

Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli og Magdalena Kersting (red.)

TETTERE PÅ NATURFAG I KLASSEROMMET

Resultater fra videostudien LISSI



FAGBOKFORLAGET

TETTERE PÅ NATURFAG I KLASSEROMMET



*Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli
og Magdalena Kersting (red.)*

TETTERE PÅ NATURFAG I KLASSEROMMET

Resultater fra videostudien LISSI



FAGBOKFORLAGET

Copyright © 2021 by
Vigmostad & Bjørke AS
All Rights Reserved

1. utgave 2021 / 1. opplag 2021

ISBN: 978-82-450-3843-9

Grafisk produksjon: John Grieg, Bergen

Omslagsdesign: Bård Gundersen
Bilder: LISSI-prosjektet

Spørsmål om denne boken kan rettes til:
Fagbokforlaget
Kanalveien 51
5068 Bergen
Tlf.: 55 38 88 00
e-post: fagbokforlaget@fagbokforlaget.no
www.fagbokforlaget.no

Materialet er vernet etter åndsverkloven.
Uten uttrykkelig samtykke er eksemplarframstilling
bare tillatt når det er hjemlet i lov eller avtale med Kopinor.

FORORD

LISSI (Linking Instruction in Science & Student Impact) er en studie der det har vært sentralt å belyse utforskende arbeidsmåter i naturfag. Målet for LISSI var å utvikle et solid kunnskapsgrunnlag for bedre å forstå hva som kjennetegner norsk klasseromspraksis. Vi ønsket å fremskaffe et bredt forskningsbasert grunnlag ved hjelp av videostudier fra klasserommet, intervjuer med lærere og data fra en kort test til elevene som inneholdt naturfagoppgaver og spørsmål om deres holdninger og oppfatninger av undervisningen. Disse dataene har gitt oss mulighet for å avdekke sammenhenger mellom elevers læring, motivasjon og engasjement og læreres undervisning i naturfag.

Denne antologien er skrevet for lesere som jobber med eller er opptatt av læring og undervisning i naturfag, spesielt lærere, lærerutdannere, lærerstudenter og skoleforskere. Vi har ønsket å lage en bok som har direkte relevans for undervisning, som inviterer til refleksjon over naturfagets rolle i samfunnet, og som ikke minst blir et verktøy for videreutvikling av fagdidaktisk kompetanse hos naturfaglærere. Boka dekker et stort spenn av temaer, fra utforskende arbeidsmåter og praktiske aktiviteter i naturfag til faglig fordypning og naturvitenskapelig kreativitet. Vi gir en oversikt over undervisningen i 20 klasserom ved blant annet å peke på aktiviteter som vi anser kan bidra til å heve elevenes læring i naturfag. Dette viser vi med tekst, grafer og figurer krydret med konkrete eksempler. I tillegg har vi analysert noen interessante aktiviteter i dybden. Disse er beskrevet i egne casestudier. Slik håper vi å bidra med både bredde- og dybdeforståelse av den naturfagundervisningen vi har sett.

LISSI-studien har vært et tett samarbeidsprosjekt der vi sammen har hentet inn ulike typer forskningsdata. Vi har i fellesskap kodet videoer og diskutert god naturfagundervisning i runde etter runde. Selv om vi

også leser og kommenterer hverandres tekster, har vi allikevel valgt å utgi denne boka som en antologi bestående av kapitler med ulike forfattere. Dette er fordi analyser og tolkninger av ulike temaer og caser har krevet at vi jobbet sammen i mindre forfattergrupper for å få bedre fokus. For å få et blikk utenfra har vi vært så heldige å få professor Stein Dankert Kolstø fra Universitetet i Bergen til å skrive et kapittel for å kommentere forskningen vår.

Studien er finansiert av Utdanningsdirektoratet og gjennomført ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning (ILS) ved Universitetet i Oslo i samarbeid med Institutt for lærerutdanning og pedagogikk ved UiT Norges arktiske universitet. Prosjektgruppen vil gi en spesiell takk til skolene, lærerne og elevene som deltok, i tillegg til masterstudenter ved ILS og UiT. Vi vil også rette en spesiell takk til Eva Kristin Narvhus og Bjørn Sverre Gulheim og Rolf Vegar Olsen for uvurderlig hjelp underveis. Vi takker også resten av teknisk avdeling ved ILS for meget god teknisk bistand. Og ikke minst, tusen takk til forskningsmiljøet ved ILS for faglige diskusjoner, inspirerende innspill og kvalitetssikring av arbeidet vårt.

Oslo, oktober 2021

Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli og Magdalena Kersting

INNHOLD

DEL I

INTRODUKSJON – Å LÆRE NATURFAG, HVA INNEBÆRER DET? 13

KAPITTEL 1

EN STUDIE AV KVALITET I NATURFAGUNDERVISNING 15

Introduksjon 15

Kvalitet i naturfagundervisning 16

Bakgrunn for LISSI-prosjektet 20

Forskningsprosjektets formål og problemstillinger 22

KAPITTEL 2

HVORDAN VURDERE UNDERVISNINGSKVALITET I NATURFAG? 25

Introduksjon 25

Hvordan analysere videodata for å vurdere kvalitet i undervisningen? 26

Dimensjoner og kategorier i LISSI-manualen 27

Observasjonsmanualen som verktøy for refleksjon og profesjonsutvikling 33

Oppsummering 34

KAPITTEL 3

FORSKNINGSDESIGN OG METODE 35

Introduksjon 35

Videostudier 36

Intervjuer 40

Kvantitativ del 41

DEL II**HANDLEKRAFT – HVORDAN STYRKE ELEVENES FAGLIGE
HANDLEKRAFT OG DELTAKELSE I NATURFAG? 45****KAPITTEL 4**

KJENNETEGN PÅ UTFORSKENDE UNDERVISNING I NATURFAG	47
Introduksjon	47
Fagdidaktisk bakgrunn	48
Metode	50
Variasjon i koder for en utforsking	51
Resultater – kjennetegn på utforskende undervisning i naturfag	55
Oppsummering og diskusjon	66

KAPITTEL 5

ULIKE DILEMMAER KNYTTET TIL UTFORSKENDE UNDERVISNING I NATURFAG	69
Introduksjon	69
Lærernes oppfatninger av utforskende undervisning	70
Tre dilemmaer knyttet til utforskende praksiser i naturfag	73
Potensial for å løfte kvaliteten på utforskende undervisning i naturfag	77
Oppsummering og diskusjon	84

KAPITTEL 6

PRAKTISKE AKTIVITETER I NATURFAG – MULIGHETER FOR ØKT ELEVAKTIVITET OG FAGLIG FORDYPNING?	87
Introduksjon	87
Høy andel praktiske aktiviteter i de observerte klassene	89
Praktiske aktiviteter fremmer elevdeltakelse	91
Mindre vektlegging av fagkunnskaper i undervisning med praktiske aktiviteter	93
Høyere kvalitet på den faglige fordypningen når det er kortere praktiske aktiviteter	100
Oppsummering og diskusjon	104

DEL III**KUNNSKAP OG LÆRINGSMILJØ – HVORDAN LEGGES DET TIL RETTE FOR LÆRING AV NATURFAGLIG KUNNSKAP OG FORDYPNING? 107****KAPITTEL 7****KJENNETEGN PÅ UNDERVISNING SOM SKÅRER HØYT PÅ KUNNSKAP OG LÆRINGSMILJØ 109**

Introduksjon 109

Faglig fordypning 111

Kognitiv aktivering 114

Klasseledelse 116

Oppsummering og diskusjon 117

KAPITTEL 8**HVA HAR BETYDNING FOR ELEVENES LÆRINGSUTBYTTE I NATURFAG? 119**

Introduksjon 119

Hva måler vi med LISSIs naturfagprøve? 120

Elevene viser høy interesse for naturfag 123

Hvilke undervisningskvaliteter påvirker elevenes læringsutbytte? 124

Sammenheng mellom videoobservasjoner og elevenes læringsutbytte 129

Oppsummering og diskusjon 132

KAPITTEL 9**LÆRERES TILRETTELEGGING FOR FAGLIG FORDYPNING I NATURFAG 137**

Introduksjon 137

Hva er faglig fordypning? 138

Observerbare kjennetegn på faglig fordypning 140

Metode 142

Læreres forståelse av begrepet dybdelæring 143

I hvor stor grad har undervisningen fokus på faglig dybde? 144

Eksempel på undervisning som vektlegger faglig fordypning 146

Kan utforskende undervisning bidra til faglig fordypning? 147

Læreres erfaringer med utforskinger og faglig fordypning 151

Oppsummering og diskusjon 153

DEL IV**CASESTUDIER – HVORDAN SER GOD NATURFAGUNDERVISNING UT I PRAKSIS?** 157**KAPITTEL 10**

HVA KAN VI FORSKJE PÅ? OM Å UTVIKLE FORSKBARE SPØRSMÅL I KLASSEROMMET	159
Introduksjon	159
Fagdidaktisk bakgrunn for casen	160
Presentasjon av casen	160
Oppsummering og diskusjon	165

KAPITTEL 11

HVORDAN LYKES MED Å INTEGRERE NETTBRETT I PRAKTISKE FORSØK?	167
Introduksjon	167
Bruk av observasjonsmanualen	168
Presentasjon av casen – i retning mot en praktisk og teknologibasert naturfagundervisning	169
Oppsummering og diskusjon	178

KAPITTEL 12

ELEVDELTADELSE I ET ALDERSBLANDET KLASSEROM	181
Introduksjon	181
Presentasjon av casen	182
Oppsummering og diskusjon	190

KAPITTEL 13

HVORDAN FREMME FANTASI OG KREATIVITET I NATURFAG?	191
Introduksjon: fantasi, forestillingsevne og kreativitet i naturfag	191
Fagdidaktisk bakgrunn: et sosiokulturelt syn på fantasi, forestillingsevne og kreativitet	193
Fem muligheter for å fremme kreativitet og fantasi i naturfagundervisning	194
Oppsummering og diskusjon	204

DEL V**FAGDIDAKTISKE IMPLIKASJONER – VIDERE SATSING
PÅ NATURFAG?**

207

KAPITTEL 14**DISKUSJON – TETTERE PÅ NATURFAG I KLASSEROMMET**

209

Kvalitet i naturfagundervisning 209

Oppsummering 210

Utfordringer i naturfagundervisning..... 215

Implikasjoner – videre satsing på naturfag 222

KAPITTEL 15**KOMMENTARER TIL BOKENS RESULTATER OG DISKUSJONER**

225

Bruk av praktiske eksperiment i naturfag 226

Samtale, deltakelse, språk og læring i naturfag 228

Modeller for utforskende undervisning og læring 236

Ulike mål for opplæringen 242

Utvikling av egen undervisning 247

FORFATTEROMTALE

251

REFERANSER

253

VEDLEGG A: OBSERVASJONSMANUAL

265

Introduksjon 267

Tilrettelegging for elevdeltakelse 272

Faglig fordypning 276

Kognitiv aktivering 279

Klasseledelse 282

Organisering av klasserommet 283

**VEDLEGG B: OVERSIKT OVER KONSTRUKTER OG UTSAGN SOM INNGÅR
I HVERT KONSTRUKT**

285

STIKKORD

289



Del I

Introduksjon – å lære naturfag, hva innebærer det?



KAPITTEL 1

EN STUDIE AV KVALITET I NATURFAGUNDERVISNING

Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli og Magdalena Kersting

Hva kjennetegner naturfagundervisning med god kvalitet, og hvordan kan man undersøke hva som skjer i klasserom der det undervises i naturfag?

I dette kapitlet presenterer vi våre refleksjoner rundt disse spørsmålene, og helt til slutt gir vi en kort introduksjon til resten av boka.

INTRODUKSJON

Med denne boka ønsker vi å løfte fram at naturfag er et av skolens sentrale fag, vel egnet for å utdanne selvstendige, kreative, kritisk tenkende og framtidsrettede elever. Naturfag på sitt beste kan engasjere elevene i praktiske problemstillinger i klasserommet med situasjoner som må løses her og nå. Dette krever ofte en kombinasjon av engasjement, praktisk sans, sunn fornuft og faglig kunnskap. Ulike elever kan derfor bidra på ulike måter. Naturfag har også en sentral stilling i tverrfaglige sammenhenger, som for eksempel i temaer om bærekraftig utvikling. Bærekraftproblematikk engasjerer elever i relevante og viktige spørsmål som gjelder deres egen og naturens framtid. God naturfagundervisning legger til rette for at elever får et personlig engasjement i temaer de vil utforske ved hjelp av naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter.

Vi vil trekke fram noen hovedfunn fra vår studie som har hatt som mål å undersøke hva god naturfagundervisning er. Det finnes allerede

solid forskning på naturfagundervisning i norsk skole. Mye av denne forskningen er basert på store statistiske undersøkelser av elevenes utbytte målt gjennom elevsvar på oppgaver og spørsmål. I LISSI-studien (Linking Instruction in Science and Student Impact) supplerer vi eksisterende studier gjennom rike beskrivelser av undervisningspraksiser ved at vi har fått mulighet til å observere hva som virkelig skjer i naturfagundervisningen i 20 norske klasserom på barne- og ungdomstrinnet. Undervisningen og læringsutbyttet ble dokumentert ved hjelp av videoobservasjoner og naturfaglige prøver. Elevenes og lærernes egne erfaringer ble dokumentert ved hjelp av svar på spørreskjemaer og intervjuer. Med data fra videoobservasjoner har vi kunnet analysere hvordan undervisningen foregikk, hvordan elever jobbet, og hvordan lærere og elever samhandlet. Dataene er systematisert for å se etter noen typiske mønstre for ulike undervisnings- og læringsstrategier og samhandling. Er det mulig å se noen sammenhenger mellom undervisning og læringsutbytte? Eller er situasjonen i en klasse sammensatt av elever med ulik bakgrunn for kompleks til å se slike mønstre og sammenhenger? Vi har valgt ut noen interessante eksempler som vi har analysert og beskrevet enda grundigere. Hva er det som gjør at elevene virker spesielt engasjerte her? Hvordan påvirker bruken av teknologi elevenes utforskning i naturfag? Dette er noen av spørsmålene vi har stilt oss gjennom forskningsarbeidet vårt. Svarene vil vi formidle gjennom denne boka.

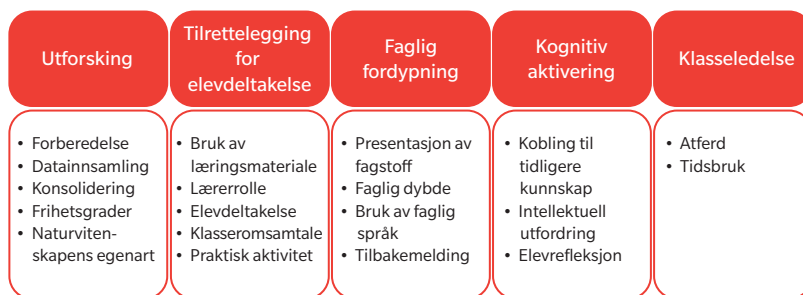
KVALITET I NATURFAGUNDERVISNING

Hva er kvalitet i naturfagundervisningen? Hvilke elementer skal vi legge vekt på når vi skal vurdere hva som er kvalitet i naturfag? Etter vårt syn må kvalitet i naturfagundervisningen gjenspeile det som er viktig at elever har med seg videre i livet etter å ha deltatt i naturfagundervisning. Læringsutbytte står derfor sentralt. Det er viktig at elever tilbys sentral og relevant kunnskap om naturen, og at de vet hvordan denne kunnskapen er skapt. Men like viktig er det at elever skal oppleve et personlig engasjement i denne kunnskapen ved at de har erfaringer med å bruke den, at de selv kan skaffe til veie kunnskap de trenger, og at de er i stand til å produsere egen kunnskap gjennom utforskende prosesser. Ved å overføre kjent kunnskap til bruk i nye situasjoner ser elevene verdien av kunnskapen og vil forhåpentligvis også bruke den senere.

Wittek og Kvernbekk (2011) beskriver kvalitet i utdanning som transformasjon, altså en grunnleggende forandring. Elevers utdanningsprosess kan involvere både kognitiv og personlig vekst. De hevder at transformasjonen kan oppfattes på ulike måter; som å *styrke elevens handlekraft* (empowering) eller som å *øke elevens kunnskap* (enhancing). Med handlekraft mener vi vilje og kraft til å utrette noe (NAOB, 2021). En viktig forutsetning for at elevens handlekraft kan styrkes og elevens kunnskap kan økes, er et *godt læringsmiljø*. Derfor har vi i LISSI-studien valgt å fokusere på tre sentrale grunnpilarer – handlekraft, kunnskap og læringsmiljø, som er delt inn i fem undervisningsdimensjoner. Hver av disse belyser viktige aspekter ved god naturfagundervisning: *utforskning*, *tilrettelegging for elevdeltakelse*, *faglig fordypning*, *kognitiv aktivering* og *klasseledelse*. Til sammen utgjør grunnpilarer og dimensjoner et rammeverk som har ledet studien vår, og som gir struktur til denne boka. Figur 1.1 og 1.2 gir en oversikt over undervisningsdimensjoner, kvalitetskriterier og kategorier for observasjon av undervisningskvalitet.



Figur 1.1 Oversikt over sentrale undervisningsdimensjoner som blir presentert i denne boka. LISSI-studien legger til grunn at disse belyser aspekter ved kvalitet i naturfagundervisning.



Figur 1.2 Dimensjoner av undervisningskvalitet med kategorier for observasjon og analyse av undervisningskvalitet.

Vårt utgangspunkt er at kvalitet i naturfagundervisningen må være forenlig med et sosiokulturelt syn på læring og knyttet til naturfag som allmenn-dannelse. Verdier og kvalitetskriterier som demokratisk dannelse, kritisk tenkning, forankret faglighet, nysgjerrighet, selvstendighet, etisk bevissthet, bærekraft, sosial rettferdighet og menneskeverd er fundament for allmenn-dannelsen. Kvaliteter ved elevers læring bør knyttes til både faglig, sosial og personlig utvikling. Derfor er det sentralt for oss å studere klasseromaktiviteter som styrker både elevenes faglige handlekraft og deres kunnskapsbase.

I møte med framtidens samfunnsliv og arbeidsliv vil elevene møte behov for å kunne omstille seg og utforske nye situasjoner, innhente ny informasjon og vurdere de beste løsningene på stadig nye problemstillinger. Å ha kompetanse i utforskende måter å arbeide på og naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, slik det er beskrevet i den nye læreplanen i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2019a), vil kunne styrke elevenes handlekraft. Dette er både sentralt og vesentlig for å oppnå dyp forståelse av naturfaglig kunnskap.

Handlekraft

Moderne utdanning forbindes ofte med kvaliteter som autonomi, uavhengighet, ansvarlighet, kritisk tenkning og vurderingsevne. Det er eleven selv i møte med verden. Biesta (2015) kaller dette for å være subjekt i eget liv; et «selv» (subjektivering). Disse kvalitetene henger sammen med å styrke elevenes handlekraft som vi forstår som vilje og evne til handling. I vår studie og i denne boka representeres handlekraft blant annet med utforskende naturfag og tilrettelegging for elevdeltakelse. Begrepet handlekraft har en

del overlapp med «handlingskompetanse» som er brukt i naturfag spesielt i forbindelse med undervisning i bærekraft og helse (Jensen & Schnack, 1997; Mogensen & Schnack, 2010). Siden handlingskompetanse er et mangefasettert begrep som blant annet omfatter både holdninger, ferdigheter og kunnskap (Bjønness & Sinnes, 2019; Mogensen & Schnack, 2010), har vi i LISSI valgt å bruke handlekraft og å skille mellom handlekraft og kunnskap for å gjøre analysene våre mer oversiktlige.

Kunnskap

Handlekraft må ses i sammenheng med dyp faglig forståelse, og derfor er kunnskapsdimensjonen viktig. Å oppnå kunnskap og ferdigheter er med andre ord sentralt for naturfagundervisning. Elever skal ha kunnskaper i naturfag, men også om naturfag og naturvitenskap som sosial institusjon i samfunnet (Sjøberg, 2009). En naturvitenskapelig kultur uttrykkes blant annet ved bruk av naturfaglig språk og naturvitenskapelige tenkemåter og praksiser, som er viktige elementer i både elevers handlekraft og kunnskap. Kvalitet i elevers naturfagutdanning er selvsagt også avhengig av et godt og inkluderende læringsmiljø. Inspirert av Dewey (1933) ser vi at det er viktig at elever selv utforsker og reflekterer over spørsmål hentet fra deres egen erfaringsverden. Dette knyttes også til målet om å utdanne elever til naturfaglig allmenndannelse (scientific literacy). Å ha en forståelse av og kunnskap om naturfaglig utforsking og naturvitenskapens vesen, og det å være i stand til å bruke den, er en sentral del av naturfaglig allmenndannelse. Det er viktig å bringe inn kontekster fra elevenes hverdagsliv og andre sosiovitenskapelige temaer for på den måten ha et bredt perspektiv på naturfaglig allmenndannelse. Dette innebærer både naturvitenskapens egne produkter og prosesser og realistiske situasjoner med naturvitenskapelige faktorer, som elever kan støte på som framtidige medborgere. På den måten bringes handlekraft og kunnskap sammen, og det legges til rette for at elevene må anvende begge.

Læringsmiljø

En viktig forutsetning for at elevene skal være aktive i læringsprosessen og kunne tilegne seg kunnskap, er et godt læringsmiljø. Hvordan kan naturfaglærere skape et godt læringsmiljø og styrke elevenes handlekraft?

Vi har ønsket å lage en bok som har relevans for konkret undervisning, og det er derfor vi presenterer mange eksempler på hvordan god naturfagundervisning ser ut i praksis.

Et eksempel fra våre observasjoner er elever på ungdomstrinnet som skulle dokumentere sitt eget forbruk av varer og tjenester i hverdagen. De skulle diskutere det med tanke på forbruk i et bærekraftig samfunn og kritisk problematisere eget forbruk basert på kunnskap om bærekraft. Elevene ble gitt autoritet til å utforske sin egen hverdag. Her var det ingen kjente fasitsvar, og elevene viste ansvar ved at oppgaven ble gjort utførlig, forståelig og underholdende (!) for de andre elevene. Et annet eksempel er elever på barnetrinnet som skulle utforske typiske kjennetegn ved dinosaurer og på grunnlag av det modellere sin egen fantasidinosaur i leire.

I begge disse eksemplene brukte elevene mye kreativitet til å transformere kunnskap fra naturfag til noe nytt og egenprodusert. Elevene på ungdomstrinnet brukte en sosial medieplattform (snapchat) til å lage små videoer som formidlet forbruket deres i lys av bærekraftig utvikling. Barnetrinnselevene omformet det de visste om dinosaurer, til en figur i leire. De kombinerte sine egne hverdagskunnskaper med ny kunnskap til et nytt produkt, noe som kjennetegner kreative prosesser. Vi mener at eksemplene viser undervisning som utvikler både elevenes handlekraft og kunnskap og kan føre til god naturfaglig allmenndannelse.

BAKGRUNN FOR LISSI-PROSJEKTET

I dette forskningsprosjektet har vi undersøkt naturfagundervisning og hvordan den innvirker på hva elever lærer. Videoobservasjoner som forskningsmetode har gitt oss en unik mulighet til å studere naturfagundervisning. Vi kom tett på elever og lærere i klasserommet med lyd og bilder. Film fra elevers hodekamera ga oss mulighet til å se undervisningen fra elevenes perspektiv. Flere store internasjonale undersøkelser måler norske elevers kompetanse i naturfag gjennom gode, gjennomtenkte oppgaver som elevene svarer på skriftlig. Naturfag er et mangfoldig fag med mange muligheter for variasjon. Det inneholder mye praktisk arbeid, demonstrasjoner, undring over naturfenomener, læring av naturfaglige begreper og tolkning av ulike typer representasjoner. Det er derfor viktig å belyse naturfag fra ulike innfallsvinkler. Skriftlige prøver og videoobservasjoner

gir oss dermed komplementære perspektiver på læring og undervisning i et spennende og mangfoldig fag.

