håndverk og smaksopplevelser, noe som kan gjøre matlagingen mer spennende, hodet litt klokere, og maten litt bedre. Boka berører temaer som utforskning, argumentasjon, fagkunnskap, og ikke minst grafisk visualisering av naturfaglige fenomener i konteksten av mat.

Kjemi på kjøkkenet er en bok som vekker nysgjerrighet og utforskertrang på kjøkkenet.

Stamceller

Kroppens superheltar

Øystein Runde
Gyldendal Norsk Forlag



Når Øystein Runde tegner og forteller om stamceller, blir fagstoffet lett tilgjengelig, lekende og humoristisk. Slik kan barn og unge (og voksne!) få kunnskap om et tema som mange ikke kjenner særlig mye til, men som vil bli veldig viktig i framtiden.

Fagkonsulent Cecilie Gjerde har oppnådd forbløffende resultater i sin forskning på stamceller. Hun får oss til å forstå hva stamceller er og gir oss innblikk i forsøk som foregår og på resultater, og hva vi kan vente oss framover. Vi får høre om kinesiske forskere som lagde en ny mus av hud fra kinnet til en annen mus og en slagrammet åttiåring som klarte å gå igjen etter å ha fått sprøytet stamceller rett i hjernen. Nå jobber forskere med forsøk på hjernedøde pasienter.

BOKOMTALER

Barn og naturvitenskap

Oppdage, utforske og lære i barnehage og skole

Ingela Elfström
Bodil Nilsson
Lillemor Sterner
Christina Wehner-Godée
Cappelen Damm
Oversatt av Astrid Manger



Hva har så naturvitenskap med læring og barn å gjøre? En hel del faktisk. Innenfor naturvitenskapelig forskning fins en lang tradisjon av utforskning, undersøkelse og eksperimentering for å løse forskningsproblemer. Barn vil også utforske, undersøke og eksperimentere for å finne ut hvordan verden fungerer. Det fins store forskjeller, men også viktige likheter mellom hvordan vitenskapsmenn arbeider, og hvordan et barn utforsker eget nærmiljø.

I denne boken, *Barn og naturvitenskap*, som behandler de naturvitenskapelige fagenes didaktikk for barnehage og småskole, sammenligner forfatterne de naturvitenskapelige forskernes måte å arbeide på med den utforskende og undersøkende arbeidsmåten som barn bruker. Forfatterne vektlegger viktigheten av å ha tro på barns egne evner og tar utgangspunkt i barns egen utforskning.

Teorier om læring kobles til praktiske eksempler fra barnehagens og skolens arbeid med naturvitenskap. I tillegg gis eksempler fra lærerstudenters utforskning. Andre viktige områder som behandles, er produktive spørsmål, ulike måter å starte et prosjekt på, materialets betydning som den tredje pedagogen samt viktige begrep som pedagogisk dokumentasjon, mangfold, ulikhet og evaluering.

Leseren inviteres til å delta, og boken har mange inspirerende eksempler på hvordan en kan arbeide praktisk og teoretisk sammen med barn i ulike naturvitenskapelige prosjekt. Forfatterne har også et kapittel om framtiden, om barns utforskning av økologiske kretsløp og bærekraftig utvikling i barnehage og skole. Forfatterne Ingela Elfström, Bodil Nilsson, Lillemor Sterner og Christina Wehner-Godée er, eller har vært, virksomme i lærerutdanningen ved Stockholms universitet.

BOKOMTALER

Geologiske turer i Oslo-traktene

Jørn H. Hurum og Merethe Frøyland
Vett & viten



Denne boken handler om Oslo-området geologiske skattkammer. Her finnes et utall forskjellige bergarter med utrolige dannelseshistorier, unike fossiler og rike malmforekomster. Forfatterne inviterer steininteresserte i alle aldre med på 10 korte turer med geologiske historier i hver tur. Til sammen vil turene gjøre deg i stand til å sette pris på de spennende hendelsene som gjennom en og en halv milliard år har dannet den berggrunnen som i dag finnes i og rundt Oslo. Turene er ment som en start på en utforskning som du kan gjøre over alt der det er stein. Boken er rikt illustrert med bilder og kart.

Blekksprutens selvportrett og Dinosaurerne på Svalbard

Jørn H. Hurum og Esther van Hulsen
Gan Aschehoug



Blekksprutens selvportrett

Et blekksprutfossil er sjeldent. Blekk i en fossil blekksprut er enda mer sjeldent. Kan blekket fortsatt brukes?

Dinosaurerne på Svalbard

For mange millioner år siden gikk dinosaurer rundt på Svalbard. Fotsporene hadde avtrykk av klør. Derfor var vel dinosaurerne kjøttetere? Eller var de ikke?