Det å belyse utforskende arbeidsmåter som utfordrer elevenes tenkning ved å engasjere dem i ulike typer undersøkelser, har vært sentralt i denne studien. Vi ønsker å gi en bredere forståelse av hva som motiverer elever i deres læreprosess i naturfag, og hva som bidrar til kvaliteten på det arbeidet de gjør. Elevene utforsker både tekster og eget praktisk arbeid. De prøver å forstå naturvitenskapelige forklaringer og har samtaler om aktuelle sosiovitenskapelige temaer som klimaendringer og virusangrep. Slike naturfaglige temaer er sentrale i elevenes hverdag, og de vil være sentrale i elevenes framtid. Naturfag er derfor et viktig fag som utrufter elever med logisk og kritisk tenkning, og som lærer dem å etterspørre evidens i viktig argumentasjon.

Bakgrunnen for LISSI-prosjektet var at Utdanningsdirektoratet ønsket å utforske sentrale funn og utfordringer som er avdekket blant annet i PISA (Programme for International Student Assessment) og TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) fra 2015. Dette er blant annet at elevenes kompetanse og resultater i naturfag, spesielt på ungdomstrinnet, ikke har hatt like positiv utvikling som lesing og matematikk, samtidig som utforskende og eksperimentelle arbeidsformer blir lite benyttet i undervisningen. Studiene antyder også at elevenes motivasjon synker fra barnetrinn til ungdomstrinn.

I LISSI har vi valgt å se spesielt på utforskende arbeidsmåter i naturfag, både fordi denne arbeidsformen står sentralt i norsk naturfag og i de internasjonale undersøkelsene, og også fordi vi ville ha mulighet for å sammenlikne på tvers av flere skoler og klasserom uavhengig av hvilke temaer som ble undervist. Utforskende arbeidsmåter hørte spesielt til hovedområdet «Forskerspiren» i læreplanen for naturfag fra Kunnskapsløftet, der det står (Utdanningsdirektoratet, 2006, s. 3):

I naturfagundervisningen framstår naturvitenskapen både som et produkt som viser den kunnskapen vi har i dag, og som prosesser som dreier seg om hvordan naturvitenskapelig kunnskap bygges og etableres. Prosessene omfatter utvikling av hypoteser, eksperimentering, systematiske observasjoner, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling. Forskerspiren skal ivareta disse dimensjonene i opplæringen og integreres i de andre hovedområdene.

I den nye lærerplanen, LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2019a), blir dette ivaretatt av kjerneelementet «Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter». Fordi «Forskerspiren» skulle integreres i de andre hovedområdene, var det større muligheter for å treffe på utforskende arbeidsmåter i mange av klassene vi observerte, enn om vi skulle sett på hovedområdet «Fenomen og stoffer» for eksempel. Vi har derfor sett på hvordan det utforskende elementet i hovedområdet «Forskerspiren» blir ivaretatt. I august 2020 ble LK20 innført i norsk skole. Vår datainnsamling er fra høsten 2018 og høsten 2019. LISSI gir dermed et godt grunnlag og utgangspunkt for å se på eventuelle endringer i naturfagundervisningen som følge av de nye læreplanene. Vi håper at den også kan fungere som sammenlikningsgrunnlag for eventuelle andre framtidige naturfagstudier.

FORSKNINGSPROSJEKTETS FORMÅL OG PROBLEMSTILLINGER

Hovedmålet i LISSI-prosjektet har vært å beskrive faktorer som har betydning for kvaliteten på undervisning som tilbys i naturfag i norske klasserom i dag. I tråd med LISSIs forståelse av kvalitet i form av tre grunnpilarer presenteres forskningsarbeidet i tre deler som gjenspeiler forskningsspørsmålene. Betydningen av funnene diskuteres til slutt.

- i. Handlekraft og elevdeltakelse: Hvordan styrkes elevenes faglige handlekraft og deltagelse i naturfag i de observerte klasserommene?
- ii. Kunnskap og naturfaglig fordypning: Hvordan legges det til rette for læring av naturfaglig kunnskap og fordypning, og hvilken betydning har det for elevenes læringsutbytte?
- iii. Casestudier: Hvordan ser god naturfagundervisning ut i praksis? Utvalgte eksempler.

Her i del I går vi nærmere inn på analyseverktøyet som er brukt for å måle undervisningskvalitet i LISSI-studien, og vi presenterer metoden bak studien.

I del II ser vi på hvordan elevenes faglige handlekraft kan styrkes. Handlekraft representeres med utforskende undervisning og praktiske aktiviteter som styrker elevdeltakelse i naturfag. Kapittel 4 og 5 tar opp utforskende undervisning ved å undersøke hva som ligger i begrepet utforskning, hvordan utforskning praktiseres i norske klasserom, og hvordan

kvaliteten på utforskende undervisning kan løftes. Vi legger spesielt vekt på å gi mange eksempler på utforskende undervisning, og vi presenterer enkle grep for å få undervisningen til å bli utforskende. Kapittel 6 ser på praktisk arbeid og hvordan det blir gjennomført av lærerne i LISSI-prosjektet. Det er viktig for oss å vise hvordan lærere kan tilrettelegge aktiviteter som støtter elevene i å lage gode koblinger mellom praktiske aktiviteter og teoretisk kunnskap.

I del III belyser vi kvalitetskriterier knyttet til kunnskap og faglig fordypning og drøfter flere muligheter til å legge opp til god naturfagundervisning. Kapittel 7 tar opp kvalitetstegn knyttet til kunnskap og læringsmiljø, og kapittel 8 undersøker sammenhenger mellom elevenes læringsutbytte og lærerens undervisning. I kapittel 9 forklares hva som ligger i begrepet faglig fordypning, hvordan faglig fordypning henger sammen med dybdelæring, og hvordan lærere kan legge til rette for faglig fordypning i naturfag.

Del IV tar for seg flere eksempler på god praksis som illustrerer undervisning som bidrar til læring og engasjement hos elevene. Eksempelene er valgt ut på bakgrunn av analyser av videoobservasjonene og ved å foreta casestudier av spesielt interessante forhold. Kapittel 10 stiller spørsmålet «hva kan vi forske på?» og viser hvordan elever kan utvikle forskbare spørsmål i klasserommet. Kapittel 11 ser på bruk av nettbrett i naturfagundervisning med et spesielt fokus på hvordan nettbrett kan integreres i praktiske forsøk. Kapittel 12 presenterer et klasserom med aldersblanding og undersøker hvordan yngre elever lærer naturfag av eldre elever. Til slutt viser kapittel 13 hvordan naturfag kan fremme elevens kreativitet og fantasi.

I del V oppsummerer og diskuterer vi noen sentrale funn i boka. I kapittel 14 retter vi oppmerksomhet mot implikasjoner for utvikling av naturfagundervisning på bakgrunn av funnene med det formål å styrke elevenes kunnskapsbase og faglige handlekraft. Vi har også med et kommenterende kapittel 15 der Stein Dankert Kolstø drøfter muligheter og utfordringer i naturfagundervisning og kommenterer bokas analyser og forslag i lys av disse.

I vedlegg A presenteres en evidensbasert observasjonsmanual som er ett av LISSI-prosjektets produkter. Observasjonsmanualen angir kvalitetskriterier for ulike dimensjoner av undervisningen, og den er et godt utgangspunkt for videreutvikling av fagdidaktisk kompetanse hos naturfaglærere og lærerutdannere. Vedlegg B gir en oversikt over samlevariabler som inngår i analyser i kapittel 8.



KAPITTEL 2

HVORDAN VURDERE UNDERVISNINGSKVALITET I NATURFAG?

Mai Lill Suhr Lunde, Johannes Sæleset, Solveig Karlsen, Marit Kjærnsli,
Magdalena Kersting, Magne Olufsen og Marianne Ødegaard

Klasseromsundervisning innebærer mange komplekse situasjoner. Læreren er sentral, men det er mange interaksjoner mellom lærer og elev og elever imellom. Elever lærer ulikt ut fra bakgrunnskunnskap, interesse og evner. Naturfaglærere har svært ulik tilgang til utstyr og andre fasiliteter for å kunne støtte sin undervisning. Hvordan kan vi vurdere hva som er god undervisningspraksis, og hvordan kan vi observere undervisning effektivt og nyansert?

INTRODUKSJON

Vi har innledningsvis beskrevet hvordan vi knytter undervisningskvalitet i naturfag til utvikling av elevenes handlekraft og faglige kunnskap, og til læringsmiljøet i klasserommet. Der har vi også beskrevet hvordan vi har valgt å se dette i lys av fem dimensjoner for kvalitet i undervisningen. I dette kapitlet forteller vi hvordan disse dimensjonene kommer til uttrykk i undervisning.

HVORDAN ANALYSERE VIDEODATA FOR Å VURDERE KVALITET I UNDERVISNINGEN?

For å kunne gå i dybden av undervisningspraksisene i naturfag i de 20 klasserommene valgte vi i LISSI-studien å benytte videoobservasjon som forskningsmetode. Siden vi hadde behov for et analyseverktøy som kunne gi pålitelig kunnskap om spesifikke sider av undervisningens kvalitet, utviklet vi en observasjonsmanual¹ basert på viktige kvalitetstrekk ved undervisningspraksis. I utviklingsprosessen tok vi utgangspunkt i undervisningskvalitet beskrevet i litteraturen, samt observasjoner i klasserommet. Observasjonsmanualen består av de fem dimensjonene av undervisningskvalitet: *utforskning*, *tilrettelegging for elevdeltakelse*, *faglig fordypning*, *kognitiv aktivering* og *klasseledelse*. Dimensjonene er videre brutt ned til 19 kategorier av observerbare praksiser (figur 2.1).



Figur 2.1 Strukturen i LISSI-manualen. Dimensjoner av undervisningskvalitet med kategorier for observasjon og analyse av undervisningskvalitet og profesjonsutvikling.

Observasjonsmanualen ble utviklet i første fase av LISSI-prosjektet, og vi anser den for å være et svært viktig produkt av vårt arbeid i LISSI. Ikke bare som et analyseverktøy for observasjon av undervisning, men også som et verktøy for lærere, til refleksjon, analyse og profesjonsutvikling. Utgangspunktet for prosessen med å utvikle manualen var eksisterende verktøy for kategorisering og analyse av undervisning samt litteratur knyttet til

1 https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/lissi-laring-naturfag/lissi_observasjons-manual.pdf

undervisningskvalitet. Vi benyttet litteratur både fra naturfag og andre fag. I startfasen valgte vi en spesifikk observasjonsmanual (PLATO, Protocol for Language Arts Teaching Observation). Ettersom denne manualen var utviklet for språkfag, ble det tidlig klart at det var behov for tilpasninger for å kunne fange opp ulike aspekter ved naturfagundervisning, i særlig grad relatert til utforskende arbeidsmåter og naturvitenskapens egenart. PLATO-manualen ble derfor justert ved at enkelte kategorier ble fjernet og andre lagt til, basert på observasjon, diskusjon blant forskerne i prosjektet og litteratur. For en mer detaljert beskrivelse av utviklingsprosessen, se kapittel 3 om metode. Den endelige observasjonsmanualen ble benyttet til analyse av alle videodata, og den kan videre benyttes som et verktøy for lærere og lærerstudenter til refleksjon og profesjonsutvikling (noe som illustreres i del IV – «Casestudier»).

DIMENSJONER OG KATEGORIER I LISSI-MANUALEN

De fem dimensjonene *utforsking*, *tilrettelegging for elevdeltakelse*, *faglighet*, *kognitiv aktivering* og *klasseledelse* fanger opp ulike aspekter ved naturfagundervisning som bidrar til undervisning av høy kvalitet. God undervisning støtter elevene i utvikling av naturfaglig kunnskap og kompetanser innenfor utforsking og kritisk tenkning, og utrunder dem til handlekraftig deltakelse i samfunnet. I en undervisningssituasjon er læringsmiljøet avgjørende for å legge til rette for slik utvikling.

De fem dimensjonene av undervisningskvalitet er i LISSI-manualen delt opp i kategorier av observerbare kjennetegn på kvalitet i undervisningen. Alle kategoriene er organisert med en overordnet beskrivelse grunnlagt med forskning som viser at den aktuelle kategorien av undervisningskvalitet er sentral i god klasseromspraksis. Kategoriene er videre inndelt i fire koder som indikerer i hvilken grad undervisningen inneholder evidens for undervisningspraksisen som kategorien beskriver. Kode 1 viser til ingen evidens for den aktuelle praksisen, kode 2 begrenset evidens, kode 3 viser evidens, men med noen begrensninger, og kode 4 indikerer sterk evidens. Dette innebærer at kvaliteten øker med økende kodennummer. Det er viktig å påpeke at god undervisning ikke nødvendigvis kodes høyt for alle kategorier, noe som vi kommer til å se flere ganger i løpet av boka.

Handlekraft

Utvikling av elevens handlekraft er en av grunnpilarene i LISSI-studien og omfatter dimensjonene *utforskning* og *tilrettelegging for elevdeltakelse*. Kategoriene i disse to dimensjonene setter søkelyset på elevenes aktivitet.

Utforskningsbegrepet er brutt ned til fem kategorier, hvorav tre som beskriver selve utforskningsprosessen. Disse tre kategoriene tilsvarer de tre utforskende faser som vi har valgt å se på: *forberedelse*, *datainnsamling* og *konsolidering*. Gjennom disse fasene registreres lærerens tilrettelegging for at elevene undrer seg og stiller forskbare spørsmål, utvikler hypoteser, samler inn data fra primære eller sekundære kilder og trekker konklusjoner basert på funn og observasjoner. Prosessene er viktige for utvikling av elevens handlekraft og gir kompetanse i problemløsning. De tre utforskende fasene representerer også lærerens fokus på naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, fra forskningsspørsmål og hypotese til argumentasjon for egne funn og påstander. Ved å observere hvordan utforskning praktiseres i undervisningen, kan vi få kunnskap om hvordan læreren vektlegger de utforskende fasene. Å kunne foreta kritiske vurderinger og å argumentere for egne påstander er en viktig kompetanse for deltakelse i samfunnet, og den kan trenes opp gjennom utforskende arbeidsmåter. Figur 2.2 illustrerer hvordan kategorien *forberedelse* operasjonaliseres i observasjonsmanualen.

Formålet med denne kategorien er å beskrive hvordan en aktivitet i forberedelsesfasen kan være av god kvalitet. Aktiviteten innebærer arbeid med aktivering av forkunnskaper, utforming av spørsmål, hypoteser eller prediksjoner som skal utforskes, og planlegging av utforskning. Dersom ingen av disse elementene er til stede i segmentet, gis kode 1. For kode 2 forekommer undringsaktiviteter eller aktivering av forkunnskaper, mens det gis kode 3 dersom det er utviklet et forskbart spørsmål, en hypotese eller prediksjon i segmentet. Alternativt gis det også kode 3 dersom elevene planlegger et forsøk ut fra et gitt spørsmål, en prediksjon eller hypotese. For å få høyeste kode må det være elevene selv som utvikler forskbare spørsmål, prediksjoner eller hypoteser, og planlegger utforskninger basert på disse. Denne kategorien beskriver altså undervisningens kvalitet i henhold til vår definisjon av den forberedende fasen i en utforskning. Denne definisjonen er igjen basert på litteratur om utforskende arbeidsmåter (Bybee et al., 2006; Knain & Kolstø, 2011; Ødegaard et al., 2016). I kapittel 4 og 5 kommer vi tilbake til vår definisjon av utforskning og illustrerer god utforskning gjennom flere eksempler.

KAPITTEL 2: HVORDAN VURDERE UNDERVISNINGSKVALITET I NATURFAG?

Forberedelse	
Kategorien fokuserer på første fase i utforskende undervisning. I forberedelsesfasen legger læreren til rette for utforskning ved å vekke undring, og elever eller lærer stiller spørsmål, lager hypotese eller prediksjon. Undervisning som gis lav kode, kan inneholde undringsaktiviteter, men det blir ikke utviklet en prediksjon, en hypotese eller et forskbart spørsmål. <i>Forberedelse</i> gis høy kode dersom lærer eller elever utvikler et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon som skal utforskes. Ref.: Bybee et al. (2006); Knain & Kolstø (2011); Ødegaard et al. (2016)	
Kode 1	Undervisningen inneholder ikke undringsaktiviteter, prediksjoner, hypotesedannelse, forskbare spørsmål eller aktivisering av forkunnskaper.
Kode 2	Lærer initierer undringsaktiviteter eller aktiverer elevenes forkunnskaper. Det blir ikke utviklet en prediksjon, en hypotese eller et forskbart spørsmål.
Kode 3	Lærer eller elever utvikler et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon. Eller Elevene planlegger en utforskning basert på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon som er gitt av lærer eller andre.
Kode 4	Elevene planlegger en utforskning basert på deres egne forskbare spørsmål, hypoteser eller prediksjoner.

Figur 2.2 Kategorien *forberedelse* fra dimensjonen *utforskning*.

Videre beskrives utforskning gjennom datainnsamling. Her endres kodene i henhold til hvorvidt datainnsamlingen er knyttet eksplisitt til å finne svar på et forskbart spørsmål, og om datainnsamlingen dokumenteres. For kategorien *konsolidering* er kodene knyttet til hvordan innsamlede data behandles. Dersom det ikke er fokus på dataene, eller data kun beskrives, gis det lave koder. Høye koder gis når elevene og læreren trekker konklusjoner basert på innsamlede data og setter disse i sammenheng med naturfaglig kunnskap.

Fribetsgrader og *naturvitenskapens egenart* er de to siste kategoriene i dimensjonen *utforskning*. *Fribetsgrader* fokuserer på hvor stor grad av frihet elevene har i en aktivitet eller utforskning. Denne kategorien kodes høyt når elevene gis stort handlingsrom. Dette er nødvendig for at elevene selv skal kunne få en utforskende tilnærming til naturfag. Gjennom kategorien *naturvitenskapens egenart* beskriver vi hvordan undervisning har referanser til epistemologisk kunnskap, blant annet til det som gjelder grunnleggende skiller i naturvitenskapen (skillet mellom observasjoner og slutning, og mellom teori og lov), kjennetegn på naturvitenskapelig

kunnskap og sammenhenger mellom de ulike naturfagene. Implisitte referanser til disse kjennetegnene (gjennom for eksempel utforsking) gir kode 2, mens eksplisitte koblinger, for eksempel når læreren sier at dette er hvordan forskere jobber, og som legger til rette for forståelse av naturvitenskapens egenart, gir høyere koder.

Tilrettelegging for elevdeltakelse er brutt ned til kategoriene *bruk av læringsmateriale*, *lærerrolle*, *elevrolle*, *klasseromsamtale* og *praktisk aktivitet*. Disse kategoriene beskriver hvordan læreren legger opp til aktiviteter som bidrar til at elevene er deltakende i egen læreprosess. Kategorien *bruk av læringsmateriale* fokuserer på om læreren legger til rette for at elevene bruker bøker, arbeidsark, nettsider, tavle og annet undervisningsmateriale aktivt for å finne svar på spørsmål og faglige forklaringer. Kategoriene *lærerrolle* og *elevdeltakelse* fokuserer på hvorvidt læreren legger til rette for elevaktiviteter og samtale mellom elever, og i hvilken grad elevene faktisk er aktive. Gjennom kategorien *klasseromsamtale*, som er todelt, beskrives hvordan læreren legger til rette for at elevene får mulighet til å ha faglige samtaler, enten med lærer eller med hverandre. I kategorien evalueres det også om læreren følger opp elevsvar, eventuelt utdyper svarene og diskuterer elevsvarene med elevene. Den siste kategorien i dimensjonen *tilrettelegging for elevdeltakelse* fokuserer på praktiske aktiviteter elevene jobber med i undervisningen, herunder aktiviteter som rollespill, simuleringer eller forsøk. Undervisningen får høye koder når aktivitetene eksplisitt knyttes opp mot læring av naturfaglige begreper.

Kunnskap

Tilrettelegging for elevenes utvikling av naturfaglig kunnskap er fokus i dimensjonene *faglig fordypning* og *kognitiv aktivering*. Undervisning med disse kvalitetsdimensjonene legger til rette for at læreren kan støtte elever i å danne seg grunnlag for å kunne ta velbegrunnede og kunnskapsbaserte valg i fremtiden. Kunnskapsbygging kan relateres til lærerens faglige forklaringer og hvordan fagstoffet presenteres. Dette er viktige elementer for elevenes forståelse.

Dimensjonen *faglig fordypning* er brutt ned til kategoriene *presentasjon av fagstoff*, *faglig dybde*, *bruk av faglig språk* og *tilbakemelding*. Denne dimensjonen beskriver hvordan læreren formidler fagkunnskap til elevene

og hjelper dem til å forbedre sine arbeider. Kategoriene i dimensjonen henspiller til en viss grad også på elevkunnskap.

Kategorien *presentasjon av fagstoff* fokuserer på lærerens forklaringer og illustrasjoner. God presentasjon av fagstoff er korrekt, presis og nyanisert – og oppklarer eventuelle misforståelser hos elevene. Kategorien *faglig dybde* beskriver hvorvidt læreren setter kunnskapen inn i en kontekst. Denne kategorien er todelt og bringer inn et elevperspektiv i form av hvorvidt elevene viser forståelse av begreper i en sammenheng. *Bruk av faglig språk* fokuserer på hvordan læreren bruker og legger til rette for elevenes mulighet til å bruke faglig språk og begreper. Til sist fokuserer kategorien *tilbakemelding* på hvordan læreren gir elevene respons på deres bruk av ferdigheter, begreper eller strategier. Gode tilbakemeldinger er knyttet til spesifikke elevarbeider eller ideer og gjør det klart for elevene hvordan de kan utvikle seg faglig.

Dimensjonen *kognitiv aktivering* er brutt ned til tre kategorier: *kobling til tidligere kunnskap*, *intellektuell utfordring* og *elevrefleksjon*. Kategorien *kobling til tidligere kunnskap* fokuserer på verdien av å trekke linjer til elevenes forkunnskaper, enten fra undervisning eller personlige erfaringer. Denne praksisen kan bidra til at elevene setter ny kunnskap i en sammenheng. Denne kategorien har vi beskrevet som vist i figur 2.3.

Det er ikke naturlig at læreren til enhver tid viser til elevenes tidligere kunnskap gjennom en undervisningsøkt, men det kan være hensiktsmessig å gjøre det flere ganger i løpet av økten. Til dimensjonen hører også kategorien *elevrefleksjon*, som beskriver hvordan læreren oppfordrer elevene til å tenke gjennom hva de har lært i denne undervisningsøkten. For å få en høy kode her må elevene oppfordres til å tenke gjennom hva de har lært i undervisningen, og tillegg forklare hva de har forstått. Det gis kode 4 dersom elevene også evner å sette kunnskapen i sammenheng med noe de har lært tidligere og/eller i en ny kontekst. *Intellektuell utfordring* beskriver hvordan læreren utfordrer elevene kognitivt til analyse og refleksjon, i motsetning til å kunne gjengi en definisjon eller et begrep. I undervisning som gir høy kode for *intellektuell utfordring*, utfordres elevene til å analysere, reflektere, komme med ideer og forklaringer, og trekke begrunnede konklusjoner.

Kobling til tidligere kunnskap

Kategorien har fokus på i hvilken grad og hvordan læreren knytter elevens tidligere fagkunnskap og personlige erfaringer til ny kunnskap i segmentet. Her er kunnskap og erfaringer både i og utenfor klasserommet inkludert. Forskning tyder på at det å knytte sammen ny kunnskap med det elevene tidligere har lært, vil øke mulighetene for en dypere forståelse av fagstoffet, i tillegg til at elevene selv danner forbindelser mellom ny og tidligere kunnskap.

Koblinger til tidligere kunnskap som ikke settes tydelig i sammenheng med dagens undervisnings-økt, gis lav kode. Undervisning gis høy kode dersom læreren bygger på tidligere kunnskap for å videreutvikle kunnskaper og ferdigheter, i tråd med målet for timen.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013)

Kode 1	Verken lærer eller elever refererer til tidligere undervisning. Læreren fremkaller ikke elevenes forkunnskaper.
Kode 2	Læreren eller elevene kan referere kort eller overfladisk til tidligere undervisning, eller læreren forsøker å fremkalle elevenes forkunnskaper. Forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens undervisningsøkt er ikke tydelige.
Kode 3	Læreren fremkaller eller refererer til elevens tidligere akademiske kunnskap eller personlige erfaringer flere ganger. Forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens økt er tydelige nok til å kunne bidra til at elevene forstår det nye fagstoffet.
Kode 4	Læreren eller elevene refererer eksplisitt til tidligere undervisning og/eller fremkaller elevens tidligere kunnskap (ett eller flere klare eksempler). Forbindelser mellom tidligere kunnskap og nye naturfaglige begreper eller oppgaver er tydelige, eksplisitte og spesifikt knyttet til det nye lærestoffet.

Figur 2.3 Beskrivelse av kategorien *kobling til tidligere kunnskap*.

Læringsmiljø

En viktig forutsetning for at elevene skal være aktive og kunne tilegne seg kunnskap, er et godt læringsmiljø. Dimensjonen *klasseledelse*, som er delt i to kategorier, *atferd* og *tidsbruk*, handler om læringsmiljø. Den første viser til graden av forstyrrelser fra elever i undervisningen, og hvorvidt læreren må bruke tid på å få ro i klasserommet. Den andre viser til i hvilken grad læreren legger opp til effektiv tidsbruk i undervisningen. Det vil si at mesteparten av tiden i undervisningssekvensen benyttes til naturfaglige aktiviteter, og ikke til aktiviteter som ikke er faglig relevante.

OBSERVASJONSMANUALEN SOM VERKTØY FOR REFLEKSJON OG PROFESJONSUTVIKLING

Manualen omfatter altså viktige elementer av klasseromspraksiser i naturfag. Noen er mer generelle praksiser og kan være relevante også i andre fag, men manualen er utviklet spesifikt for å fange opp undervisningsaktiviteter som har en sentral rolle for elevenes læring i naturfag. Eksempler på slike aktiviteter er praktiske aktiviteter og hvordan læreren kobler disse til læringsmålene. Her beskrives også i hvilken grad læreren har fokus på å knytte undervisningen til naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter. Observasjonsmanualen inneholder nyttig informasjon om hvilke grep som kan gjøres for å heve kvaliteten på undervisningen, og viser mangfoldet av undervisningspraksiser som alle kan gi grunnlag for god læring. Differensieringene mellom kodene 1–4 i LISSI-manualen viser konkrete (og ofte små) justeringer som kan bidra til å heve nivået på en undervisningsøkt. Et eksempel er å bruke elevenes forkunnskaper eksplisitt når de arbeider med ny kunnskap, eller å oppfordre elevene til å utdype sine svar og argumentere for sine ideer. Manualen inneholder, i tillegg til beskrivelser av kategoriene, en del illustrerende eksempler. Ett eksempel er fra en klasse som utforsker salter og hvordan NaCl løses i vann. I etterarbeidet trekker læreren frem elevenes forkunnskaper om atommodeller og oktettregelen, og i fellesskap kommer de først frem til hvordan NaCl blir dannet, og deretter hvordan vannmolekylenes dipolaritet gjør at ionebindingen brytes (beskrevet nærmere i kapittel 6).

For lærerstudenter kan manualen være et støttende verktøy i praksissituasjoner, som utgangspunkt for veiledning, refleksjon og planlegging av undervisning. Den kan også være en støtte for masterstudenter i et fagdidaktisk forskningsarbeid. For lærere kan observasjonsmanualen fungere som inspirasjon til variert og god naturfagundervisning, refleksjon over gjennomført undervisning og til kollegaveiledning. Evaluering av undervisning opp mot konkrete kategorier kan bidra til nye perspektiver på egen undervisningspraksis. I denne antologien vil vi gjennom flere eksempler illustrere hvordan manualen kan beskrive undervisningskvalitet.

OPPSUMMERING

LISSI observasjonsmanual for naturfagundervisning har blitt utviklet med det formål å fange opp ulike aspekter ved naturfagundervisning som bidrar til undervisning av høy kvalitet. Manualen har fokus på utvikling av elevenes handlekraft og naturfaglige kunnskap i et godt læringsmiljø, og på klasseromspraksiser som er sentrale for LISSI-prosjektets grunnpilarer. Ved å inkludere dimensjonene *utforskning*, *tilrettelegging for elevdeltakelse*, *faglig fordypning*, *kognitiv aktivering* og *klasseledelse*, og beskrive disse nærmere i 19 kategorier, har vi utviklet en manual som er egnet til å gi et bilde av undervisningskvalitet i naturfag. Manualen har detaljerte beskrivelser av hvordan læreren gjennom små grep og justeringer kan bidra til å øke kvaliteten på undervisningen. Den har også fokus på for eksempel hvordan utforskning med høy elevdeltakelse og en sterk kobling mellom faglige forklaringer og empiri kan utformes i klasserommet. Observasjonsmanualen kan benyttes i fagdidaktisk forskning, men er også et viktig verktøy for lærerstudenter og lærere til refleksjon og analyse av egen undervisning, og mulighet for profesjonsutvikling.

KAPITTEL 3

FORSKNINGSDESIGN OG METODE

Mai Lill Suhr Lunde, Johannes Sæleset, Marit Kjærnsli, Magdalena Kersting,
Solveig Karlsen, Magne Olufsen og Marianne Ødegaard

Hvordan belyse naturfagundervisning i dybden? Hva slags forskningsdesign trengs for å kunne si noe om kvalitet i naturfagundervisning i norske klasserom? I dette kapitlet vil vi se nærmere på metodikken som ligger bak LISSI-studien. Studien er utformet etter mange vurderinger knyttet til design og metode. I dette kapitlet vil vi presentere grunnlaget for våre analyser og resultater for lesere som er spesielt interesserte i dette. Siden målgruppa for denne boka primært er lærere og lærerstudenter, har vi valgt å presentere en noe forkortet versjon av forskningsdesign og metode. En mer detaljert beskrivelse finnes i kortrapporten *Tett på naturfag i klasserommet*.

INTRODUKSJON

Formålene med LISSI-studien var å danne et bilde av bredden i naturfagundervisningen i norske klasserom, gå i dybden på noen aktuelle emner og undersøke sammenhenger mellom undervisning og elevenes læring i naturfag. Disse formålene ble oppfylt ved at vi gjennomførte tre delstudier og to runder med videoobservasjoner. I dette kapitlet presenteres de enkelte elementene av forskningsdesignet som også oppsummeres i boks 3.1.

Boks 3.1 Utvalg og metode i LISSI-studien**Videostudien**

Første runde av videoobservasjoner (høst 2018):

- 20 klasserom, 10 på barnetrinnet og 10 på ungdomstrinnet
- 4 timer i hvert klasserom

Andre runde med videoobservasjoner (høst 2019):

- 11 klasserom, 6 på barnetrinnet og 5 på ungdomstrinnet
- 4 timer i hvert klasserom

Intervju av lærere

- 6 lærere fra de observerte klassene ble intervjuet

Kvantitativ del (en test bestående av en naturfagprøve og et spørreskjema):

- 1248 elever fra 37 skoler på ungdomstrinnet
- 569 elever fra 24 skoler på barnetrinnet

VIDEOSTUDIER

Videostudiene er sentrale i LISSI-prosjektet. Videoobservasjoner gir grunnlag for dybdestudier av komplekse klasseromspraksiser på en systematisk måte, og tidligere studier har vist potensial for nærmere utforskning av undervisningskvalitet (Heath et al., 2010; Klette, 2015; Snell, 2011). Ved å analysere mange undervisningsøkter kan vi, som nevnt innledningsvis, også si noe om bredden av undervisningspraksiser i naturfag. Videodata er særlig egnet til å se sammenhenger mellom ulike undervisningspraksiser, elevresponser og læringsprosesser. Slike sammenhenger er av interesse for læreres profesjonsutvikling, ledelse og vurdering av lærere, i tillegg til innenfor utdanningspolitikk (Cohen & Goldhaber, 2016; Liu et al., 2019). Chetty og kolleger (2014) viste i en stor studie at elevenes prestasjoner kunne økes betraktelig ved å heve lærernes undervisningskvalitet. Kane og Staiger (2012) konkluderte med at lærere som er effektive i ulike undervisningspraksiser, som for eksempel klasseledelse og kognitiv aktivering, har elever som presterer høyere enn andre.

En styrke ved videoobservasjoner er at opptakene kan ses gjentatte ganger og av flere forskere, noe som legger til rette for troverdig og helhetlig forståelse av hva som skjer i undervisningen (Blikstad-Balas, 2017).

Videostudier har også visse utfordringer. Det er ikke gitt at fastmonterte kameraer kan fange opp alle situasjoner av interesse, som for eksempel en faglig samtale. Her kan hodekamera bidra til å avhjelpe disse utfordringene, noe vi har benyttet i vår studie. Kamerautstyret kan påvirke både elever og lærer. Dersom opptakssituasjonen påfører læreren stress, kan dette bidra til at undervisningen ikke representerer det som er vanlig i det aktuelle klasserommet. Det kan også gi seg utslag i hvordan læreren planlegger undervisningen, og hvordan interaksjoner i klasserommet foregår. I LISSI-studien anmodet vi lærerne om å planlegge sin undervisning som normalt. Elever kan også bli påvirket av opptakssituasjonen. Selv om de unge er vant med videoopptak i sin egen hverdag, kan opptak til forskning fremstå som noe fremmed og noen ganger litt skremmende. Elever kan bli fokusert på kameraer og miste oppmerksomheten knyttet til undervisningen. I likhet med andre klasseromstudier (Klette et al., 2017) erfarte vi at selv om videoutstyret fanget elevenes interesse i begynnelsen, ble kameraene etter hvert ikke lagt merke til. Det kan være utfordrende at videoobservasjon gir store mengder data, og mengden datamateriale som analyseres, må i de fleste tilfeller begrenses av kapasitetshensyn. Det er alltid en risiko for at sentrale hendelser i klasserommet ikke blir analysert (Blikstad-Balas, 2017).

Gjennomføring av videostudie

Videostudiene i LISSI er inspirert av designet i prosjektene *Linking Instruction and Student Achievement* (LISA) (Klette et al., 2017) og *Forskerfotter og leserotter* (Ødegaard et al., 2014). Det ble montert opp to videokameraer i klasserommet, ett rettet mot læreren og ett rettet mot elevene. Lyd ble tatt opp gjennom én mikrofon festet til læreren og én mikrofon midt i klasserommet. På denne måten dokumenterte vi lærerens undervisningspraksis, som var vårt hovedfokus, samtidig som elevers deltakelse ble fanget opp. Disse opptakene ble automatisk synkronisert. For å kunne studere elevdiskusjoner og elevarbeid nærmere monterte vi hodekamera på to elever². I begge omganger med videofilming (høst 2018 og 2019) observerte og filmet vi minst fire naturfagtimer i hver klasse, over perioder på 1–4 uker.

2 Elevene ble valgt ut av læreren blant elever som var villige til å ha kamera på. For å redusere belastningen på elevene ble begge kamera fordelt over flere elever under lange undervisningsøkter.

Etikk

Vi har drøftet og tatt hensyn til de spesifikke problemstillingene som kjenner seg ut fra prosjekter som behandler personopplysninger, og videoopptak spesielt. Videoopptak i klasserom gjør det mulig å identifisere lærer og elever, og samtaler som ikke er relatert til undervisning, kan bli tatt opp (Frøyland et al., 2015). Vi har respekt for personvernet og drøftet elevenes personvern spesielt i forbindelse med samtykke til deltakelse. Det er lærerne som har formidlet invitasjon til å delta i prosjektet til sine elever, for å gi dem mest mulig reell mulighet til å si sin mening. Da alle elevene er under 15 år, er det likevel foresatte som har gitt skriftlig samtykke til deltakelse. For elever uten samtykke til å delta har skolen enten tilbudt tilsvarende undervisning i for eksempel parallellklasser, eller de har vært til stede i klasserommet uten å bli identifisert på lyd eller bilde. Lærere som er filmet og intervjuet, har også gitt informert samtykke. Vi har lagt vekt på å unngå å ta opp sensitiv informasjon og har bedt lærerne skru av mikrofonen før samtaler med elever om personlige ting. All personidentifiserende informasjon er lagret nedlåst eller på krypterte servere. LISSI-prosjektet er godkjent av NSD.

Utvalg av klasser

Den første delen av videostudien ble gjennomført i et utvalg på ti klasser fra barnetrinnet og ti klasser fra ungdomstrinnet (N = 20). Vi rekrutterte skoler/lærere på bakgrunn av deltakelse i naturfagprosjekter som *Forskerfotter og leserotter* (Ødegaard et al., 2014), *Nysgjerrigper*³, *Den naturlige skolesekken*, *Nøkler til naturfag*⁴ eller andre forhold som vi fikk kjennskap til. Alle skolene var i nærområdene til Universitetet i Oslo (UiO) eller UiT Norges arktiske universitet (UiT).

Det er viktig å understreke at utvalget av lærere ikke var tilfeldig. Vi har vektlagt å rekruttere lærere og skoler som har spesielt fokus på naturfag, eller som har deltatt i naturfaglige prosjekter. Noen av lærerne har sterk fagbakgrunn i naturfag, og flere kan ha større interesse for faget enn gjennomsnittet. Disse faktorene kan ha påvirket våre resultater, men

3 www.nysgjerrigper.no

4 <https://www.naturfagsenteret.no/c2222628/prosjekt/vis.html?tid=2222629>

i positiv forstand bidratt til å gjøre det enklere å finne mange eksempler på god undervisningspraksis i naturfag.

Lærernes bakgrunn var variert. På barnetrinnet var det en overvekt av lærere med lang erfaring (mer enn 20 år som lærer), men med varierende utdanningsnivå i naturfag (fra 0 til 90 studiepoeng). Lærerne på ungdomstrinnet hadde jevnt over kortere fartstid som lærer (færre enn 10 års erfaring). To av ungdomsskolelærerne hadde mastergrad i naturfag, mens resten av lærerne hadde inntil 90 studiepoeng.

I den andre delen av videostudien ble seks av barneskoleklassene og fem av ungdomsskoleklassene fulgt videre ($N = 11$). Disse klassene representerte gode og interessante tilnærminger til naturfagundervisning. Andre viktige utvalgsriterier var lærers velvillighet og engasjement.

Utvikling av observasjonsmanualen

For å kunne gjøre evidensbaserte analyser av naturfagundervisningen utviklet vi en LISSI-manual. Vi utviklet en presis manual gjennom en prosess som er kjent fra tidligere videostudier (Fischer & Neumann, 2012; Praetorius & Charalambous, 2018). Først studerte vi relevante rammeverk for analyse av undervisningskvalitet og valgte ut kategorier for undervisning fra disse, ut fra de fem dimensjonene av undervisningskvalitet i naturfag. Strukturen og mye av innholdet i LISSI-manualen er basert på Protocol for Language Arts Teaching Observation (PLATO) (Grossman et al., 2013). PLATO-manualen er utviklet og utprøvd for observasjon av undervisning i morsmål, men er også brukt i matematikkfaget gjennom LISA-studien (Klette et al., 2017). Dette indikerte at den kunne ha relevans for naturfag. Ni kategorier fra PLATO-manualen ble inkludert i LISSI-manualen, enten beholdt i sin opprinnelige form eller modifisert og tilpasset naturfag. Denne tilpasningen ble gjort gjennom utprøving på datamaterialet. De resterende ti kategoriene ble enten bearbeidet fra andre manualer, fortrinnsvis EQUIP (Marshall, Horton & White, 2009), eller utviklet med utgangspunkt i litteratur om forskning på undervisningskvalitet i naturfag (Fauth et al., 2019; Treagust & Tsui, 2014). Gjennom denne prosessen sørget vi for at manualen fanget opp det vi i LISSI-gruppa anså som sentrale kjennetegn ved den undervisningen vi observerte.

Observasjonsmanualens reliabilitet

Pålitelig eller reliabel koding av videomateriale avhenger av at ulike kodere vurderer undervisningskvalitet på samme måte. Alle koderne i prosjektet ble kurset i pålitelig koding og fikk ekstern sertifisering. Gjennom dette dannet vi en felles forståelse av koding av videoobservasjoner basert på beskrivelser av observerbare kvalitetstrekk. Vi kodet først videosegmenter separat. Deretter hadde vi felles sesjoner med de samme segmentene der vi diskuterte oss frem til enighet om definisjoner og forståelse av kategoriene i LISSI-manualen på detaljnivå. Omtrent 20 % av videomaterialet ble kodet av to forskere uavhengig av hverandre. Reliabiliteten ble testet gjennom prosentvis samsvar mellom koderne og ved beregning av Cohens kappa (McHugh, 2012). Jevnt over var reliabiliteten tilfredsstillende, det vil si at det var godt samsvar mellom koderne. For to kategorier (*bruk av læringsmateriale* og *naturvitenskapens egenart*) var det lavere enn moderat enighet mellom koderne. I denne antologien må resultatene fra disse kategoriene behandles med en viss forsiktighet.

Observasjonsmanualen og analysen

LISSI-manualen består av 19 kategorier fordelt på de før nevnte undervisningsdimensjonene *utforskning*, *tilrettelegging for elevdeltakelse*, *faglighet*, *kognitiv aktivering* og *klasseledelse* (se figur 2.3 i kapittel 2). Hver kategori beskriver en undervisningspraksis ved hjelp av evidens for økende kvalitet, kodet fra 1 til 4.

All undervisning ble delt i 15-minutters segmenter for koding og analyse. Kodingen tok utgangspunkt i opptak fra de to stasjonære kameraene. Opptak fra hodekamera ble brukt der det var nødvendig for kodingen. Hvert segment ble tildelt kode 1–4 for alle de 19 kategoriene beskrevet i observasjonsmanualen (se kapittel 2 og vedlegg A). Omtrent 460 segmenter ble kodet og deretter tilrettelagt for ulike analyser. Resultatene ble også benyttet til å velge ut casestudier og beskrivelse av disse.

INTERVJUER

Utvalg av lærere

Seks lærere ble valgt ut til å være med på intervjuer. Dette var lærere som hadde deltatt i begge videostudiene. Vi vektla å rekruttere lærere fra klasserom der vi hadde observert utforskende undervisning (høye koder for

kategoriene i denne dimensjonen). Intervjuene hadde fokus på meninger og erfaringer relatert til undervisningspraksisene vi observerte i de respektive klasserommene. Gjennom intervjuene fikk vi innblikk i lærernes meninger og erfaringer, spesielt med tanke på utforskende undervisning, som gjorde det mulig å utdype og forklare funnene våre.

Utvikling av intervjuguide

Intervjuguiden er basert på videoobservasjoner og litteratur om utforskende undervisning. Lærerne ble spurt om hvilke undervisningsformer de benytter seg av i naturfag, og hva de tenker om læringsutbytte og engasjement ved utforskning. Vi ønsket også å undersøke hvordan lærerne hadde arbeidet med begrepet dybdelæring og forberedelser til innføring av LK20. Vi inkluderte derfor spørsmål om dette, samt spørsmål om sammenhengen mellom dybdelæring og utforskende arbeidsmåter.

Gjennomføring og analyse av intervju

Vi gjennomførte seks digitale, semistrukturerte intervjuer; tre med lærere på barnetrinnet og tre med lærere på ungdomstrinnet. Intervjuene varte i 45–90 minutter og ble gjennomført av to LISSI-forskere som stilte spørsmål, samt én forsker som var stille observatør. En forskningsassistent transkriberte intervjuene, og transkripsjonene ble analysert ut fra en temabasert analytisk tilnærming (Braun & Clarke, 2006). De som gjennomførte intervjuene, samarbeidet tett om kodingen. Kodingen foregikk induktivt gjennom flere runder, og vi identifiserte fem tema som dekker aspekter ved generelle undervisningspraksiser, utforskende undervisning, faglig fordypning, læringsutbytte og virussituasjonen.

KVANTITATIV DEL

Utvalg av skoler

Den kvantitative delen av LISSI-studien bestod av en kort naturfagprøve og et spørreskjema til elevene. I tillegg til videoskolene ble det trukket ut et tilfeldig utvalg på 80 skoler fra Grunnskolenes informasjonssystem⁵,

⁵ <https://gsi.udir.no/>

40 skoler på hvert trinn, som ble spurt om å delta på denne testen. Totalt, inkludert elever fra videoskolene, ble LISSIs naturfagprøve og spørreskjema besvart av 1248 elever fra 37 skoler på ungdomstrinnet og av 569 elever fra 24 skoler på barnetrinnet. Selv om svarprosenten er lav for skolene som ble trukket tilfeldig ut, og derfor ikke kan sies å være et representativt utvalg, fungerer de likevel som en kontrollgruppe i forhold til videoskolene.

Utvikling av LISSIs naturfagprøve

LISSIs naturfagprøve for hvert trinn ble satt sammen av naturfagoppgaver som allerede var prøvd ut og kvalitetssikret. Oppgavene, både flervalgsoppgaver og åpne oppgaver, er hentet fra TIMSS⁶, PISA⁷, Oslo-prøvene⁸ og karakterstøttende prøver. Vi valgte ut oppgaver som måler både generell kompetanse og utforskende kompetanse i naturfag. En av utfordringene med å utvikle naturfagprøvene var å finne gode utforskende oppgaver som ikke var for omfattende. Selv om oppgavene i LISSIs naturfagprøver var utprøvd tidligere, gjennomførte vi utprøvinger av et utvalg oppgaver for å undersøke om oppgavene var tilpasset målgruppas kognitive nivå. Deretter ble de utvalgte oppgavene testet ut i små grupper med tanke på tidsbruk.

Utvikling av spørreskjema

I spørreskjemadelen vektla vi spørsmål om elevenes interesse for naturfag og deres oppfatning av naturfagundervisningen. For å kunne sammenlikne våre resultater med internasjonale studier som TIMSS og PISA tok vi utgangspunkt i noen spørsmål i disse to studiene. På ungdomstrinnet valgte vi i tillegg å ha med noen konstrukter fra et spørreskjema benyttet i LISA-prosjektet (Klette et al., 2017), Tripod's 7C (Ferguson, 2010).

6 <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/index.html>

7 <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/pisa/>

8 <https://www.oslo.kommune.no/skole-og-utdanning/eksamen-og-elevvurdering/prover-og-kartlegginger/#gref>

Gjennomføring av den kvantitative delen

Undersøkelsen var papirbasert. For å belaste skolene minst mulig ble det besluttet at undersøkelsen ikke skulle ta mer enn 30–40 minutter. Det ble utviklet ett prøvehefte til hvert trinn, første del bestod av naturfag-oppgaver, mens spørreskjemaet kom til slutt. Elevenes svar på åpne oppgaver ble vurdert av vår prosjektgruppe.



Del II

Handlekraft – hvordan styrke elevenes faglige handlekraft og deltakelse i naturfag?



KAPITTEL 4

KJENNETEGN PÅ UTFORSKENDE UNDERVISNING I NATURFAG

Solveig Karlsen, Magdalena Kersting, Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli,
Magne Olufsen, Mai Lill Suhr Lunde og Johannes Sæleaset

Hva ligger i begrepet utforskende undervisning?

Hvor mye og hvordan praktiseres utforsking i norske klasserom?

Har elevene stor frihet i forbindelse med utforsking, eller er disse aktivitetene mer lærerstyrte?

Hva kan elevene lære av å jobbe utforskende?

Dette er hovedspørsmålene i dette kapitlet, som bygger på videostudier av utforskende undervisning.

INTRODUKSJON

Utforskende arbeidsmetoder i naturfag er sentralt i den norske læreplanen. I kjerneelementer «Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter» i læreplanen for naturfag som ble implementert høsten 2020, er det lagt vekt på at elevene skal oppleve at naturfag er et praktisk og utforskende fag (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Selv om utforskende undervisning har stor relevans i naturfagundervisning i dag, er utforsking fremdeles et nokså vagt begrep. Det finnes flere teoretiske modeller som belyser kjennetegn på utforskende undervisning, men det er ennå ingen felles forståelse av hva begrepet betyr (Knain & Kolstø, 2011). Vi vil derfor presisere hvordan vi forstår begrepet utforsking i LISSI-prosjektet, ved å dele utforskende

undervisning inn i tre faser. Hver fase fanger opp viktige utforskende elementer, og det er ved hjelp av disse elementene at vi beskriver hva som kjennetegner utforskning med god kvalitet.

I dette kapitlet viser vi til relevant forskning før vi presenterer hvordan vi har valgt å dele utforskende undervisning inn i ulike faser, og hva som kjennetegner disse. Vi har også analysert grad av frihet i undervisningen ved å undersøke om elevene er involvert i forberedelse og planlegging av aktiviteter. I tillegg har vi sett på i hvilken grad lærerne har eksplisitt fokus på naturvitenskapens praksiser og tenkemåter i undervisningen. Ved å få økt forståelse av hva som kjennetegner utforskning i norske klasserom, ønsker vi å bidra til en diskusjon om hvordan utforskning kan bidra til gode læringssituasjoner.