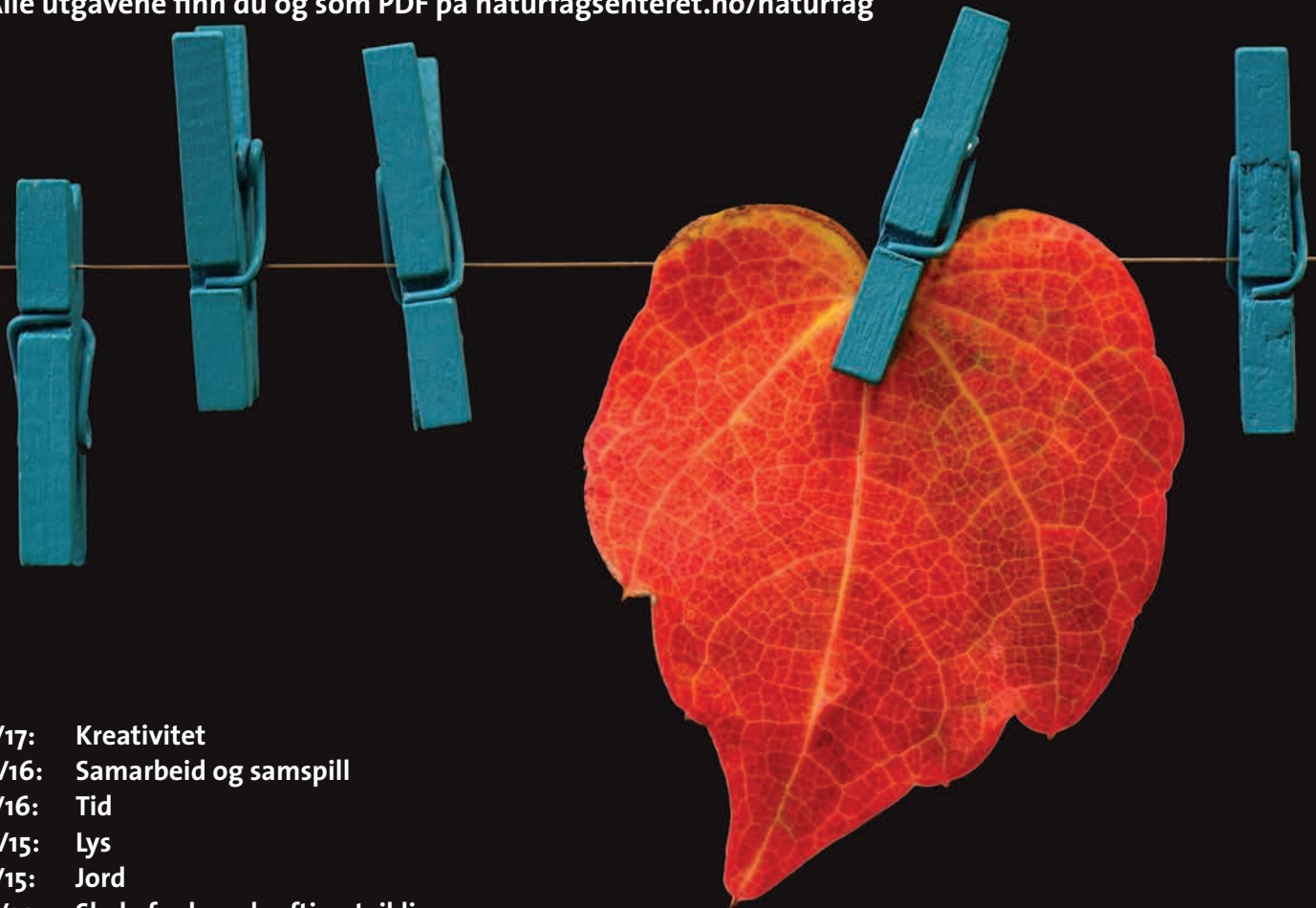
Abonner på
Naturfag
– heilt gratis!
post@naturfagsenteret.no

Bestill Naturfag-blad

Ønsker du deg nokre av dei tidlegare utgåvene?

Vi sender ut så lenge lageret varer. Send e-post til: post@naturfagsenteret.no

Alle utgåvene finn du òg som PDF på naturfagsenteret.no/naturfag



- 1/17: Kreativitet
- 2/16: Samarbeid og samspill
- 1/16: Tid
- 2/15: Lys
- 1/15: Jord
- 2/14: Skole for bærekraftig utvikling
- 1/14: Nøkler til naturfag
- 2/13: Vann (berre som PDF)
- 1/13: En naturfaglig godtepose
- 2/12: Teknologi og design (berre som PDF)
- 1/12: En tidlig start
- 2/11: Andre læringsarenaer
- 1/11: Kjemiåret (berre som PDF)
- 2/10: Kroppen vår
- 1/10: Mangfold
- 2/09: Vintertid (berre som PDF)
- 1/09: Evolusjon
- 3/08: Argumentasjon
- 2/08: Vurdering
- 1/08: Energi
- 3/07: Verdensrommet
- 2/07: Polaråret i skolen
- 1/07: Bærekraftig utvikling
- 3/06: Digital kompetanse og naturfag
- 2/06: Grunnleggende ferdigheter (berre som PDF)
- 1/06: Teknologi og design
- 2/05: Forskerspiren (berre som PDF)
- 1/05: Fysikkens år