FAGDIDAKTISK BAKGRUNN

Forskningen viser at utforskende undervisning pleier å være mer kompleks enn mange andre undervisningsformer i naturfag (Keys & Bryan, 2001). I LISSI-prosjektet forstår vi utforskende undervisning knyttet til naturfagundervisning i tråd med modeller fra Crawford (2014), Barber (2009) og Knain og Kolstø (2011). Felles for disse modellene er at utforskning inneholder flere utforskende elementer, for eksempel at elevene undrer seg, stiller spørsmål, innhenter informasjon, undersøker, observerer, tolker, analyserer, argumenterer og formulerer forklaringer basert på bevis. Vi kaller slike aktiviteter utforskende elementer, fordi de kan utvikle elevenes evner til å gjennomføre utforskning. Elevene får også muligheter til å utvikle forståelse for fagbegreper og hva som kjennetegner naturvitenskapelig kunnskap. I tillegg kan elevene ved å jobbe utforskende få økt interesse og motivasjon for naturfaget.

For å definere utforskende undervisning har vi valgt å dele inn utforskning i tre faser etter inspirasjon fra Ødegaard et al. (2014): *forberedelse*, der undervisningen har fokus på spørsmål eller problemstillinger som skal besvares, *datainnsamling*, der det samles inn data fra primære (eksperimenter og observasjoner) eller sekundære kilder (bøker og internett), og *konsolidering*, der spørsmål forklares og diskuteres i lys av teori. De tre fasene utgjør tre av fem kategorier i den utforskende dimensjonen i LISSI-manualen som brukes for å analysere videoobservasjoner. For å falle innenfor vår definisjon av utforskende undervisning må kvaliteten være

på høyt nivå (kode 3–4) for minst én av fasene i løpet av timen. Kategoriene *frihetsgrader* og *naturvitenskapens egenart* har også blitt inkludert i den utforskende dimensjonen fordi disse belyser viktige aspekter ved utforsking på tvers av de tre utforskende fasene. For det første er utforskende undervisning inspirert av og skal bidra til forståelse av naturvitenskapens egenart og tenkemåter. For det andre består en sentral del av utforskende undervisning av å la elevene styre sin egen læring, noe som innebærer at elevene ofte har større grad av frihet i utforsking.

Formål med utforsking

Ulike formål med naturfagundervisningen kan utvikle ulike kompetanser hos elevene. Vi skiller mellom tre formål med utforskende naturfagundervisning i tråd med rammeverket for PISA 2015. Dette rammeverket skiller mellom tre forskjellige typer av kunnskap som naturfagundervisningen skal gi elevene: innholdskunnskap, metodekunnskap og epistemologisk kunnskap (Kjærnsli & Jensen, 2016a; OECD, 2016). Vi bygger på denne tredelingen for å skille mellom tre ulike formål med utforsking:

1. Først, ett formål er å gi elevene kunnskap om naturen. Dette formålet peker på at utforskende undervisning skaper situasjoner der elever lærer naturvitenskapelige fakta, begreper og teorier (Abd-El-Khalick et al., 2004; Kjærnsli & Jensen, 2016a; Lederman & Lederman, 2019; OECD, 2016).
2. Et andre formål med utforskende naturfagundervisning er å gi elever kompetanse i å utforske naturfagrelaterte spørsmål og hypoteser med egnede metoder. Dette formålet peker på at utforsking egner seg til å øve på ferdigheter knyttet til hvordan planlegge, undersøke, systematisere, diskutere og formidle fra utforsking i naturfag (Abd-El-Khalick et al., 2004; Kjærnsli & Jensen, 2016a).
3. Et tredje formål med utforskende naturfagundervisning er å øke elevenes forståelse av naturvitenskapens egenart (Nature of Science, NOS). Dette kan gjøres ved å eksplisitt fokusere på hvordan elevers utforsking gjenspeiler måten forskere arbeider på innenfor naturvitenskapene, og slik lære elever om hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til (Abd-El-Khalick, 2013; Lederman & Lederman, 2019). For eksempel lærer elevene at forklaringer, teorier og modeller er tentative, at

samarbeid, kritikk og fagfelleevaluering påvirker kunnskapens pålitelighet, og at naturvitenskapelig kunnskap kan bidra til å skape og løse samfunnsmessige og teknologiske utfordringer. Formålet kan i liten grad oppfylles uten et eksplisitt fokus (Lederman & Lederman, 2019).

Man kan si at det tredje formålet sikter mot å gjøre elevene i stand til å sette pris på naturvitenskapelig innholds- og metodekunnskap og basere flere av sine fremtidige avgjørelser på kritisk evaluering av slik kunnskap. På tvers av disse tre formålene kan elever som utforsker samfunnsaktuelle spørsmål som er aktuelle for dem, egne seg til å øke deres bevissthet rundt miljø- og etikkspørsmål og gi dem større interesse og motivasjon for naturfaget.

METODE

Vi vil nå se nærmere på hvordan vi har kodet datamaterialet basert på vår forståelse av utforskende undervisning i naturfag. Vi tok utgangspunkt i observasjonsmanualen og de fem kategoriene som utgjør den utforskende dimensjonen: *forberedelse*, *datainnsamling*, *konsolidering*, *fribetsgrader* og *naturfagets egenart*.

Siden det som regel tok minst én undervisningstime å gjennomføre en utforsking med alle tre fasene, valgte vi å analysere hele undervisningstimer i stedet for 15-minutters segmenter. For hver undervisningstime plukket vi ut høyeste kode for kategoriene *forberedelse*, *datainnsamling* og *konsolidering*. For å identifisere undervisning med utforskende undervisning som i LISSI-prosjektet ble definert som utforskende, tok vi ut undervisningstimer med kode 3 eller 4, altså kodene som angir best undervisningskvalitet, på minst én av disse kategoriene. Det er viktig å merke seg at kun ett undervisningssegment i en utforsking trenger å ha kode 3 eller 4 for at undervisningstimen skal bli definert som utforskende. Det er kun undervisning som er kodet 1 eller 2 for alle tre kategorier, som ikke er definert som utforskende i LISSI-prosjektet. Undervisning som er kodet 2 for alle tre utforskende faser, inneholder elementer av undringsaktiviteter, aktivisering av elevenes forkunnskaper eller spørsmål gitt av læreren, og elevene gjør enkle undersøkelser eller observasjoner som de bruker til å lage enkle beskrivelser for å forstå et naturfaglig fenomen. For kode 1 mangler disse elementene.

Vi ønsket i tillegg å kunne si noe om formålet med utforskingen. Ut fra observasjoner og hva som sies på videoopptakene, ble formålene klassifisert ut fra om intensjonen var å utvikle fagkunnskap i naturfag, naturfaglige metoder, eller kunnskap om naturfagets egenart og tenkemåter (Abd-El-Khalick et al., 2004; Duschl, 2008; Furtak et al., 2012). I tillegg så vi på om utforskingen hadde som formål å utvikle elevenes holdninger og verdier knyttet til naturfaget. Vi inkluderte også analyser fra lærerintervjuene for å få frem læreres synspunkter på egen utforskende undervisning og læringsutbyttet for elevene. Dette kommer vi tilbake til i kapittel 5.

VARIASJON I KODER FOR EN UTFORSKING

Siden en utforsking utvikler seg gjennom faser med forberedelse, datainnsamling og konsolidering, er det naturlig at kodingen gjenspeiler hvilken fase utforskingen er i. Våre analyser for undervisningssegmenter på 15 minutter ga et nyansert bilde av hvordan de utforskende kategoriene varierer i forhold til hverandre i løpet av en utforsking. Vi vil nå presentere et typisk eksempel som er representativt for mye av den utforskingen vi har observert i naturfagundervisningen. Eksemplet er fra 4. trinn der elevene tester smaksløkene på tunga (tabell 4.1).

Tabell 4.1 viser at de første 15 minuttene av undervisningen har lav kvalitet (kode 1) for datainnsamling og konsolidering. Dette er naturlig siden utforskingen er i en forberedende fase som ikke inneholder innsamling av data (kode 1). Læreren undersøker hvilke forkunnskaper elevene har om smakssansen og hva som gjør at vi kan kjenne smak. Så forklarer læreren hensikten med utforskingen og forteller hva elevene skal gjøre:

Barnetrinns lærer: «Dere skal bli oppmerksom på hvordan grunnsmakene smaker. Hva vil det si å være oppmerksom?»

Elev: «At en er god på å kjenne smaker og kjenne etter.»

Barnetrinns lærer: «I dag skal dere forske på hvor på tunga vi kjenner de ulike smakene.»

Tabell 4.1 Tabellen viser hvordan kodingen for forberedelse, datainnsamling og konsolidering varierer i løpet av en utforskning på 4. trinn.

Segment	0–15 min	15–30 min	30–45 min
<i>Forberedelse</i>	2	2	1
<i>Datainnsamling</i>	1	3	2
<i>Konsolidering</i>	1	2	3
Hva skjer i undervisningen?	Klassen snakker om smakssansen og ulike smaker. Hensikten med utforskningen er å finne ut hvor på tunga smaksløkene er.	Elevene smaker på ulike matvarer og drikker, diskuterer sammen og markerer av på tegning hvor de kjenner smakene (sur, salt, søtt, bittert).	Elevene avslutter smakingen, og resultatene oppsummeres i klassen. Elevene har fått svært ulike resultater, og læreren viser til forskning som viser at vi har ulike smaksløker.

Undervisningen er ikke kodet 3 for forberedelse siden elevene ikke er med på å utvikle spørsmålet som skal undersøkes. Etter 15 minutter begynner elevene å smake på ulike matvarer og drikker, og de registrerer hvor på tunga smakene kjennes:

Barnetrinns lærer: «Dere skal øve dere på å sette ord på smaksopplevelser.

Hva betyr det å sette ord på noe?»

Elev: «Vi sier med ord hvordan noe smaker.»

Barnetrinns lærer: «Ja, i naturfaget skriver vi vanligvis ned ordene.

Hvorfor er dette viktig i naturfaget?»

Elev: «For å huske hva vi har gjort, og hvorfor vi gjorde dette.»

Kategorien datainnsamling har da fått kode 3 siden elevene innhenter data og markerer smaksområder på tunga. Lærer og elever snakker om smakene underveis, og læreren undrer seg hele tiden over smakene sammen med elevene:

Undring 1:

Barnetrinns lærer: «Om dere har tungespissen ned i en brus, kan dere kjenne om det er Solo eller Coca-Cola?»

Elev: «Ja.»

Barnetrinns lærer: «Helt rett. Hva om dere smaker med hele tunga og ikke bare tungespissen. Smaker det forskjellig da?»

Elev: «Det smaker veldig mye mer.»

Barnetrinns lærer: «Ja, det stemmer. Du kjenner mange flere smaker samtidig og nyanser av smaker. Du kan for eksempel kjenne ulike kryddersmaker, som karri og salt, på forskjellige steder på tunga. Men smaksløkene deres trenger luft fra nesa og spytt for å smake ordentlig. Hvordan smaker mat når du er forkjølet og tett i nesa?»

Elev: «Nesten ingenting.»

Undring 2:

Barnetrinns lærer: «Vi har fem grunnsmaker. Dere har nevnt søtt, salt, surt og bittert, og disse skal vi teste i dag. Men vi har en til. Noen som vet noe om den?»

Elev: «Smerte.»

Barnetrinns lærer: «Nei, smerte er ikke en smak, men munnen din registrerer om den opplever smerte.»

Elev: «Den har et rart navn som jeg ikke husker.»

Barnetrinns lærer: «Det stemmer at navnet er rart og kommer fra Japan.»

Elev: «Chili?»

Barnetrinns lærer: «Chili er sterkt, men kommer ikke fra Japan.»

Læreren skriver de to første bokstavene (UM) ...

Elev: «Umami!»

Undring 3:

Elev: «Hva betyr bittert?»

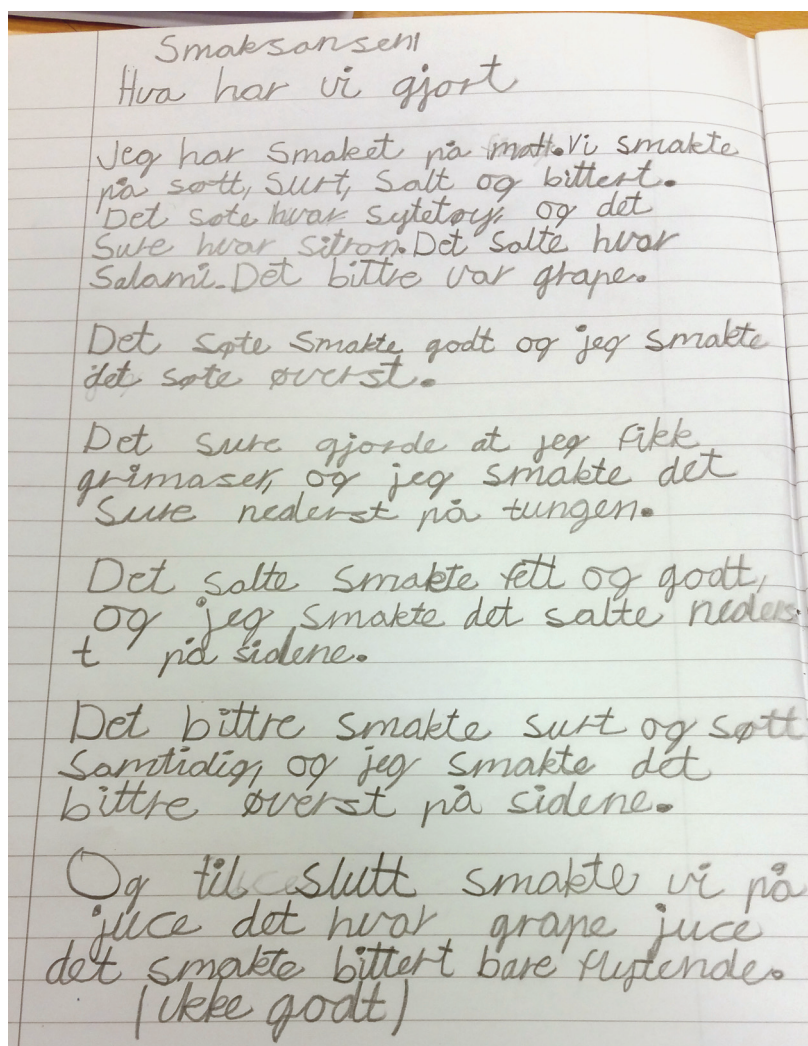
Barnetrinns lærer: «Kan noen forklare det?»

Elev: «Det smaker kanskje litt surt og helt vanlig.»

Barnetrinns lærer: «Husker dere at et av målene for timen er å sette ord på det vi smaker? Og nå øver vi på dette.»

Utforskingen er fortsatt kodet 2 for forberedelse, mens koden for konsolidering har økt til 2 siden lærer og elever snakker om smakene underveis.

I det siste segmentet avslutter elevene aktiviteten, og koden for datainnsamling avtar naturlig til 2. I denne delen av utforskingen trekker elevene konklusjoner om smaksløkene på tunga ut fra hva de har funnet ut, og av den grunn får konsolideringen økt kvalitet (kode 3). Eksemplet viser at kodene for forberedelse, datainnsamling og konsolidering er avhengig av hvilken fase utforskingen er i, og at det ikke er naturlig å ha høye koder på alle faser samtidig. Det viktigste er å ha god kvalitet på den aktuelle fasen i utforskingen.



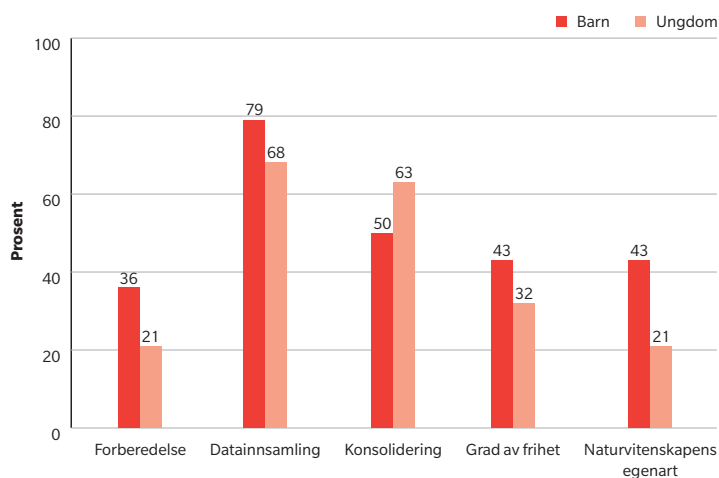
Figur 4.1 Eksempel på en tekst som ble skrevet av en elev etter utforskingen av smaksløkene.

RESULTATER – KJENNETEGN PÅ UTFORSKENDE UNDERVISNING I NATURFAG

Vi skal i denne delen presentere analysene av den utforskningen vi har observert i klasserommene. Vi beskriver kvaliteten på utforskningen ved å se på timene som er kodet i den lavere og høyere delen av kodeskalaen. Vi gir så en oversikt over trendene vi har identifisert, ved å gi eksempler på forberedelser, data-innsamling og konsolidering og ulik grad av frihet for elevene. For å forstå de observerte kjennetegnene i lys av lærernes erfaringer suppleres funnene med sitater fra intervju. Analysene av formålene med utforskningen presenteres også. Resultatene trekkes inn i kapittel 5 som diskuterer potensial for å forbedre de utforskende praksisene, noe som kan øke elevenes læringsutbytte.

Kjennetegn ved de utforskende praksisene

Minst én av fasene i en utforsking må ha kode 3 eller 4 for å falle innenfor vår definisjon av utforskende undervisning. Analysene viser at 14 av 37 (38 %) undervisningstimer på barnetrinnet og 19 av 36 (53 %) undervisningstimer på ungdomstrinnet inneholder utforskende elementer. Dette er en relativt høy andel av naturfagtimene, men mange av disse ble kodet 3 eller 4 bare på enkeltfaser. Henholdsvis 8 av 10 klasser på barnetrinnet og 7 av 10 klasser på ungdomstrinnet har arbeidet utforskende i én eller flere timer. Figur 4.2 viser hvor stor andel av timene på begge trinn med utforsking som er kodet 3 eller 4 for kategoriene for dimensjonen *utforsking*.



Figur 4.2 Stolpene viser hvor stor prosent av timene med utforskende elementer på 4. trinn (N = 14) og 8. trinn (N = 19) som fikk kode 3 eller 4 på kategoriene for dimensjonen utforsking.

Elevene utvikler i liten grad egne forskningsspørsmål

Analysene våre viser at elevene i liten grad er med på å utvikle forskbare spørsmål, hypoteser eller planlegge undersøkelser. Dette gjøres noe mer på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet. Figur 4.2 viser at for kategorien *forberedelse* har vi kun kodet i overkant av 20 % av de utforskende timene på ungdomstrinnet i den øvre delen av skalaen, og på barnetrinnet er tilsvarende rundt 35 %. I undervisningen som er kodet 3 eller 4 på forberedelse, ser vi at elevene lager hypoteser, planlegger datainnsamlinger eller skisser (tabell 4.2). Elevene skriver for eksempel ned hva de tror kommer til å skje

Tabell 4.2 Eksempler på ulike typer forberedelser i observert utforskende undervisning.

	Eksempler fra 4. og 5. trinn	Eksempler fra 8. og 9. trinn
Kode 2		
Lærer og elever undrer seg over fenomener og/eller aktiverer forkunnskaper.	Hvorfor kan vi kjenne ulike smaker på tunga?	Hvorfor er det nå vinter i Norge og ikke i Australia?
Læreren stiller spørsmål og/eller reiser problemstilling som skal undersøkes.	Elevene skal gruppere dinosaurer i to familier ut fra kjennetegn.	Elevene skal fremstille gasser og påvise hvilke gasser dette er.
	Elevene skal undersøke hva som skjer når de endrer ingredienser i varm, gul, gass reaksjonen.	Elevene skal finne sammenhengen mellom innfalls- og refleksjonsvinkel til lys.
Kode 3		
Elevene lager hypoteser/prediksjoner eller fremgangsmåter/skisser	Elevene lager hypoteser om hva som vil skje i varm, gul, gass-reaksjonen når ingredienser endres.	Elevene lager hypoteser til spørsmålet om hva som skjer når et salt løses i vann.
	Elevene lager skisser for broer og dinosaurer og planlegger hvordan disse skal lages.	Elevene velger et område på jorda og legger en plan for å utforske naturformasjoner og plategrensene der.
	Elevene lager egne fremgangsmåter for lim og brus.	Elevene lager skisser av evighetsmaskiner.
Kode 4		
Elevene stiller egne spørsmål eller reiser egne problemstillinger	Elevene finner spørsmål til Nysgjerrigper-metoden.	Elevene finner egne problemstillinger og lager film om ett døgn forbruk.

når salt løser seg opp i vann, eller hva de tror vil skje når utgangsstoffer endres i en kjemisk reaksjon. Andre eksempler er at elevene lager egne fremgangsmåter for å lage lim og brus. Elevene foreslår hypoteser og diskuterer hvordan de kan finne ut hvilke hypoteser som er riktige. De gjør også etiske betraktninger. Dette beskrives nærmere i kapittel 10. På ungdomstrinnet er et eksempel at elevene dokumenterer sitt eget hverdagsforbruk og diskuterer det med tanke på forbruk i et bærekraftig samfunn. Elevene spiller inn en film om ett døgn forbruk og bruker kunnskap om bærekraft til kritisk å problematisere sitt eget forbruk. Elevene ble gitt autoritet til å utforske sin egen hverdag. Her finnes det ingen kjente fasitsvar.

For resten av de utforskende timene har kategorien forberedelse fått kode 2. Dette er undervisning der læreren ofte stiller åpne spørsmål og får elevene til å undre seg, som utgangspunkt for utforsking. Resultatene våre viser at mange timer har potensial til å bli mer utforskende dersom elevene får delta mer aktivt når spørsmål, hypoteser og fremgangsmåter skal utvikles.

At elevene må kunne finne egne fremgangsmåter med åpne problemstillinger og ta ansvar for sin egen læring, er aspekter ved utforskende undervisning som lærerne ofte nevnte i intervjuene. For alle lærere handler utforskende undervisning om å la elever lære på egne premisser og på egen hånd. Elever får frihet til å velge egne metoder. Det å utforske betyr altså for mange lærere at elever får bli mer selvstendige og får lov til å finne på egne oppgaver:

Ungdomstrinns lærer: «Så for meg så er utforsking å forstå at du også kan finne svar. Og du kan også forstå hvordan ting fungerer. Så det er frihet til å finne ditt svar og frihet til å finne den metoden du har lyst til å bruke. Jeg tenker på utforsking som friheten til å forstå det på den måten du vil forstå det, på så lenge du forstår det. Utforsking er å ikke bli fortalt hva som er fasiten. Det er uten tydelig svar, og det er uten tydelig metode.»

Dette sitatet understreker også at det finnes mye overlapp mellom utforskende undervisning i naturfag og naturvitenskapelige metoder og tenkemåter: Både elever og forskere står foran åpne spørsmål. Siden det ikke alltid finnes tydelige svar eller bare én riktig fremgangsmåte, kreves det selvtillit og selvstendighet når elevene skal utforske og finne egne metoder og måter å forstå naturfaglig innhold på.

Elevene samler inn data fra både primære og sekundære kilder

Resultatene våre viser at elevene på begge trinn i de utforskende timene samler inn relativt mye data, som brukes til å besvare naturfaglige spørsmål og problemstillinger. I figur 4.2 (som vist tidligere) ser vi at nærmere 80 % av de utforskende timene på barnetrinnet og nærmere 70 % av disse timene på ungdomstrinnet hadde et høyt nivå for kategorien *datainnsamling*. Systematisk datainnsamling gjøres altså i noe større grad på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet. Tabell 4.3 viser noen eksempler på datainnsamling fra barne- og ungdomstrinnet.

Tabell 4.3 Eksempler på datainnsamling fra primære og sekundære kilder.

Datakilde	Eksempler fra barnetrinnet	Eksempler fra ungdomstrinnet
Primære kilder	Elevene lager sitt eget lim ved å blande ulike mengder ingredienser og sjekker om en bønne sitter fast i limet. Resultatene registreres i tabell.	Elevene observerer hva som skjer når saltkrystaller løses opp i vann, de tegner og skriver ned det de ser.
	Elever smaker på ulike matvarer og registrerer hvor de kjenner smakene på tunga.	Elevene fremstiller gasser, de observerer og filmer. Elevene måler flere innfalls- og refleksjonsvinkler til lys og lager en tabell.
Sekundære kilder	Elevene bruker skisser av to dinosaurfamilier til å gruppere flere dinosaurer i de to klassene.	Elevene bruker internett til å velge et område på jorda og knytter naturen til en plategrense. Elevene lager bilder og tekst.
	Elevene bruker læreboka, andre bøker og internett til å finne info og fakta om en planet. De skriver en tekst om planeten.	Elevene leser og analyserer tre tekster om bærekraftig utvikling. Elevene bruker simulator på internett for å lage en lukket strømkrets med motstand, volt- og amperemeter. De endrer disse størrelsene systematisk og lager tabell.

Analysene våre viser at det samles inn data både fra primære (observasjoner og målinger) og sekundære kilder (bøker og internett). I utforskningen bygger like elever mange på primære data som på sekundære data, og noen på en kombinasjon av begge deler. I tillegg ser vi noen utforskinger som bygger på erfaringer og kunnskap fra tidligere utforskning. På barnetrinnet ser vi at det samles inn primære data for eksempel når elevene lager lim med ulike ingredienser og deretter sjekker om bønner henger fast i limet. På ungdomstrinnet samles det inn primære data fra flere eksperimenter. Blant annet fremstiller elevene gass, og ut fra teori i læreboka skal de avgjøre hvilken gass dette er. Et annet eksempel er at elevene tester lysbrytning i ulike prizmer.

I videoene ser vi flere eksempler på datainnsamling fra sekundære kilder der ulike tekster, modeller og internett brukes for å finne informasjon som kan gi svar på spørsmål og problemstillinger. På barnetrinnet ser vi for eksempel at elever bruker læreboka og andre tekster for å lage en kort bok om en valgt planet, og at elever bruker skisser av to dinosaurfamilier for å gruppere ulike dinosaurer i disse familiene. Som tabell 4.3 viser, benytter elevene på ungdomstrinnet blant annet teori fra læreboka om jordskorpeplater og internett for å si noe om naturen i et valgt område. På ungdomstrinnet ser vi også at ulike tekster analyseres for å lære elevene om kildekritikk. I én klasse fikk elevene utdelt tre tekster som handlet om CO₂-innholdet i atmosfæren og klimaendringer. Tekstene var skrevet av «klimaskeptikerne», en blogger og klimaforskere, og elevene skulle ut fra begreper og uttrykksmåter finne ut hvem som hadde skrevet de ulike tekstene. Læreren spurte: «Hvilke fagbegreper finner du, hvilke hovedpåstander er i det utdraget, og ser du noen kilder eller henvisninger?» Elevene ble så bedt om å se på hvordan de ulike forfatterne argumenterte, og om deres argumenter og referanser var pålitelige. Elevene skulle også lære hvordan de kan bruke internett når de leter etter informasjon.

Vi ser at elever på barnetrinnet oftere bruker primære kilder (observasjoner) enn elever på ungdomstrinnet, som oftere bruker sekundære kilder (tekster). En naturlig forklaring kan være at det er forskjell på elevenes kognitive og faglige nivå. Elever på barnetrinnet kan lære mer av å jobbe praktisk med fysiske objekter, mens elever på ungdomstrinnet har bedre kunnskap og ferdigheter til å innhente informasjon fra ulike kilder.

Konsolideringer er mer vektlagt på ungdomstrinnet enn på barnetrinnet

Tabell 4.4 Eksempler på konsolideringer med ulike koder på for barne- og ungdomstrinnet.

Ulike måter	Eksempler fra barnetrinnet	Eksempler fra ungdomstrinnet
Kode 2		
Enkle beskrivelser fra observasjoner/data.	Elevene finner informasjon om en planet	Elevene beskriver utseende til og oppløsning av salter og hva som skjer i ulike kjemiske reaksjoner.
	Elevene beskriver dinosaurene de har laget	
Kode 3		
Data brukes til å forklare og trekke slutninger med empirisk begrunnelse.	Elevene skriver setninger som forklarer egenskapene til lim, og gir forslag til forbedringer.	Elevene knytter observasjoner knyttet til oppløsning av salt i vann til teori om ioner, salter og vann som dipol.
	Det er uenighet om i hvilken familie noen dinosaurer skal grupperes, og elevene må vise til bevis og argumentere for plasseringen.	Elevene simulerer et forsøk med Ohms lov og konkluderer med at loven stemmer med innsamlet data.
Kode 4		
Data/teori brukes til å koble teori og praksis. og elevene diskuterer implikasjoner.	Elevene diskuterer hvordan man kan lage en bedre brus ut fra egenskaper til tidligere laget brus og teori om bruslaging.	Ut fra filmer om eget forbruksmønster diskuterer elevene ulike aspekter ved bærekraftig utvikling og følger av forbruk.
	Elevene vurderer hvilke spørsmål som er forskbare, og hva som er etisk forsvarlig å gjennomføre.	Elevene må legge frem skisse til evighetsmaskin og forklare prinsippene. Implikasjoner og forbedringer diskuteres.

Analysene våre viser at elevene på ungdomstrinnet i noe større grad enn elevene på barnetrinnet bruker observasjoner og data til å begrunne og trekke slutninger. Det gjøres flere konsolideringer med høy kvalitet på ungdomstrinnet enn på barnetrinnet i de utforskende timene. Vi ser

også flere eksempler på at elevprodukter og elevpresentasjoner diskuteres i klassen i lys av teori. I figur 4.2 ser vi at for kategorien *konsolidering* er 50 % av de utforskende timene på barnetrinnet og 63 % av disse timene på ungdomstrinnet kodet i den høyere delen av skalaen (kode 3 og 4). En mer detaljert oversikt kan ses i tabell 4.4.

Et eksempel på en konsolidering fra ungdomstrinnet som er kodet 4, er at elevene ut fra filmer om eget forbruksmønster diskuterer hvordan eget forbruk kan ses i lys av bærekraftig utvikling. I klassen diskuteres blant annet bruk av kosmetikk, produksjon av rødt kjøtt og bruk av elbiler. Et annet eksempel som er kodet 3, er når elever ut fra teori om salter og løselighet forklarer hvorfor saltkrystaller løses i vann. På barnetrinnet ser vi blant annet at elever argumenterer for at et lim fungerer godt ut fra egenskapene til limet, og de diskuterer hvordan det kan forbedres.

Analysene våre viser at nesten alle de resterende timene med utforskende elementer har fått kode 2 for *konsolidering*. Dette tyder på at elevene, spesielt på barnetrinnet, i hovedsak har laget enkle beskrivelser av fenomener ut fra erfaring, observasjoner eller tekster. Som tabell 4.4 viser, har elevene på barnetrinnet for eksempel beskrevet en planet ut fra informasjon de har funnet om denne, eller de har beskrevet en dinosaur som de har laget. Eksempler fra ungdomstrinnet er at elever beskriver sine observasjoner under en kjemisk reaksjon. Vi ser derfor et potensial for å øke kvaliteten i konsolideringsfasen ved at data i større grad trekkes inn for å gi begrunnelser og trekke konklusjoner i naturfaget.

Utforskningen har lav grad av frihet for elevene

Kategorien *frihetsgrader* beskriver hvor mye elevene selv kunne påvirke utforskningen. Denne kategorien undersøker hvorvidt elevene var med på å utvikle problemstillingen eller spørsmålet som skulle undersøkes, om elevene bestemte hvilken metode som skulle brukes, eller om resultatet av utforskningen var ukjent på forhånd. Resultatene våre viser at de fleste utforskningene har lav grad av frihet for elevene. Elevene på barnetrinnet har imidlertid hatt større frihet i utforskninger enn elevene på ungdomstrinnet.

I figur 4.2 er 43 og 32 % av de utforskende timene på henholdsvis barne- og ungdomstrinnet kodet 3 for kategorien *frihetsgrader*. Dette er undervisning med to frihetsgrader, der elevene for eksempel har hatt frihet til å utvikle egne hypoteser og velge metoder for å utforske

disse. Eksempler er at elever planlegger selv hvordan ei solid bro skal lages, eller at elever lager hypoteser og endrer fremgangsmåten til et eksperiment for å finne ut hvordan en reaksjon skjer. Vi har ikke observert undervisning med tre frihetsgrader (kode 4) i prosjektet, det vil si undervisning der elever har hatt full frihet til å designe egne utforskningsprosjekter.

I de fleste utforskende timene har vi observert praksiser der spørsmål og fremgangsmåte ofte er gitt av læreren, og elevene skal komme frem til et resultat som de ikke kjenner på forhånd (men som er kjent for læreren). Dette er utforskende timer som har fått kode 2 for grad av frihet, det vil si med kun én frihetsgrad. Ut fra dette funnet ser vi at lærerne har et potensial når det gjelder å trekke elevene mer aktivt inn i utvikling av for eksempel fremgangsmåter i naturfagundervisningen. Datamaterialet vårt viser at elevene ofte har større grad av frihet når de henter informasjon fra sekundære kilder som bøker og internett, enn ved praktisk eksperimentering. Primære data samles oftest inn etter en gitt oppskrift når elevene arbeider med praktiske aktiviteter.

I intervjuene beskrev lærerne flere utfordringer knyttet til frihet når elevene jobber utforskende. Utfordringen som ble nevnt flest ganger, var det å miste kontroll på klassen. Når elever jobber utforskende, blir oppleggene vanligvis mindre lærerstyrt.

Ungdomstrinns lærer: «Utfordringer det er jo det å ha kontroll, og spesielt når du slipper litt løs. (...) Så du mister litt kontroll, og så har du kanskje ikke den samme oversikten som du har hvis de sitter to og to i et klasserom, når de jobber fire og fire. Vi vet ikke helt hvem som driver med hva. Så ja, det er litt den kontrollbiten da, den mister du litt.»

Det å gi elevene frihet til selv å bestemme til en viss grad hva de skal jobbe med, ble av mange lærere oppfattet som vanskelig. Det kreves mye av lærerne og elevene å gi elevene mer kontroll i undervisningen. Læreren må føle seg trygg på at det kan bli en bra læringsøkt selv om det innimellom kan virke litt kaotisk. Siden det er elevene som drar store deler av de utforskende øktene, er en annen utfordring det å holde utforskningen i gang eller bremse elevene når de blir for ivrige. En annen grunn til at det er utfordrende for lærere å holde utforskende økter i gang, er at utforskende

undervisning er preget av mye åpenhet og en del uforutsigbarhet. Siden det ikke finnes et klart resultat, og siden det er åpent for flere metoder og spørsmål, oppstår det en del uforutsigbarhet.

Aspekter ved naturvitenskapens egenart vises lite eksplisitt i undervisningen

Naturvitenskapens egenart beskriver i hvilken grad lærere tar inn ulike aspekter ved naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter i undervisningen. Dette innebærer å gå utover formålene å gi elevene fagkunnskap og kompetanse i utforskende metoder og å gå for det tredje formålet, som er å gi elevene kunnskap om hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til. Vi ser at ungdomsskolelærerne i liten grad eksplisitt nevner naturvitenskapens metoder og tenkemåter under utforskingen. Kun 20 % av timene med utforskende elementer på ungdomstrinnet viser høy kvalitet (figur 4.2). Derimot er tilsvarende andel for barnetrinnet 40 %. Dette viser at lærerne på barnetrinnet eksplisitt har trukket inn ulike aspekter ved naturfagets egenart i dobbelt så mange av de utforskende timene som lærerne på ungdomstrinnet. Eksempler på dette er at lærere eksplisitt nevner at modeller i naturvitenskap er basert på observasjoner og testing, og at forskere gjør undersøkelser for å skaffe bevis. Resten av timene med utforskende elementer er kodet 2 for kategorien *naturvitenskapens egenart*. Dette er timer med elementer av utforsking, men lærerne relaterer ikke disse elementene eksplisitt til noen aspekter av naturvitenskapens egenart eller arbeidsmåter. Det virker som om lærerne antar at elever, mens de driver med utforsking, får en forståelse av hva som ligger i vitenskapelige tenkemåter, og hvordan forskere jobber, uten at dette sies eksplisitt.

Utforskingene vektlegger mer å utvikle fagkunnskap i naturfag enn naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter

I studien vår ønsket vi å kartlegge formålene med de utvalgte utforskingene. En analyse av timene med utforsking som kodet 3 eller 4, viser at læreren i de fleste timene har som hovedformål at elevene skal utvikle begrepsmessig forståelse av faginnhold. I kun to av utforskingene ser vi at hovedfokuset er å lære naturvitenskapelig metode. I den ene timen, som

er på barnetrinnet, vurderer elevene hvilke spørsmål som er mulig å forske på. I den andre timen, som er på ungdomstrinnet, lærer elevene å søke etter informasjon på internett, og de lærer å være kritisk til ulike kilder. Eksempler på de ulike formålene med utforskingene er vist i tabell 4.5.

Tabell 4.5 Eksempler på ulike formål med utforskinger på barne- og ungdomstrinnet.

Utvikling av	Eksempler fra barnetrinnet	Eksempler fra ungdomstrinnet
Innholdskunnskap		
Utvikling av begreper	Elevene skal lære om to typer dinosaurfamilier ved å bruke kjennetegn når de klassifiseres.	Elevene lærer om begrepene salt og løselighet gjennom praktisk utforsking.
	Elevene lærer om egenskaper til stoffer og blandinger gjennom utforsking av ingredienser i lim og brus.	Elevene lærer om ulike jordskorpeplater og ser sammenhengen mellom plategrensene i jordskorpa og naturen i et gitt område.
Metodekunnskap		
Utforskende metoder	Elevene smaker på ulike matvarer og registrerer systematisk hvor på tunga smakene kjennes.	Elevene lager hypoteser om hva de tror skjer når et salt løses opp i vann.
	Elevene vurderer hvilke spørsmål man kan forske på. Elevene finner relevant informasjon om en planet og oppgir kilder.	Elevene lærer seg å observere og se etter kjennetegn på kjemiske reaksjoner ved å lage en VGG-reaksjon.
		Elevene lærer seg kildekritikk ved å analysere flere tekster om klimaproblematikken.
Kunnskap om naturvitenskap		
	Elevene lærer at det trengs observasjoner/bevis for å argumentere for at ett lim er bedre enn et annet.	Elevene utvikler forståelse av at det finnes ulike modeller for lys som har blitt utviklet gjennom å eksperimentere.
	Læreren vektlegger at forskere må forutsi hva de tror kommer til å skje, gjøre en undersøkelse for å skaffe bevis, og så fortelle dette til andre.	Læreren vektlegger at i naturvitenskap er fakta/teori det vi allerede vet, og at vi kan sjekke observasjoner opp mot dette for å trekke konklusjoner.
		Lærer vektlegger at det forekommer uenighet innenfor naturvitenskapen.

Eksempler på utforsking som har som formål å utvikle ferdigheter i naturvitenskapelig metode, er at elever lager hypoteser for hva de tror vil skje når de løser et salt i vann, og elever som lærer å se etter kjennetegn på kjemiske reaksjoner. På ungdomstrinnet ser vi flere eksempler på at lærere fokuserer på de ulike delene i vitenskapelig metode når elevene skriver rapport etter øvelser. Ett eksempel er en lærer som knytter de ulike delene av rapporten til den utforskende prosessen og sammenligner med artikkelsjangeren som forskere ofte skriver. På slutten av utforskinger kommuniserer elevene ofte resultater ved å lage presentasjoner, filmer og plakater. På denne måten får elevene øve seg på å formidle funn, som kan knyttes til å utvikle ferdigheter i naturvitenskapelig metode. På ungdomstrinnet ser vi i større grad enn på barnetrinnet at elevene får presentere og diskutere sine funn.

Eksempler på utforsking som har til formål å lære om naturvitenskapens egenart, er at flere lærere eksplisitt nevner at fagstoffet som skal læres, bygger på naturvitenskap, og at det ligger mye forskning bak viktige oppdagelser og produkter. Et eksempel på barnetrinnet er en lærer som fremhever at det er nødvendig med observasjoner eller bevis for å argumentere for at ett lim er bedre enn et annet. En lærer på ungdomstrinnet sier at ulike modeller for lys har blitt utviklet gjennom lang tids eksperimentering. Ved å jobbe med spørsmål og hypoteser, planlegging, innsamling av data og konsolidering kan elevene få en forståelse av hvordan forskere jobber, og hvordan naturvitenskapelig kunnskap dannes. Det er grunn til å tro at elever som har lærere som eksplisitt trekker disse aspektene inn i undervisningen, vil utvikle kunnskap om naturvitenskapens egenart (Lederman & Lederman, 2019). Dette diskuteres nærmere i kapittel 5.

Analysene av timene med utforskende elementer viser at disse i hovedsak har som formål å utforske naturfaglige begreper og fremme faglig forståelse. Denne observasjonen er i tråd med oppfordringer i den nye læreplanen i naturfag (LK20). Utforskningen på ungdomstrinnet har noe mer fokus på faglighet enn på barnetrinnet. På barnetrinnet ser vi imidlertid noe oftere at elevene får utvikle ferdigheter i utforskende metoder, enn på ungdomstrinnet, ved at de lager egne hypoteser og fremgangsmåter. Flere utforskinger på barnetrinnet er hentet fra *Forskerføtter og leserøtter* (Naturfagsenteret, www.naturfag.no) eller har hentet inspirasjon fra disse undervisningoppleggene.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

I dette kapitlet har vi vektlagt å gi eksempler på utforskende undervisning i naturfag i norske klasserom. Videre ønsket vi å gi et bilde av hva som kjennetegner de ulike utforskende fasene. Vi har analysert elementer i utforskning i klasserommene i detalj: Funnene viser at mange naturfaglærere har utforskende elementer i undervisningen sin, selv om vi bare ser få komplette utforskinger. Vi ser at lærere stiller åpne spørsmål og sammen med elevene undrer seg over naturfaglige fenomener og problemstillinger. Vi ser også eksempler på at elever lager hypoteser og fremgangsmåter, men at de sjelden selv utvikler egne forskningsspørsmål som skal undersøkes. Analysene viser at de utvalgte øktene er lite preget av utforskning med mange frihetsgrader. Elevene får likevel mer frihet når de ikke samler empiriske data, men utforsker sekundære kilder. Konsolideringene er ofte korte og mer beskrivende istedenfor at elevene bruker innsamlede data som evidens for å trekke konklusjoner og se sammenhenger. Stort sett har utforskningene større fokus på at elevene skal utvikle begrepsmessig forståelse enn naturvitenskapelige metoder og tenkemåter, selv om vi også ser noen få eksempler på at lærerne eksplisitt nevner hvordan forskere jobber, og hva naturvitenskap er.

Vi har sett få eksempler på undervisning som inkluderer alle tre faser (forberedelse, datainnsamling og konsolidering) av en utforskning. Å øke forståelsen av forskjellen mellom de tre fasene og hvordan de henger sammen, vil kunne øke kvaliteten på utforskningen. Det er viktig å fremheve at tilrettelegging av utforskende undervisning består av ulike strategier, som at læreren tar nyanserte grep avhengig av den utforskende fasen elevene befinner seg i. For eksempel foreslår vi at lærerne i større grad kan oppfordre elevene til å utvikle egne spørsmål, prediksjoner, hypoteser og fremgangsmåter. Når det gjelder konsolidering, er det et utviklingspotensial, spesielt på barnetrinnet, til i større grad å knytte innsamlede data til teori og til å diskutere funn og implikasjoner. Det er et kjent problem at lærere ikke alltid setter av nok tid til etterarbeid og konsolidering, selv om denne fasen er sentral i læringsprosesser (Klette, 2013). Det er særlig under konsolideringer at erfaringer fra utforskningsprosessen, eventuelle resultater og relatert kunnskap diskuteres og konsolideres som ny kunnskap av den enkelte elev.

Resultatene bekrefter funn fra TIMSS og PISA, der elevene svarer at de i liten grad er med på å planlegge sine egne forsøk. I PISA 2015

sier 65 % av elevene at de aldri eller nesten aldri er med på å planlegge forsøkene. I TIMSS blir dette bekreftet av lærerne både på 5. og 8. trinn. På ungdomstrinnet ser vi relativt mye konsolidering av høy kvalitet, noe det er mindre av på barnetrinnet. På begge trinn er det potensial for bedre diskusjoner om hvilke slutninger man kan trekke basert på funn fra en utforsking. Dette kan understøtte resultater fra TIMSS og PISA som antyder at elevene i liten grad utfordres til å trekke konklusjoner fra observasjoner. Også i studien *Forskerføtter og leserøtter* (Ødegaard et al., 2014) viste resultatene at lærerne på barnetrinnet fokuserte mindre enn forventet på konkluderende læringsaktiviteter.

Lærerne knytter i liten grad de utforskende elementene eksplisitt til naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, men har fokus på begrepsforståelse og faglig kunnskap i utforskingene. Siden kjerneelementet *naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter* skal inkluderes i alle kompetansemål i LK20, ser vi et potensial for en mer eksplisitt integrering og vektlegging av aspekter ved naturvitenskap i utforskingene. Kompetanse i naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter vil kunne styrke elevenes handlekraft og bidra til naturfaglig allmenndannelse. PISA 2015 indikerte også at det var lite diskusjon om naturvitenskapelige spørsmål og undersøkelser i norske naturfagklasserom. Våre funn av lite fokus på naturvitenskapens egenart kan peke på en medvirkende årsak til at norske elever svarer noe dårligere på spørsmål om å vurdere og planlegge naturvitenskapelige metoder enn på spørsmål som handler om å kunne bruke naturvitenskapelige teorier, begreper og fakta (OECD, 2016). I kapittel 5 bruker vi funnene for å diskutere hvordan utforskende undervisning kan gi økt læringsutbytte for elevene.



KAPITTEL 5

ULIKE DILEMMAER KNYTTET TIL UTFORSKENDE UNDERVISNING I NATURFAG

Magdalena Kersting, Solveig Karlsen, Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli,
Magne Olufsen, Mai Lill Suhr Lunde og Johannes Sæleset

Hvordan kan man løfte kvaliteten på utforskende undervisning i naturfag?
Finnes det enkle grep for å forbedre utforskende naturfagundervisning eller få under-
visningen til å bli utforskende?

I dette kapitlet ønsker vi å svare på disse spørsmålene ved å sammenlikne de obser-
verte undervisningspraksisene med lærernes erfaringer med og refleksjoner over
utforsking. Vi identifiserer tre dilemmaer knyttet til utforskende undervisning og drøfter
muligheter til å tilrettelegge for god utforsking i naturfag.

INTRODUKSJON

I kapittel 4 kartla vi de utforskende praksisene som kjennetegner naturfag-
undervisning i norske klasserom. Mens den kartleggingen var basert på
videoobservasjoner, er vi i dette kapitlet mer opptatt av lærernes perspekti-
ver og hvordan de opplever utforskende undervisning. Ved å sammenlikne
det som lærerne gjør i praksis, og det de sier om de utforskende praksisene
sine, er vi i stand til å identifisere dilemmaer og forbedringspotensial
med tanke på utforskende undervisning i naturfag. For å kunne gi forsk-
ningsbaserte anbefalinger om hvordan utforskende undervisning kan
lykkes, trekker vi også fram tidligere forskning som omhandler hvordan
naturfaglærere forstår utforskende undervisning.

LÆRERNES OPPFATNINGER AV UTFORSKENDE UNDERVISNING

Hva lærerne gjør i praksis, og hvordan de tilrettelegger for naturfagundervisning, er avhengig av hvordan de forstår utforskende undervisning (Lotter et al., 2007). Forskning tyder på at lærernes oppfatninger av naturfaglig kunnskap, deres tolkninger av læringsmål og ikke minst deres verdier i stor grad vil påvirke hvordan utforskende undervisning implementeres (Keys & Bryan, 2001). Siden det finnes mange forskjellige oppfatninger om utforskning, er det viktig å undersøke *hva* lærerne legger i begrepet, og *hvorfor* de benytter seg av utforskende praksiser.

I en studie med 20 naturfaglærere på barnetrinnet kartla Ireland et al. (2012) variasjonen i forestillingene om utforskende undervisning. Forfatterne konkluderte at det stort sett finnes tre forestillinger som dekker bredden av hvordan lærerne forstår utforskning: Den *opplevelsesbaserte* har fokus på å engasjere elever gjennom praktiske opplevelser og aktiviteter i naturfag. Det er en forventning om at elevene viser større engasjement i sin læring på grunn av spennende erfaringer med naturfag. Den *problem-baserte* fokuserer på å utfordre elever med relevante naturfaglige problemstillinger. Undervisningen struktureres rundt en gitt problemstilling som formuleres av læreren. Det er elevene som skal finne en løsning på problemstillingen. Den *spørsmålsbaserte* går ut på å hjelpe elevene å stille egne spørsmål og finne egne svar. Det er en forventning om at elevene blir mer motivert og engasjert i naturfag når de utforsker egne spørsmål og finner egne svar på det de lurer på.

Disse tre forestillingene samsvarer godt med en progresjon fra opplevelse til undersøkelse av spørsmål identifisert av Schneider og Plasman (2011). Progresjonen gjenspeiles i kodene vi har brukt for å analysere de utforskende fasene. Den opplevelsesbaserte forestillingen samsvarer med kode 1 og 2, den problembaserte forestillingen er typisk for kode 3, og den spørsmålsbaserte forestillingen dekker koder 4 i de tre kategoriene *forberedelse*, *datainnsamling* og *konsolidering*. Alle lærerne som ble intervjuet, ga uttrykk for et syn på utforskende undervisning som stemmer overens med den opplevelsesbaserte forestillingen:

Barnetrinns lærer: «Utforskning er en læreform der eleven gjennom oppdagelse finner ut noe om / oppdager noe om det han skal lære, på egne premisser, på egen måte.»

Ungdomstrinns lærer: «For meg så betyr det å teste og oppdage nye ting i stor grad i naturfag som man må gjøre en eller annen test og så ser man etter resultat og så begynner man å reflektere rundt det. Hvorfor skjedde det, eller hvorfor skjedde det ikke? Det tenker jeg er utforsking, da.»

Det betyr at lærerne i LISSI mener at utforsking engasjerer elevene gjennom praktiske aktiviteter og spennende opplevelser. Noen lærere beskrev også den problembaserte forestillingen, der det er en problemstilling gitt av læreren som inviterer elevene til å finne egne metoder og egne svar.

Barnetrinns lærer: «Først må elevene få lov til å dille litt og tulle litt og ordne litt og prøve litt først. Det har i alle fall jeg god erfaring med. Så utforskende det er jo å ha oppgaven for øye, men allikevel få lov til å gjøre det på litt forskjellige måter fra gruppe til gruppe, da, hvis de jobber på grupper.»

Det var ingen som definerte utforskende undervisning i tråd med den spørsmålsbaserte forestillingen som tar utgangspunkt i å hjelpe elevene å utvikle forskbare spørsmål. Også i studien til Ireland et al. (2012) var denne forestillingen den som sjeldnest ble nevnt, selv om den er den mest elevsentrerte forestillingen.

Det er viktig å supplere lærernes forestillinger om utforskende undervisning med perspektiver på hvorfor de benytter seg av utforskende praksiser. I intervjuene våre var lærerne stort sett enige om at elevene lærer mye når de jobber utforskende:

Barnetrinns lærer: «Det er uendelig mye de lærer. De lærer samarbeid, de lærer å strukturere, de lærer å ta ansvar, de lærer å finne ut av ting på egen hånd, de lærer å bruke læreren til det den skal være der for; å undervise dem, ikke for å passe på dem. Det er det som er målet med hele hopprennet – at de skal bli selvstendig.»

I tråd med å fremme selvstendighet er også det å møte motstand et viktig aspekt ved utforsking.

Ungdomstrinns lærer: «De elevene som har evne til å møte litt motstand, får mye igjen for det. Fordi når man jobber sånn, så møter du motstand. Plutselig skjønner du ingenting, og så må du komme deg videre derfra. Og de som opplever den mestringen når de kommer seg videre, de lærer mye.»

Videre fremhever flere lærere at nysgjerrighet er drivkraften i utforsking. Nysgjerrighet og undring er dermed både mål i de tidlige utforskende fasene og generator for videre utforsking. Siden naturfag byr på mange muligheter til å engasjere elevene gjennom praktisk arbeid, er det ofte «praksisknagger» som kan hjelpe elevene å henge naturfagteori på. Tanken bak slike praksisknagger er at elevene får bygge forståelse av abstrakte begreper når de har mulighet til å koble praktiske aktiviteter til naturfaglig teori:

Ungdomstrinns lærer: «Og det med å stimulere til nysgjerrighet, når man driver med utforsking, er jo et av målene at de skal bli nysgjerrige, og at de skal få lyst til å finne ut, lyst til å få en forklaring på hvorfor det her skjer. Det skal liksom være sånn 'Hæ? Hvorfor skjedde det?' Og så gå videre derfra. (...) Og så er det jo det læringsaspektet, de blir motivert for å lære teorien. Når de har utforsket og blitt nysgjerrig fordi når du har faktiske erfart noen ting, så har du kanskje mer motivasjon for å sette deg inn i den teorien som er ganske tung i naturfag, da. Det er ganske heftig med alt det de skal inn i der, selv på ungdomsskolen. Du har faktisk da forhåpentligvis noen praksisknagger å henge teorien på. Så du kan på en måte tenke: 'Å, ja. Så det var det vi erfarte der.' Men det trenger du ofte hjelp til fordi det er ikke alltid de ser den sammenhengen.»

Vi mener at det er en styrke ved LISSI-prosjektet at vi har mulighet til å se på samsvar mellom det som lærerne sier og det de gjør i klasserommet. Vi tror det er uoverensstemmelser mellom observerte og erfarte undervisningspraksiser som viser til forbedringspotensial. Om lærerne blir bevisst på at det finnes motsetninger og dilemmaer knyttet til utforskende praksiser, har de muligheter til å gjøre gode utforskende praksiser i naturfag enda bedre.

Det er interessant at det bare var én lærer som i intervjuet reflekterte over mulige dilemmaer mellom det hun faktisk gjør i klasserommet og det hun tror hun gjør. I intervjuet beskrev læreren en mismatch mellom den erfarte og den intenderte praksisen sin. Det var elevene som gjorde henne oppmerksom på at ikke alle læringsstrategier implementeres slik hun trodde de gjorde. For eksempel fortalte hun at undervisningspraksiser som hun oppfatter som elevstyrt, ikke oppfattes slik av elevene:

Ungdomstrinns lærer: «Jeg har jo undervist mange ganger. Og så tror jeg at jeg gjør noe, og så oppfatter ikke elevene det som jeg tror at jeg gjør. For eksempel at jeg spør dem hvordan de vil at vi skal jobbe, da tenker jo jeg at jeg lar dem være delaktige, men det tenker de ikke selv. Og det er det jeg mener med at vi er ikke flinke nok til å informere dem om hva det er vi gjør, og hvorfor vi gjør det vi gjør, underveis. En ting er at vi skal lære dem naturfag, men vi er ikke flinke nok til å fortelle dem hvorfor jeg bruker de metodene som jeg gjør, hvorfor vi har en tilnærming til det naturfaglige stoffet som vi har da. (...) ja, det var en sånn aha-opplevelse for meg som gjorde at jeg begynte å tenke gjennom enda en gang.»

Selv om det kan være utfordrende for lærere å identifisere praksiser som ikke oppleves likt av læreren og elevene, la læreren merke til at det finnes uoverensstemmelse mellom det hun gjør og det hun tror hun gjør i klasserommet. I den neste delen skal vi se på tre dilemmaer som kjennetegnes av manglende samsvar mellom de observerte og erfarte utforskende praksisene i naturfag.

TRE DILEMMAER KNYTTET TIL UTFORSKENDE PRAKSISER I NATURFAG

Vi skal nå presentere tre dilemmaer som kjennetegner motsetninger mellom de observerte og erfarte utforskende praksisene i naturfag. Vi tar disse dilemmaene som utgangspunkt for å drøfte muligheter for å løfte kvaliteten på utforskinger. Vi trekker også fram noen hovedmomenter ved variasjonen vi ser i de utforskende fasene, for å komme med forslag til enkle grep som kan gjøre gode utforskinger enda bedre.

Dilemma: Frihet versus kontroll

Et åpenbart dilemma knyttet til utforskinger gjelder to aspekter ved utforskende undervisning som er tett knyttet sammen: det å gi elevene friheter og det å gi fra seg kontroll under utforskende økter. I intervjuene var lærerne enige om at det er en kjempeutfordring å gi fra seg kontroll når elever jobber utforskende. Samtidig sa lærerne at et stort læringsutbytte ved utforskinger er den økte selvstendigheten som elever utvikler når undervisningsopplegg blir mindre lærerstyrt. Analysen av videoene viser at de fleste utforskende praksisene har større frihet sammenliknet med «vanlig» undervisning både på barne- og ungdomstrinnet. Men selv om lærerne ønsker at elevene finner egne fremgangsmåter og tar ansvar for sin egen læring, ser vi i liten grad helt åpne utforskende forløp i vår undersøkelse.

Koden «grad av åpenhet» måler hvor mange valgmuligheter elevene har når de jobber utforskende. *Frihetsgraden* beskriver om elevene får bestemme problemstillingen eller spørsmålet som skal undersøkes, metoden som skal benyttes, og om elevene kjenner resultatet av utforskningen på forhånd. Det er klart at frihetsgraden kan variere i løpet av en utforsking, som vi i detalj har presentert i kapittel 4. Vi observerer at problemstilling og fremgangsmåte ofte er gitt av læreren, mens elevene skal komme fram til et svar eller et resultat som de ikke kjenner på forhånd. Vi ser eksempler på at elever selv lager hypoteser og utvikler fremgangsmåter, men vi har ikke observert utforskende forløp som har full frihet. Det spørres hva elevene mister og hva de får når de får flere friheter og flere valgmuligheter i utforskende undervisning. Vi kommer tilbake til dette spørsmålet i den neste delen når vi presenterer muligheter for forbedringer.

Dilemma: Implisitt versus eksplisitt undervisning

Et annet dilemma som dekker flere aspekter ved de utforskende praksisene vi har observert, oppstår når vi ser på forholdet mellom eksplisitt undervisning og implisitte forventninger til det som elevene skal lære. Videoobservasjonene tyder på at utforskende undervisning stort sett brukes til å fremme begrepsmessig forståelse og utvikle utforskende evner hos elevene, med andre ord til å fremme innholds- og metodekunnskap. I intervjuene presenterer lærerne derimot et mer nyansert bilde av det de anser som viktig læringsutbytte når elever jobber utforskende. Interessant

nok legger lærerne mye mer vekt på kunnskap om naturvitenskap og kunnskap om samarbeid og holdninger når de snakker om formålet med utforsking. Det er for eksempel få som nevner begrepsutvikling som et læringsutbytte, selv om vi observerer mange økter som har som mål å fremme forståelse av fagbegreper. Hva kan være grunnen til at lærerne ikke anser faginnhold og innholdskunnskap som viktigst når de reflekterer over utforskende undervisningspraksiser? Det er mulig at lærerne tar for gitt at elevene lærer faginnhold under utforsking, og at de derfor vektlegger andre aspekter når de reflekterer over utforskende undervisningspraksiser. Dette gjelder metodekunnskap og kunnskap om naturvitenskapens egenart (NOS, Nature of Science) og til en viss grad noen aspekter ved kunnskap om samarbeid og holdninger. Tidligere forskning har for eksempel vist at mange lærere ikke underviser eksplisitt om NOS selv om de hevder de gjør det (Lederman & Lederman, 2019). Mange pedagogiske tilnærminger som lærere tror fremmer forståelse av NOS, innebærer at elevene involveres i utforskinger uten at NOS tas opp eksplisitt. Dette er en observasjon som stemmer overens med det vi har sett i våre observasjoner. I rundt 80 % av datamaterialet er *naturvitenskapens egenart* kodet på nivå 1 og 2, noe som viser at lærere ikke pleier å nevne dette eksplisitt. Samtidig snakker lærerne i intervjuene mye om at elevene skal lære å koble teori til naturvitenskapelige fenomener ved å jobbe utforskende, det vil si ved å stille spørsmål, lage hypoteser og engasjere seg under praktisk arbeid. Det virker som om lærerne antar at elever, mens de arbeider med utforsking, får en forståelse av hva som ligger i vitenskapelige tenkemåter, og hvordan forskere jobber.

Ungdomstrinns lærer: «Så det er ikke bare å lese om ting, det er faktisk å være med å oppdage ting selv, bygge sin egen kunnskap. Jeg kaller jo det vi driver med, for forskning selv om elevene sikkert gjennomskuer at det ikke er forskning vi driver med, fordi de skjønner sikkert at det her er gjort før, men jeg har en ide om at de kanskje tenker at de er med å oppdage helt nye ting som ikke har vært oppdaget før, da.»

Før vi drøfter muligheter for å heve kvaliteten på utforskende undervisning ved å gå fra implisitt til eksplisitt undervisning, ser vi på et beslektet dilemma som belyser formålet med utforsking.

Dilemma: Middel eller mål?

For å kunne drøfte ulike formål med utforsking bygger vi på Gyllenpalm et al. (2010), som skiller mellom tre tolkninger av utforsking i naturfagdidaktikk, nemlig utforsking som

- 1) et sett av ferdigheter og evner som skal læres av elevene
- 2) metodekunnskap og epistemologisk kunnskap om logikken som ligger bak den vitenskapelige fremgangsmåten
- 3) en pedagogisk strategi

I en studie med tolv naturfaglærere på ungdomstrinnet konkluderte Gyllenpalm et al. med at lærere ofte blander disse tolkningene, og at de ikke skiller mellom utforsking som pedagogisk strategi og som vitenskapelig fremgangsmåte. Også i LISSI ser vi at det finnes et dilemma knyttet til formålene med utforsking.

I intervjuene fremhever lærere at elevene lærer mye når de jobber utforskende. Elevene tilegner seg ikke bare innholdskunnskap under utforsking. I tråd med den opplevelsesbaserte forestillingen nevner for eksempel alle lærerne at utforsking øker elevenes engasjement og interesse. I tillegg fremhever lærere at elevene må reflektere mer, blir bedre til å argumentere og i større grad utøver kildekritikk når de driver med utforsking. Vi ser også at lærerne fokuserer på det allmenndannende perspektivet med naturfaget som vektlegger å utdanne elever som fungerer i samfunnet og har meninger i aktuelle samfunnsdebatter.

Oppsummert uttrykker LISSI-lærerne en tolkning av utforsking som en pedagogisk strategi eller et *middel* som brukes til å fremme innholdskunnskap. Derimot nevner lærerne i intervjuene i liten grad at elevene skal tilegne seg utforskende ferdigheter. Det å øve på vitenskapelige fremgangsmåter virker å være et mål i seg selv for de intervjuede lærerne. Men lærerne beskriver ikke utforsking på denne måten. Dette tyder på et mulig dilemma i form av et spenningsforhold mellom middel og mål knyttet til utforsking.

POTENSIAL FOR Å LØFTE KVALITETEN PÅ UTFORSKENDE UNDERVISNING I NATURFAG

Hvordan kan vi løfte kvaliteten på utforskende praksiser? Og ser vi undervisning som har et potensial til å kunne bli mer utforskende? I denne delen skal vi bygge på de tre identifiserte dilemmaene for å drøfte muligheter til å øke kvaliteten på utforskinger i naturfag. Utgangspunktet for disse drøftingene er at vi i LISSI ser en del undervisning med lave koder for de utforskende kategoriene som med enkle grep kan gjøres om til utforskende undervisning som skårer høyt.

Balansen mellom frihet og kontroll

Hvordan kan vi finne en god balanse mellom å gi elevene valgmuligheter og støtte under utforsking? På den ene siden er det et ønske å hjelpe elever til å bli mer selvstendige i sin læring. På den andre siden er det en fare for at elevene ikke er i stand til å jobbe selvstendig, noe som en av LISSI-lærerne påpekte i intervju:

Ungdomstrinns lærer: «Ja, men det er klart det er vanskelig når elevene skal få lov til å gå og filme for eksempel, så kan jo ikke jeg følge etter 12 grupper fordi jeg er jo bare én person, og så kan man rope frihet og ansvar så mye man vil, men det er jo ikke alle som er klar for det. Og selvfølgelig så går jo noen ned på butikken i stedet for å gjøre det de skal, når du sier: 'OK, nå skal vi gå og filme en film ute. Og du skal gå med gruppen din og filme det du vil, og være tilbake om 45 minutter.' Så det er jo klart vanskeligere.»

Forskning viser at full frihet ikke nødvendigvis gir mest læring. En studie av Bjønnes og Kolstø (2015) viser at et samspill mellom rom (frihet) og struktur (stillaser) for elevene i ulike faser gir retning i åpne utforskinger. Forfatterne hevder at om lærere er bevisst på å veksle mellom struktur og frihet for elevene i undervisningen, kan dette fremme mer autentisk utforskning som gir læring. Videre viser forskning at felles konsolideringsfaser kan være like viktig som faser der elever jobber selvstendig (Knain & Kolstø, 2011). Dessuten spiller lærere en viktig rolle når det gjelder å ta kontroll og integrere faglig innhold i et større pedagogisk rammeverk (Tang & Tan, 2017). Det å finne den riktige balansen mellom frihet

og kontroll i de ulike utforskende fasene byr på forbedringspotensial til å heve kvaliteten på undervisning. Her skal vi se på de tre utforskende fasene separat og belyse hvordan utforsking i hver fase kan bli enda bedre når vi tar hensyn til spenningen mellom frihet og kontroll.

Forberedelsesfasen

I forberedelsesfasen ser vi tre områder der lærere kan gi fra seg en del kontroll slik at elevene får jobbe mer selvstendig.

1. Undringsaktiviteter som drivkraften i utforsking

Når elever får frihet til å undre seg over et fenomen og bli nysgjerrige, begynner de å styre sin egen læring. I de utvalgte utforskende timene som har skårer lavt, ser vi mange eksempler på undringsaktiviteter og på at elever må diskutere hva de tror kommer til å skje, ut fra tidligere erfaringer og forkunnskaper. I intervjuene nevner alle lærerne undring og nysgjerrighet når de definerer utforskende undervisning, og dette nevnes også som et viktig læringsutbytte for elevene. Vi ser en opplevelsesbasert tilnærming til utforsking som definert i Ireland et al. (2012). Dette kan være utgangspunkt for en mer problembasert tilnærming der elevene ut fra problemstillinger lager egne hypoteser og fremgangsmåter. Ved å skifte fokus fra en opplevelsesbasert til en problembasert tilnærming kan lærerne bidra til bedre kvalitet på forberedelser fordi elevene får en rikere læringsopplevelse. Vi ser et potensial for å heve kvaliteten på forberedelsene ved å støtte elevene å ta det neste steget fra undringsaktiviteter til å lage egne hypoteser og fremgangsmåter.

2. Spørsmål gitt av læreren, åpne spørsmål, elevgenererte spørsmål

Spørsmålene blir som regel gitt av læreren, men det er flere eksempler på at lærer stiller åpne spørsmål som får elevene til å undre seg som utgangspunkt for utforsking. Selv om lærerne i intervjuene fremhever at utforsking kan ha åpne spørsmål, nevner de i svært liten grad at elevene selv kan utvikle forskningsspørsmålene. Ved å involvere elevene mer i spørsmålsutviklingen er det stort potensial for økt kvalitet på utforskingen gjennom å gå fra en problembasert til en spørsmålsbasert tilnærming. En årsak til at lærere i liten grad har fokus på at

elevene selv skal utvikle forskbare spørsmål og problemstillinger, kan være at teorier og modeller for utforsking, som 5E-modellen (Bybee, 2009), i liten grad vektlegger spørsmålsstillinger som drivkraft bak utforskende praksiser (Ireland et al., 2012). En annen årsak kan være at lærere tror at når elever skal stille egne spørsmål, så betyr det at elevene begynner å spørre om alt mulig. Med andre ord at utforskingen blir helt fri. Det er viktig å understreke at det er mulig med en mellomting, nemlig at læreren får elevene til å stille et forskbart spørsmål innenfor et klart avgrenset område og innenfor problemstillingen som skal tas opp.

3. Fremgangsmåter ved og planlegging av utforsking, å lage egne hypoteser

I videoene ser vi flere eksempler på at elevene har et spørsmål eller problemstilling og selv må finne fremgangsmåten som kan gi svar. I intervjuene nevner lærerne at elevene selv må finne ut hvordan de skal finne svar på spørsmål og problemstillinger. Dette viser en problemfokuset tilnærming i naturfagundervisningen. I prosjektet ser vi imidlertid mye undervisning der elevene følger en gitt fremgangsmåte eller oppskrift. På barnetrinnet ser vi imidlertid flere eksempler på at elevene får endre fremgangsmåtene for å forbedre sitt lim eller sin brus, eller elevene får designe sin egen bro. Det er også en trend at elevene både på barne- og ungdomstrinnet får større frihet når de planlegger å finne svar på sine spørsmål og problemstillinger ved å bruke sekundære kilder som bøker og internett. Det å planlegge og utvikle fremgangsmåter og det å lage hypoteser er en viktig ferdighet i utforskende aktiviteter. Vi ser et potensial for å heve kvaliteten på utforskingen ved å la elevene i større grad utvikle egne fremgangsmåter, lage egne hypoteser og planlegge innsamling av data.

Datainnsamlingsfasen

I våre observasjoner ser vi at elever samler inn data ved å gjøre praktiske eksperimenter, men også ved å bruke sekundære kilder som forskjellige tekster og modeller og ulike tekster og simuleringer på internett. Vi ser at elevene har større grad av frihet når de henter informasjon fra sekundære kilder som bøker og internett, enn ved praktisk eksperimentering.

I intervjuene gir lærerne også eksempler på forskjellige kilder som de har brukt ved utforskinger:

Barnetrinns lærer: «Vi har jo Salaby som et nettsted for vår skole, og så TV2 Skole og NRK Skole. Det finnes en del gode steder hvor det også ligger tekster til disse småfilmene som de sender. Så vi har prøvd å motivere de litt på den måten, da. Også læreboka vår, vi har jo *Gaia*, men jeg er ikke sånn fra A til Å. Vi tar frem *Gaia* og så ser vi på siden, bruker det som sammensatt tekst, ser på overskrifter og bilder, og så forteller jeg først veldig mye hva som står på den siden.»

I videoene ser vi en tendens til at elevene har større grad av frihet når de bruker sekundære kilder enn når de gjør praktiske aktiviteter som oftere bygger på en oppskrift. Vi ser et potensial i undervisningen ved å øke bruken av sekundære kilder i utforsking og ved i mindre grad styre de praktiske aktivitetene. Vi ser også et potensial for å systematisere observasjoner og målinger ved praktisk eksperimentering i større grad. Det finnes ulike måter å dokumentere data på; når denne dokumentasjonen organiseres og systematiseres, så kan det være en begynnende analyse.

Konsolideringsfasen

I intervjuene nevner lærerne at å trekke slutninger basert på data og bygge teori er en del av den utforskende prosessen. For eksempel beskriver en lærer på ungdomstrinnet hvordan datainnsamlinger legger til rette for teoribygging, og at det under utforsking er viktig å ta seg tid til både datainnsamling og konsolidering.

Ungdomstrinns lærer: «Vi har jo den 90-minuttersøkten med praksis, og så har vi ofte 45 minutter med litt sånn teoriaktig påfyll. Det er ikke alltid de klarer å se den sammenhengen der. Det er det vi prøver å løfte opp da i den teoritimen, at det har en sammenheng.»

I videoene ser vi at konsolideringene ofte blir korte og er enkle beskrivelser av observasjoner. Dette gjelder spesielt for barnetrinnet der elevene i noen grad bruker data til å trekke slutninger, men i svært liten grad bruker data til å koble teori og praksis. På ungdomstrinnet er det større grad av

konsolidering. Elevene begrunner observasjonene sine og gir i større grad forklaringer på naturfaglige fenomener som er teoribasert, og diskuterer implikasjoner. Dette funnet kan forklares ut fra elevenes alder og kognitive nivå og ut fra at kravet til faglighet er økt på ungdomstrinnet.

Men vi ser et potensial for å øke tiden som brukes på oppsummering og konsolidering. At det ikke settes av nok tid til konsolidering, har vært et gjennomgående problem i norske skoler (Klette, 2013). Det er i den konsoliderende fasen, når de oppsummerer og diskuterer fagstoffet som er gjennomgått i timen, at elevene får øve seg på å bruke faglige begreper i nye sammenhenger. I sin masteroppgave, gjennomført i LISSI-prosjektet, undersøkte Hagset (2019) hvordan lærere tilrettelegger for diskusjon og argumentasjon i utforskende undervisning. Hagset observerte at lærerne ofte legger opp til diskusjon og argumentasjon i form av å stille åpne spørsmål og utfordre elevene til å begrunne og argumentere for egne utsagn. Men det finnes i liten grad sammenkobling mellom elevutsagn og dermed lite interaksjon mellom elevene i form av videre samtale om naturfaglige påstander. Når læreren kobler sammen elevutsagn, åpnes det for elevaktivitet og -engasjement ved at elevene for eksempel kommer med motargumenter eller kritiske innspill til hverandres utsagn. Hagset konkluderte at det er en tapt mulighet for å utfordre elevene på å støtte eller avkrefte hverandres utsagn. Ved å formidle til elevene at uenighet er positivt og ønsket i en diskusjon, kan lærerne få fram ulike sider ved en problemstilling og dermed løfte kvaliteten på konsolideringen.

Fra implisitt til eksplisitt undervisning

Når vi sammenlikner de observerte og erfarte utforskende praksisene, blir det tydelig at LISSI-lærerne er klar over hva som kjennetegner utforskende undervisning, og hva som ligger i naturvitenskapens egenart (NOS), men at de sjelden understreker det eksplisitt i undervisningen. Forskingen støtter observasjonen vår og viser til et potensial for forbedring: For å kunne formidle kjennetegn ved naturvitenskapens egenart og metodekunnskap trengs det eksplisitt fokus på dette i undervisningen; det er ikke nok med implisitte tilnærminger som for eksempel finnes i tradisjonelle labøvelser (Lederman & Lederman, 2019). Funnene våre tyder på at spenningsforholdet mellom det implisitte og det eksplisitte byr på muligheter til å heve kvaliteten på utforskende undervisning ved å la

lærerne integrere mer eksplisitte undervisningsstrategier i sine praksiser. Utforskning på sitt beste fremmer både elevenes evner til å gjennomføre utforskning og deres forståelse av hva som ligger bak disse utforskende aktivitetene, og hvordan naturvitenskapelig kunnskap dannes mer generelt (Lederman & Lederman, 2019).

Et annet potensial for forbedring som gjelder forholdet mellom implisitte forventninger og eksplisitte undervisningsstrategier, har med lærernes grunnleggende oppfatninger av naturvitenskapens egenart å gjøre. Lotter et al. (2007) har gjort oppmerksom på at disse oppfatningene i stor grad påvirker hvordan og hvor ofte utforskende undervisning implementeres i klasserom. Dette er en observasjon som også kommer tydelig fram i studien vår. Et eksempel er en ungdomstrinns lærer som uttrykker sin oppfatning om meningen med skoleutdanningen, nemlig at elevene skal bli allmennutdannet, og at de skal kunne delta i et demokratisk samfunn:

Ungdomstrinns lærer: «Hvis vi snakker om grunnskole, alle skal gjennom grunnskolen, du skal bli allmennutdannet. Ja, de fleste i Norge går på videregående, men det er ikke det som er kravet. Du kan la være å gå på videregående. Så du skal gjennom ungdomsskolen, der hvor jeg jobber, så skal du jo bli allmennutdannet, og nå er det jo mye større fokus på at du skal kunne bidra i samfunnet som en vanlig borger og kunne stemme demokratisk og forstå hva du stemmer på.»

Læreren knytter denne oppfatningen direkte til utforskende undervisning. Når vi spurte hva elevene lærer når de jobber utforskende, svarte hun i tråd med sin oppfatning:

Ungdomstrinns lærer: «Ja, jeg tror elevene lærer på en måte å bli de menneskene som skal kunne delta i samfunnet. Jeg er jo veldig enig i læreplanene sine generelle overordnede mål, som at du skal kunne delta bærekraftig og være en demokratisk borger. Og med en gang du er ferdig på skolen, så er det jo ingen som sitter og lærer deg hva du skal synes, eller hvorfor ting er som de er.»

Denne lærerens syn på læring, formålet med skoleutdanningen og utforskende undervisning reflekteres i videoobservasjoner av undervisningen hennes. I én økt er det elever som leser og analyserer tre forskjellige tekster

om bærekraftig utvikling. Oppgaven er å diskutere faglige begreper og vurdere faglige påstander basert på hvem som har skrevet teksten. Fokuset i denne økten er kildekritikk, og hensikten er at elevene lærer å være kritiske til kilder. I intervjuet snakker læreren om denne undervisningsøkten. Hun knytter evnen til å kunne vurdere kilder til virussituasjonen, som har vist hvor aktuelt det er å kunne vurdere informasjon fra ulike kilder i en situasjon som er preget av mye usikkerhet:

Ungdomstrinns lærer: «Eleven skal jo utforske resten av livet. Det er ingen som kommer til å sende dem linker og si at 'den her kilden er en bra kilde'. Så utforsking og kildekritikk tror jeg henger veldig nær sammen, eller kanskje ikke kildekritikk, men kritisk tanke, da. Evnen til å tenke kritisk og å forstå at kanskje ikke alle andre vet, heller, kanskje ingen vet helt sikkert, kanskje man må samle sammen masse informasjon selv. Så jeg synes det var fint å ta tak i det som skjer nå, fordi det er jo det på en måte jeg hadde håpet at de skulle klare når de går ut herfra, de er jo ferdige om noen måneder.»

Dette eksemplet viser at det finnes klare sammenhenger mellom et syn på læring som har stort fokus på allmenndannelse, og utforskende praksiser som har fokus på kildekritikk. Vi konkluderer at det finnes muligheter til å løfte undervisningskvaliteten når lærerne reflekterer over sine holdninger og underviser i tråd med et samfunnsrettet syn på naturfag.

Større bevissthet om utforsking enten som middel eller mål

Tidligere forskning bekrefter at mange lærere ikke skiller mellom utforsking som middel og utforsking som mål, det vil si mellom utforsking som pedagogisk strategi og utforsking som et sett av ferdigheter og kunnskap (Gyllenpalm et al., 2010). Også i LISSI-studien ser det ut som om lærere har større fokus på de pedagogiske aspektene ved utforsking.

Begrepet *eksperiment* illustrerer spenningen mellom mål og middel (Gyllenpalm et al., 2010). Et *mål* med utforskende undervisning kan være å lære om eksperimenter som en spesifikk type metode som brukes i vitenskapelig utforsking for å svare på en viss type spørsmål. Her er det metodekunnskap som står i fokus. Imidlertid kan eksperimenter også brukes til å fremme engasjement og illustrere naturfaglige fenomener og

naturfaglig teori. I dette tilfellet er utforsking et *middel* som skal fremme kunnskap om fagstoff.

Det samme gjelder også for begrepet *hypotese*, som lærerne ofte bruker som middel til å fremme motivasjon eller aktivisere elevenes tidligere kunnskap. Her brukes hypotese som gjetning på hva som vil skjer i en konkret situasjon, i stedet for en foreløpig forklaring på et naturvitenskapelig fenomen som også kan testes empirisk (Sjøberg, 2021). Det å lage hypoteser kan også føre til aha-opplevelser hvis resultatene er i strid med elevenes forventninger. En ungdomstrinns lærer beskriver for eksempel hvordan en hypotese om tyngdekraften kan skape nysgjerrighet:

Ungdomstrinns lærer: «Der har jo de aller fleste en tanke om at alt faller likt til bakken. Nei, at tyngre ting faller raskere til bakken, og la dem få gjøre målinger der, det synes jeg er ganske kult å se. At ting med samme form faller like fort til bakken. Så det er formen og ikke massen som har noe å si da på hvor fort. Det er det mange som blir overrasket over, altså en flaske uten vann og en flaske med vann faller like raskt i bakken. Det er sånn 'Oi! Det var jo litt rart', også blir de nysgjerrig og får lyst til å finne ut mer om det.»

I tråd med Gyllenpalm et al. (2010) konkluderer vi at lærere bør være mer bevisst på hensiktene med utforsking. Er målet å lære fagkunnskap, om en metode eller om naturvitenskap? Det å kunne ta et bevisst valg om hvordan utforsking brukes, vil forbedre undervisningspraksiser fordi utforskingen da blir mer målrettet. Om vi bruker utforsking som middel, det vil si som pedagogisk strategi, kan utforskingen skape nysgjerrighet og motivasjon og støtte elevenes selvstendige læringsprosesser. Om vi bruker utforsking som mål, kan utforsking fremme praktiske evner, metodekunnskap og kunnskap om hvordan naturfaglig kunnskap dannes gjennom utforsking. Vi tror at elevene vil ha nytte av begge deler når de jobber utforskende i naturfag.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

Hvordan kan man løfte kvaliteten på utforskende undervisning i naturfag? Finnes det noen grep for å forbedre utforskende naturfagundervisning? I dette kapitlet har vi satt søkelyset på tre dilemmaer som beskriver

uoverensstemmelser mellom lærernes oppfatninger av utforskende undervisning og deres undervisningspraksiser. Det å identifisere manglende samsvar mellom observerte og erfarte praksiser knyttet til utforskende undervisning kan skape bevissthet om hvordan utforskende praksiser kan bli enda bedre.

Avslutningsvis vil vi nå se hvordan de tre spenningsforholdene som vi har identifisert (frihet versus kontroll, implisitt versus eksplisitt undervisning, middel versus mål), griper inn i hverandre. Det første dilemmaet gjelder forholdet mellom frihet og kontroll: Hvordan kan vi finne en god balanse mellom å gi elevene rom og struktur, det vil si frihet og stillaser, under utforsking?

Når det gjelder å gi elevene mer frihet, er det særlig i forberedelsesfasen at kvaliteten på utforskingen kan løftes. Det å utforske egne spørsmål og lage egne hypoteser ser ut til å være et aspekt ved utforskende undervisning som ikke er særlig utbredt blant lærere. Det å oppmuntre elevene til å stille egne spørsmål og formulere hypoteser kan derfor være en god måte å løfte kvaliteten på utforsking i naturfagundervisning på. Dette forbedringspotensialet kan knyttes til en mer eksplisitt tilnærming til naturvitenskapens egenart (NOS). Om læreren formidler eksplisitt at det å lage forskbare spørsmål og egne hypoteser er et viktig aspekt ved naturvitenskap og dermed en viktig del av metodekunnskap og kunnskap om naturvitenskap, er det større sjanse for at elevene blir bevisst på i hvilken grad de planlegger eksperimenter eller finner egne spørsmål å utforske.

Dessuten har lærere mulighet for å ta et bevisst valg om hvordan de for eksempel vil bruke hypoteser i utforsking: skal elevene lage hypoteser for å få økt motivasjon (utforsking som middel) eller for å lære om eksperimenter som en spesifikk type metode (mål)? Vi ser at de tre dilemmaene henger tett sammen: en større bevissthet om hensikten med utforsking og en eksplisitt tilnærming til naturvitenskapens egenart kan øke frihetsgrader i forberedelsesfasen.

Med tanke på det andre dilemmaet, som gjelder forholdet mellom implisitte og eksplisitte undervisningsstrategier, har vi sett at det bare er få lærere i LISSI som har NOS-perspektiver eksplisitt i sin undervisning. Mange lærere antar at elevene utvikler en forståelse av naturfagets egenart og fremgangsmåter bare ved å være engasjert i utforskende praksiser og praktiske aktiviteter. Her er det et stort potensial for å øke kvaliteten på utforsking ved å koble det andre og tredje dilemmaet: Hvis lærerne

skiller mellom utforsking som middel og utforsking som mål, tar de et bevisst valg om hvilken funksjon utforsking har i en planlagt økt. Dermed blir utforskingen mer målrettet, og lærerne vi få flere muligheter til å understreke naturfagets vesen og egenart mer eksplisitt når elevene jobber utforskende.

Vi ser for eksempel i liten grad at lærerne anser utforsking som et mål i seg selv. Ved å utvikle større bevissthet over forskjellige tolkninger og funksjoner av utforsking, og ved å formidle dette eksplisitt til elevene, har lærere mulighet for å fremme innholds- og metodekunnskap og kunnskap om naturfagets vesen og egenart.

Til slutt ser vi også at lærere har diverse oppfatninger av utforskende undervisning som delvis stemmer overens med undervisningspraksiser og til en viss grad står i motstrid til det som gjøres i klasserommet. Lærerutdanningen og lærernes videre profesjonsfaglige utvikling kan bli bedre om den også tar opp lærernes oppfatninger og relaterer dem til utforskende undervisningspraksiser, istedenfor å bare kurse lærerne i utforskende praksiser. Utforskende undervisning byr på mange muligheter for å variere naturfagundervisningen. Vi foreslår at lærerne vil ha stor nytte av å reflektere over sine oppfatninger og forestillinger og hvordan disse kan knyttes til utforskende undervisningspraksiser.

KAPITTEL 6

PRAKTISKE AKTIVITETER I NATURFAG – MULIGHETER FOR ØKT ELEVAKTIVITET OG FAGLIG FORDYPNING?

Magne Olufsen, Mai Lill Suhr Lunde og Marit Kjærnsli

Praktisk arbeid er en sentral del av naturfagundervisningen og har blitt styrket gjennom LK20. Et sentralt spørsmål er:

Hvordan kan lærere tilrettelegge praktisk arbeid slik at elevene kan lage gode koblinger mellom praktiske aktiviteter og fagkunnskap?

Dette skal vi se nærmere på ved å studere hvordan praktisk arbeid blir gjennomført av lærerne i LISSI-prosjektet.

INTRODUKSJON

Den norske læreplanen legger vekt på at naturfaget skal bidra til undring og nysgjerrighet, og at elevene skal være ute i naturen og lære gjennom lek, utforskning og praktiske aktiviteter (Utdanningsdirektoratet, 2019). Læreplanen vektlegger også kunnskap om og bruk av naturvitenskapelige metoder og tenkemåter. Praktiske aktiviteter i naturfaget vil være en sentral arbeidsmåte for å nå mange av disse målene i læreplanen.

I vår studie definerer vi praktisk arbeid (eller praktiske aktiviteter) i naturfag som undervisning der elevene observerer eller manipulerer fysiske objekter og materialer eller jobber praktisk med naturfaglige fenomener. Praktisk arbeid er et begrep som blir brukt på ulike måter i forskningslitteraturen (Ferreira & Morais, 2020). Vår definisjon ligger

tett opp mot definisjonen til Millar (2010): «any science teaching and learning activity in which the students, working individually or in small groups, observe and/or manipulate the objects or materials they are studying». Dette er en relativt smal definisjon av praktisk arbeid. Det finnes andre definisjoner som er bredere, og som inkluderer for eksempel arbeid med sekundære data fra bøker og internett (Lunetta et al., 2007). Selv om vår definisjon av praktiske aktiviteter er noe smal, er det likevel mange arbeidsmåter som faller inn under begrepet, som elevforsøk, å lage fysiske modeller av naturvitenskapelige fenomener, å gjøre feltarbeid eller bruke rollespill for å illustrere naturfaglige fenomener. I likhet med Abrahams og Reiss (2012) har vi ikke inkludert bruk av nettbrett eller datamaskin som praktisk arbeid, fordi det i vårt datamateriale var vanskelig å avgjøre hvilke digitale aktiviteter som kan identifiseres som praktiske aktiviteter.

Lærere og utdanningsmyndigheter i mange land anser praktiske aktiviteter som sentralt for å styrke elevers læring i naturfag, (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein, 2017). Hensikten med å bruke praktiske aktiviteter er blant annet at elevene skal oppnå faglig forståelse ved å undersøke og observere naturfaglige fenomener, samtidig som de skal lære hvordan naturvitenskapelig kunnskap oppstår. Elevene får mulighet til å tilegne seg praktiske ferdigheter, løse problemer og «tenke naturvitenskapelig», samtidig som det kan virke motiverende og øke interessen for naturfag (Hofstein, 2017). Mange naturfaglærere og elever er av den oppfatning at praktiske aktiviteter kan skape interesse for faget (Cerini et al., 2003; Wellington, 2005). Studier viser at læringsaspektet ved praktisk arbeid kan være begrenset (Abrahams & Millar, 2008; Wellington, 2005). Mange lærere har gode intensjoner med de praktiske aktivitetene knyttet til elevenes læring, men i mange tilfeller oppnår elevene ikke det faglige læringsutbyttet som læreren ønsker. En vanlig fremgangsmåte i praktiske aktiviteter er at elevene følger en oppskrift i aktiviteten og oppnår erfaring med å håndtere fysiske objekter, men utfordres i liten grad kognitivt til å forklare hva som skjer, og argumentere for sine ideer (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein, 2017). For at elevene skal få et godt faglig læringsutbytte gjennom praktisk arbeid, og ikke bare praktiske erfaringer, er det svært viktig at læreren planlegger dette arbeidet godt og legger opp til aktiviteter som fremmer elevenes refleksjoner knyttet til observasjon og teori. I tillegg til å fokusere på faglige forklaringer i for- og/eller etterarbeid

er det hensiktsmessig å bryte opp arbeidet underveis i aktiviteten, og stimulere til refleksjon og samtaler mellom elevene og mellom lærer og elever. Dersom elevene får mulighet til å koble observasjonene direkte til teori underveis, kan dette bidra til at de i større grad ser sammenhenger mellom faglige forklaringer og erfaringer fra aktiviteten (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein, 2017).

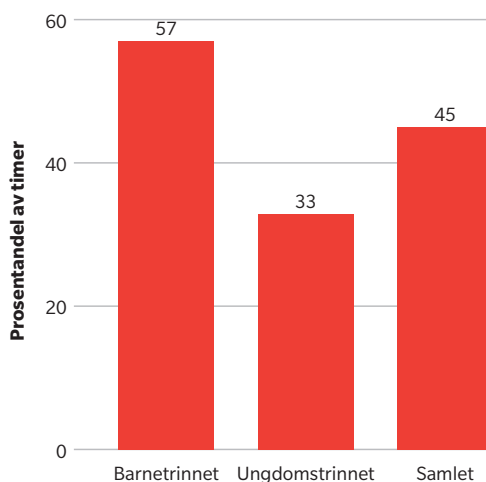
I dette kapitlet har vi analysert alle videodataene som ble samlet inn første år i LISSI-studien, for å se om det er vesentlige forskjeller på undervisningskvaliteten i timer med og uten praktiske aktiviteter. Timene er delt inn i 15-minutters segmenter. Av de totalt 257 segmentene i analysen var det 78 segmenter med praktisk arbeid og 55 segmenter med for- og etterarbeid i tilknytning til praktiske aktiviteter.

HØY ANDEL PRAKTISKE AKTIVITETER I DE OBSERVERTE KLASSENE

I klassene som var med i studien, var praktiske aktiviteter en vanlig arbeidsform i naturfag. Det var samlet sett innslag av praktisk arbeid i 45 % av timene (figur 6.1). Dette viser at den praktiske delen av faget ble vektlagt i klassene vi observerte. Det var en betydelig større andel praktisk arbeid på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet, men også store forskjeller mellom klassene på de respektive trinnene. Noen klasser hadde praktiske aktiviteter i nesten alle timene, mens andre klasser ikke gjennomførte praktiske aktiviteter i noen av timene vi observerte. Ettersom denne analysen bygger på cirka 4 timer videofilm per klasse, er det usikkert om de timene vi har filmet, er representative for undervisningen i de ulike klassene.

I de praktiske aktivitetene vi observerte, var det flere ulike tematikker og arbeidsmåter. De praktiske aktivitetene spenner fra påvisning av gasser i laboratoriet til bygging av broer og filmproduksjon. Tabell 6.1 gir en oversikt over de ulike praktiske aktivitetene vi observerte.

Vi har analysert hele det kodete videomaterialet for å se etter kvalitets-tegn ved praktisk arbeid. Som nevnt tidligere er videomaterialet delt inn i segmenter (15-minutters sekvenser). Hvert undervisningssegment ble gitt en kode fra 1 til 4 for hver videokategori, der 1 viser til få eller ingen kjennetegn og 4 viser til sterke kjennetegn for den aktuelle undervisningskvaliteten. I denne delen av analysen sorterte vi segmentene i tre grupper.



Figur 6.1 Prosentandel av timer med praktisk arbeid i de observerte klassene.

Tabell 6.1 Oversikt over praktiske aktiviteter i de observerte klassene.

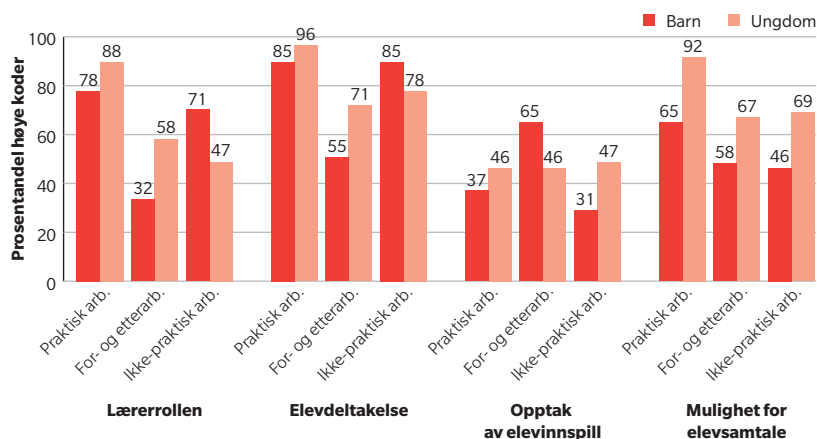
Barnetrinnet		Ungdomstrinnet	
Tema	Praktisk aktivitet	Tema	Praktisk aktivitet
Smakssansen	Smake på ulike stoffer	Grunnstoffer, periodesystemet	Lage molekylmodeller med byggesett
Konstruksjoner og modeller	Bygge broer av papir	Kjennetegn på kjemiske reaksjoner	Utføre ulike kjemiske reaksjoner
Bærekraftige byer	Bygge hus av tre og papp til ulike bymiljø	Kjemi, gasser	Påvise ulike gasser
Kjemiske blandinger	Lage brus og utforske limblandinger	Ionebindinger	Studere saltkrystaller gjennom lupe
Utdødde dyregrupper	Lage dinosaurer av plastilin	Bærekraftig forbruk	Lage videofilm om eget forbruk

Den første gruppa består av segmenter der elevene jobbet hele eller deler av tiden med praktiske aktiviteter. Det vil si at hele segmentet kunne bestå av en praktisk aktivitet eller kun ha et kort innslag av en praktisk aktivitet. De to andre gruppene består av segmenter der det ikke er praktiske aktiviteter. Disse er igjen delt i to: segmenter der det var for- eller etterarbeid til en praktisk aktivitet, og segmenter som ikke var knyttet til noe praktisk. For å finne segmenter som inneholdt for- og etterarbeid til praktiske aktiviteter, analyserte vi de tre segmentene før og de tre segmentene etter aktiviteten. Vi definerte det som for- eller etterarbeid hvis undervisningen var knyttet opp mot den praktiske aktiviteten. Dette gjorde at vi kunne sammenligne kvaliteten på undervisningen når elevene gjorde praktiske aktiviteter, når det var for- og etterarbeid knyttet til praktiske aktiviteter, og når det var undervisning uten tilknytning til praktiske aktiviteter.

Vi analyserte videoobservasjonsdataene med deskriptiv statistikk for følgende dimensjoner av undervisningskvalitet: *tilrettelegging for elevdeltakelse*, *faglig fordypning* og *kognitiv aktivering*. LISSI-observasjonsmanualen beskriver hvilke kategorier de ulike dimensjonene består av, og hvordan de enkelte kategoriene ble kodet (se kapittel 2). Til slutt ønsket vi også å undersøke hvorvidt lengden på de praktiske aktivitetene hadde betydning for kvaliteten på undervisningen. For videre analyser delte vi derfor datamaterialet inn i korte og lange praktiske aktiviteter.

PRAKTISKE AKTIVITETER FREMMER ELEVDELTAKELSE

For å undersøke hvordan det legges til rette for at elevene er aktive i sine læringsprosesser, har vi brukt kategoriene fra dimensjonen *tilrettelegging for elevdeltakelse*. Kategoriene er *elevdeltakelse*, *lærerrollen* og *klasseromsamtale*. Sistnevnte er todelt og består av underkategoriene *opptak av elevinnspill* og *mulighet for elevsamtale*. Naturfagtimene vi har undersøkt, kjennetegnes av generell høy grad av elevdeltakelse i læringsaktivitetene (*elevdeltakelse*). Dette gjelder spesielt når elevene deltar i praktiske aktiviteter. I figur 6.2 har vi plottet prosentandel av segmenter som ble kodet i den øvre delen av skalaen (kode 3 og 4). Når det gjennomføres praktiske aktiviteter, er det en høy prosentandel segmenter som har fått kode 3 og 4, stort sett for alle kategoriene knyttet til elevdeltakelse. Dette viser at praktiske aktiviteter fremmer elevdeltakelse i klassene som deltok i vår studie.



Figur 6.2 Tilrettelegging for elevdeltakelse: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultatene er gitt for segmenter med praktisk arbeid, segmenter med for- og etterarbeid knyttet til praktisk arbeid og segmenter uten tilknytning til praktisk arbeid i de observerte klassene.

Kategorien *lærerrollen* undersøker om undervisningen er lærersentrert, eller om læreren fungerer mer som en tilrettelegger. Kategorien har spesielt fokus på om læreren legger til rette for elev–elev-samtaler. Kategorien *elevdeltakelse* undersøker om elevene er aktive i læringsprosessen. Høy kode på denne kategorien innebærer at elevene er tydelig fokusert, og at de deltar aktivt i diskusjoner, undersøkelser eller andre aktiviteter. For begge disse kategoriene ser vi, som nevnt innledningsvis, at det er gjennomgående høy prosentandel av kode 3 og 4. Dette gjelder både på barne- og ungdomstrinnet. Det viser at under praktiske aktiviteter har læreren i større grad rolle som en tilrettelegger, og elevene er aktive i læringsprosessen. Vi ser videre at for- og etterarbeidsfasen er mer lærersentrert, og med elever som er mindre aktive enn under selve aktivitetene. Det er en betydelig høyere grad av lærerstyrt aktivitet i forberedelsesfasen enn i etterarbeidsfasen. Prosentandelen kode 3 og 4 var omtrent dobbelt så høy i denne fasen, og ikke uventet var det også lavere grad av elevdeltakelse. I forberedelsesfasen gir læreren ofte beskjeder eller forklarer hvordan elevene skal gjennomføre den praktiske aktiviteten. Det er derfor naturlig at denne fasen er mer lærerstyrt. Sammenlignet med barnetrinnet er det mindre lærerstyrt undervisning og høyere elevdeltakelse på ungdomstrinnet når det gjennomføres praktisk arbeid. Dette gjelder også i for- og etterarbeidsfasen. Den store prosentandelen med høye koder for *elevdeltakelse* når elevene

gjennomfører praktisk arbeid, tyder på at flertallet av elevene er aktive og mer fokusert på arbeidsoppgavene når de arbeider praktisk. Dette må likevel tolkes med forsiktighet, da det kan være enklere å observere at elevene er aktive i læringsprosessen når det arbeides praktisk i timene. Dermed kan kategorien *elevdeltakelse* oftere få høyere koder i segmenter med praktiske aktiviteter enn i segmenter uten.

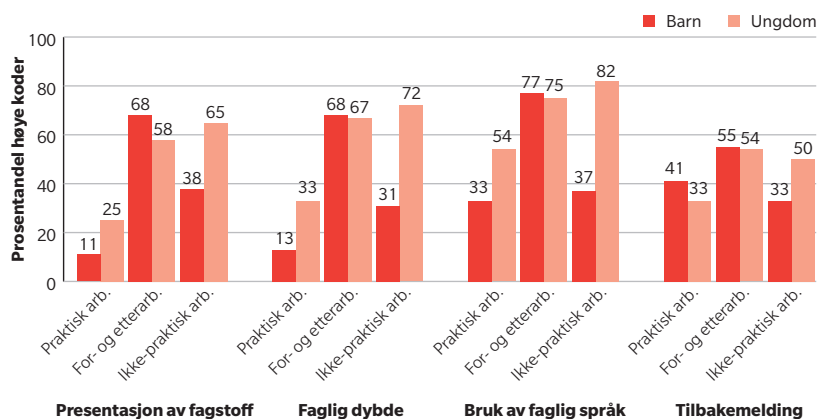
Videre har vi undersøkt elevenes muligheter for naturfaglige samtaler med lærer eller medelever. Kategorien *opptak av elevinnspill* undersøker hvordan lærer eller elever responderer på elevers innspill eller ideer. Kode 3 og 4 for denne kategorien innebærer at elevenes innspill og ideer blir brukt i undervisningen. Det kan gjøres ved at lærer eller andre elever ber elevene utdype svarene sine, eller reformulerer elevens ideer til et korrekt akademisk språk. For barnetrinnet ser vi at elevenes ideer og spørsmål i større grad tas opp i for- og etterarbeidsfasen. På ungdomstrinnet er dette likt fordelt i undervisningen. Kategorien *mulighet for elevsamtale* undersøker kvaliteten på og tiden som brukes til naturfagrelaterte samtaler, enten mellom lærer og elev eller elever imellom. Høy kode (3 og 4) gis for segmenter der det er mer enn 5 minutter med naturfagrelaterte samtaler i hvert segment, og der samtalen styres av åpne spørsmål. Vi ser at en større prosentandel av segmentene med praktiske aktiviteter har fått høye koder på kategorien *mulighet for elevinnspill* sammenlignet med segmentene uten praktiske aktiviteter. Dette gjelder både for barne- og ungdomstrinnet. Det tyder på at elevene i vår studie i større grad deltar aktivt i faglige diskusjoner i forbindelse med praktiske aktiviteter enn i annen type undervisning. På ungdomstrinnet har elevene gjennomgående større mulighet for å delta i faglige diskusjoner enn på barnetrinnet. En årsak til dette kan være at elevene på ungdomstrinnet er faglig sterkere og mer modne, og at det dermed er lettere å ha faglige samtaler.

MINDRE VEKTLEGGING AV FAGKUNNSKAPER I UNDERVISNING MED PRAKTISKE AKTIVITETER

For å undersøke hvordan fagstoffet presenteres og undervises, har vi undersøkt de fire kategoriene i dimensjonen *faglig fordypning: presentasjon av fagstoff, faglig dybde, bruk av faglig språk og tilbakemelding*. Prosentandelen med kode 3 og 4 for *faglig fordypning* er markant større for alle kategoriene i segmenter uten praktisk arbeid enn i segmenter med praktisk arbeid

(figur 6.3). Det vil si at lærerne i mindre grad vektlegger faglig forståelse når elevene gjennomfører praktiske aktiviteter. Dette gjelder både på barne- og ungdomstrinnet, bortsett fra kategorien *tilbakemelding* på barnetrinnet.

Bildet endrer seg når vi ser på fasene med for- og etterarbeid. Først undersøkte vi for- og etterarbeid som én gruppe. På barnetrinnet har for- og etterarbeidsfasen høyest prosentandel høye koder for alle kategoriene innenfor *faglig fordypning*. Dette tyder på at for- og etterarbeid er svært viktig for å lære elevene fagstoffet. På ungdomstrinnet er det en høy prosentandel med kode 3 og 4 både i for- og etterarbeidsfasen og når det er ikke-praktisk arbeid.



Figur 6.3 Faglig fordypning: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultatene er gitt for segmenter med praktisk arbeid, segmenter med for- og etterarbeid knyttet til praktisk arbeid og segmenter uten tilknytning til praktisk arbeid i de observerte klassene.

Deretter undersøkte vi for- og etterarbeidsfasene hver for seg. Vi ser da en markant forskjell mellom barnetrinnet og ungdomstrinnet (figur 6.4). På barnetrinnet er det mye større prosentandel av høye koder i forberedelsesfasen for tre av de fire kategoriene innenfor *faglig fordypning*. På ungdomstrinnet er det motsatt, der har etterarbeidsfasen mye større prosentandel høye koder. Dette viser at lærerne på barnetrinnet og ungdomstrinnet bruker for- og etterarbeidsfasene ulikt. Barneskolelærerne bruker i større grad forberedelsesfasen til å forklare det faglige, mens ungdomsskolelærerne vektlegger mer faglig kunnskap i etterarbeidsfasen. Eksempel 6.1 viser hvordan en lærer bruker etterarbeidsfasen til å koble observasjoner fra en

praktisk aktivitet til å utvikle forklaringsmodeller på mikronivået i kjemi. Eksempel 6.1 viser et etterarbeid der læreren vektlegger faglig forståelse.

Eksempel 6.1 Etterarbeid i forbindelse med praktisk arbeid

Elevene har i forrige time arbeidet med en praktisk oppgave om salter og studert saltkrystaller av NaCl gjennom lupe før og etter tilsetning av vann. I etterarbeidet diskuterer læreren med elevene hvordan klor og natrium er bundet til hverandre ved at natrium avgir ett elektron til kloratomet, og at det dannes ioner og en ionebinding. I denne prosessen brukes det tid på å hente frem elevenes forkunnskaper om skallmodellen og oktettregelen. Ved hjelp av en animasjon viser læreren hvordan saltmolekylene løses opp av vannmolekylene.

Lærer: «Så hva må da det røde i vannet være?» (viser til modellen i animasjonen)

E1: «Oksygenet.»

L: «Og det betyr at når det hvite var festa til, hva betyr det da?»

E1: «Hydrogen.»

L: «Hydrogenenden, ja. (...) Ser dere at det står pluss og minus?» (viser til symbol i animasjonen)

Flere elever i kor: «Ja.»

L: «Har du en formening om det, E2?»

E2: «Det betyr at noe er minus og noe er pluss.»

L: «Det betyr at vannmolekylet har to poler.»

E3: «Åh! Plussen er altså hydrogenet, det tar minus, og det røde tar pluss»

L: «Og hvis du skal være litt tydelig på hva hydrogenenden som er positiv, tar, hva er det, du sier at det tar minus, men hva er det egentlig tar?»

E3: «Klor.»

L: «Kloren, ja, som er negativ. Og så?»

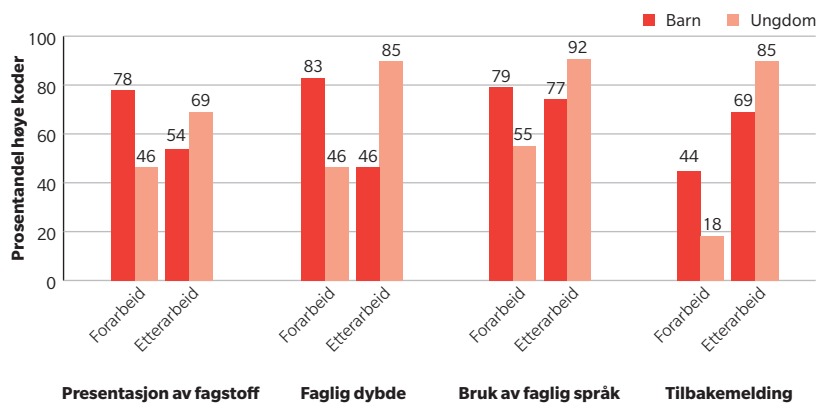
E3: «Og den røde tar natrium.»

L: «Tar den røde delen, tar den negative delen natrium, som er positiv. Ser dere det? Her er det også ladningene som tiltrekker hverandre. Vi har ikke snakket om hvorfor vannet er sånn. Den har to poler, vi sier at det er en dipol, to poler, di er to. Den har en positiv og en negativ ende. Vi kommer til det, men det er derfor tingene kan løse seg opp, fordi at det som er negativt ladet, det fester seg i den positive enden, og det som er positivt ladet, fester seg i den negative enden. Smart?»

Før denne dialogen har læreren vist en petriskål der ikke alt saltet var oppløst. I fellesskap konkluderer læreren og elevene at grunnen til at ikke alt saltet har løst

seg opp i lærerens petriskål, er at vannet ikke har kapasitet til å løse opp mer salt, og at det må tilsettes mer vann dersom alt saltet skal løses.

Eksempelen viser hvordan læreren kan koble de observasjonene elevene har gjort i det praktiske arbeidet, til en teoretisk forklaring på mikronivå. Læreren bruker først tid på å hente frem elevenes forkunnskaper om atommodeller og oktettregelen, og i fellesskap kommer elevene frem til at NaCl dannes fordi Na kan avgi ett elektron til klor, og da får begge oppfylt sitt «ønske» om å få 8 elektroner i ytterste skall. Læreren bruker elevenes forkunnskaper om oktettregelen til å hjelpe dem å forstå hvordan vannmolekylet i egenskap av å være en dipol kan bryte bindingen mellom natrium og klor. Underveis oppnår elevene ny kunnskap basert på eksisterende kunnskap og observasjonene fra forrige time. Dette segmentet har høye koder for alle kategoriene i dimensjonen *faglig fordypning*, og i tillegg flere andre kategorier som *intellektuell utfordring* og *kobling til tidligere kunnskap*.



Figur 6.4 Faglig fordypning: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultatene er gitt for segmenter som inneholder forarbeid og etterarbeid knyttet til praktiske aktiviteter.

Kategorien *faglig dybde* består av de to underkategoriene *lærerpresentasjon* og *elevkunnskap*. Denne kategorien gir informasjon om i hvilken grad læreren presenterer fagstoffet med dybde og setter det i en større sammenheng, samtidig som den beskriver elevenes begrepsforståelse. *Presentasjon av fagstoff* fanger opp om fagstoffet presenteres korrekt, og om det er forståelig for elevene. For kategoriene *faglig dybde* og *presentasjon av fagstoff* er det en mye større andel høye koder for segmenter uten praktiske aktiviteter på begge trinn (figur 6.3). For barnetrinnet har hele 74 % av segmentene med praktiske aktiviteter fått kode 1 for kategorien *presentasjon av fagstoff*.

Kode 1 gis når læreren ikke gir noen presentasjon av faglig innhold, eller at presentasjonen er preget av feil eller mangler. I de fleste tilfellene er det gitt kode 1 fordi det ikke presenteres noe faglig under den praktiske aktiviteten. På ungdomstrinnet ble 38 % av segmentene med praktiske aktiviteter gitt kode 1 på denne kategorien. Det er naturlig at det ikke presenteres noe faglig innhold i en del av segmentene med praktisk aktivitet, fordi elevene er opptatt med å gjennomføre den praktiske aktiviteten. På den annen side har læreren da en gyllen mulighet til å gå rundt og hjelpe elevene med å danne seg en forståelse av det faglige innholdet i aktiviteten og bidra til faglig diskusjon mellom elever. Vi ser imidlertid noen gode eksempler på praktiske aktiviteter med presis presentasjon av fagstoff, godt fagspråk og konstruktive faglige tilbakemeldinger, se eksempel 6.2 og 6.3. I disse eksemplene ser vi også at elevene utfordres kognitivt ved å analysere og tolke data.

Eksempel 6.2 Praktisk aktivitet på barnetrinnet med høye koder for kategorier innenfor dimensjonen *faglig fordypning*.

Over to segmenter i denne timen jobber elevene på 4. trinn med å teste ulike limtyper de har laget. De to segmentene ble kodet slik:

Segment	Presentasjon av fagstoff	Faglig dybde	Bruk av faglig språk	Tilbakemeldinger	Intellektuell utfordring
1	4	2	3	3	2
2	3	4	3	3	3

Elevene har i en tidligere time laget ulike typer lim og limt bønner på ark. Lærer starter med å minne elevene på hva de jobbet med i siste time. Deretter bruker læreren mye tid på å diskutere sentrale begreper med elevene. Lærer stiller åpne spørsmål, elevene får god tid til å tenke, og flere elever får komme med sine forklaringer. Lærer spør blant annet: «Er det noen som kan forklare meg hva en egenskap er?» «Det andre vi jobbet med, var ordet materiale. Hva er materiale? Hvordan skal vi forklare det ordet?» «Hvordan kan vi forklare ordet bevis? Det er kanskje et vanskelig ord å forklare.»

Elevene tester så ut de ulike typene lim ved å snu på arkene med limte bønner og telle hvor mange bønner som blir igjen. Det praktiske tar kort tid. Men elevene er entusiastiske under testingen. Lærer ber så elevene forklare hvilket lim som

fungerte best. Elevene svarer at mel og vann fungerte best. Så trekker læreren inn fagbegrepene igjen, og vi får følgende dialog:

- L: «I forhold til det vi snakket om i stad, å finne bevis. Kan vi putte det ordet inn her noen plass? Hvordan kan vi eventuelt gjøre det?»
 E: «Vi kan ta arket med mel pluss vann, og hente det og ta bilde av det.»
 L: «Hva beviser vi da?»
 E: «At det virket.»
 L: «At hva virket?»
 E: «At mel og vann virket som lim.»

Dialogen fortsetter med at en elev påpeker at det er bevis for at maisenna og vann ikke fungerte som lim. Så sier en elev at forsøket ikke hadde gått hvis de hadde brukt et annet underlag enn papir. Da tar læreren dette videre og sier: «Det er jo også litt interessant, for vi har jo også forskjellige typer lim. Hvorfor har vi forskjellige typer lim?» Lærer forklarer videre at det brukes ulike typer lim til å lime ulike stoffer. Videre i timen modellerer læreren hvordan elevene skal skrive setninger med bevis for at limtypene fungerer eller ikke fungerer. Så skriver elevene egne setninger.

Eksempel 6.3 Praktisk aktivitet på ungdomstrinnet med høye koder for kategorier innenfor dimensjonen *faglig fordypning*.

Utdrag fra et segment i en aldersblandet klasse med elever på 8. og 9. trinn. Elevene utfører en kjemisk reaksjon, de skal blande CaCl_2 , NaHCO_3 og bromtymolblått i en pose og observere hva som skjer. En elevgruppe har blandet alle reaktantene i posen, og læreren kommer bort.

- L: «Har det skjedd noe?»
 E1: «Ja, det skiftet farge.»
 L: «Ble det noe annerledes i posen, den er jo ganske stor?»
 E1: «Ja, det bruste.»
 L: «Det bruste?»
 E1: «Ja, det ble mer luft i posen.»
 L: «Det ble mer, er du sikker på at det er luft?»
 E1: «Ja.»
 E2: «Det ble trykk, altså CO_2 .»
 L (til E1): «Du tror det er luft som ble laga? Hvis du ser på stoffene der (viser til tavla hvor reaktantene er skrevet opp), så tenker du at det er luft som er gassen?»
 E2: «Jeg tror det er CO_2 .»

L (til E2): «Du tror det er CO₂?»

E2: «Ja.»

L: «Da har vi én som tror det er luft, og én som tror det er CO₂. Hva tror du, E3?»

E3: «Jeg er ikke sikker.»

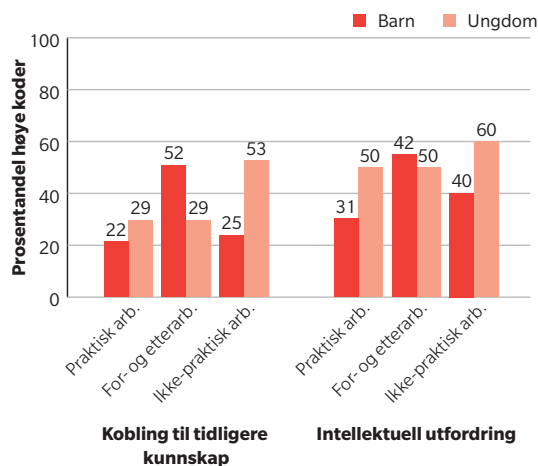
L: «Så nå har dere en person som er litt usikker, du har bestemt deg (til E1), og du har bestemt deg (til E2). Da må dere argumentere overfor E3, så får dere se hva han velger, så skal vi ta det på tavla.»

Eksempelen viser at læreren ikke nødvendigvis forklarer fagstoff her, men får elev 1 og 2 til å reflektere over observasjonene og oppfordrer dem til å argumentere for hvorfor de mener det er henholdsvis luft og CO₂ i posen. Senere i segmentet gjennomgår læreren forsøket i fellesskap med elevene og oppsummerer med fagbegreper.

Kategorien *bruk av faglig språk* gir innblikk i hvordan læreren introduserer og forklarer begreper, og om det legges opp til at elevene får mulighet å bruke disse. Det er veldig interessant å se at det på barnetrinnet er en mye større andel høye koder i for- og etterarbeidsfasen enn både i segmenter med og uten praktisk aktivitet. Vi ser tydelig at også for denne kategorien at barneskolelærerne i vår studie bruker denne fasen til å lære elevene fagbegreper. På ungdomstrinnet er det også stor andel høye koder i for- og etterarbeidsfasen, men litt lavere enn i undervisning uten praktiske aktiviteter.

Kategorien *tilbakemelding* gir informasjon om kvaliteten på tilbakemeldinger som elever får når de bruker naturfaglige ferdigheter, begreper eller strategier. Vi ser at det også for denne kategorien er en større andel høye koder (kode 3 og 4) i for- og etterarbeidsfasen. Dette tyder på at denne fasen er viktig for å gi elevene gode faglige tilbakemeldinger.

For dimensjonen *kognitiv aktivering* har vi undersøkt kategoriene *kobling til tidligere kunnskap* og *intellektuell utfordring*. På ungdomstrinnet så vi at lærere i betydelig større grad koblet fagstoffet til elevenes forkunnskaper i økter som ikke var knyttet til praktiske aktiviteter (figur 6.5). På barnetrinnet, derimot, var det i for- og etterarbeidsfasen at lærerne gjorde flest koblinger til elevenes forkunnskaper. Når det gjelder hvilke deler av undervisningen som var mest intellektuelt krevende, så vi ingen store forskjeller, men på barnetrinnet var det praktiske arbeidet litt mindre intellektuelt utfordrende enn i de andre fasene.



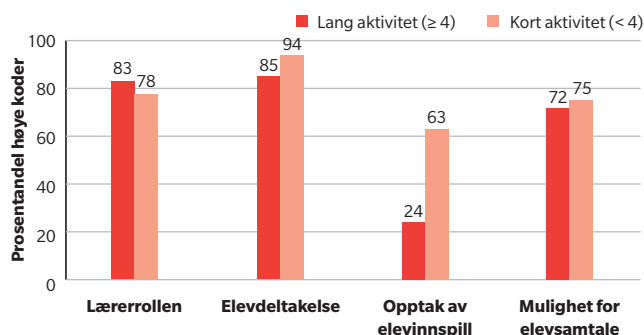
Figur 6.5 Kognitiv aktivisering: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultatene er gitt for segmenter med praktisk arbeid, segmenter med for- og etterarbeid til praktisk arbeid og segmenter uten tilknytning til praktisk arbeid i de observerte klassene.

HØYERE KVALITET PÅ DEN FAGLIGE FORDYPNINGEN NÅR DET ER KORTERE PRAKTISKE AKTIVITETER

Da vi undersøkte lengden på de praktiske aktivitetene, så vi at det var stor variasjon i hvor mye tid det ble brukt på hver aktivitet. Noen praktiske aktiviteter gikk over flere timer, mens andre aktiviteter var ferdig i løpet av ett segment (15 minutter). Den lengste praktiske aktiviteten varte i 9 segmenter, mens den korteste varte i ett segment. For å undersøke om det er kvalitetsforskjeller på undervisningen med lange og korte praktiske aktiviteter, delte vi datamaterialet i to. Alle praktiske aktiviteter som varte i tre eller færre sammenhengende segmenter, ble plassert i én gruppe (korte aktiviteter). Praktiske aktiviteter som bestod av fire eller flere segmenter, ble plassert i en annen gruppe (lange aktiviteter). Det var åtte korte og seks lange praktiske aktiviteter på barnetrinnet, mens det var sju korte og to lange aktiviteter på ungdomstrinnet. Dette utgjorde til sammen 32 segmenter med korte og 46 segmenter med lange praktiske aktiviteter. I de fleste klassene der det var lange praktiske aktiviteter, var det også noen korte praktiske aktiviteter. Vi valgte å slå sammen data fra barne- og ungdomstrinnet for å ha et akseptabelt antall segmenter i gruppene vi analyserte. Vi analyserte observasjonsdata med deskriptiv

statistikk for følgende dimensjoner av undervisningskvalitet: *tilrettelegging for elevdeltakelse*, *faglig fordypning* og *kognitiv aktivering*.

Når vi ser på kategoriene knyttet til hvor aktive elevene er i undervisningen (*tilrettelegging for elevdeltakelse*), er det bare for kategorien *opptak av elevinnspill* det er stor forskjell i prosentandel høye koder (kode 3 og 4) på korte og lange praktiske aktiviteter. Figur 6.6 viser at det er mye større prosentandel høye koder når det gjennomføres korte sammenlignet med lange praktiske aktiviteter. Høye koder på denne kategorien innebærer at elevenes innspill og ideer blir brukt i undervisningen, enten ved at lærer eller elever spør om utdypning eller reformulerer elevens ideer til et presist akademisk språk. Dette viser at i de klassene vi har observert, blir elevenes innspill i mye større grad brukt når det er korte praktiske aktiviteter enn når det er lange.

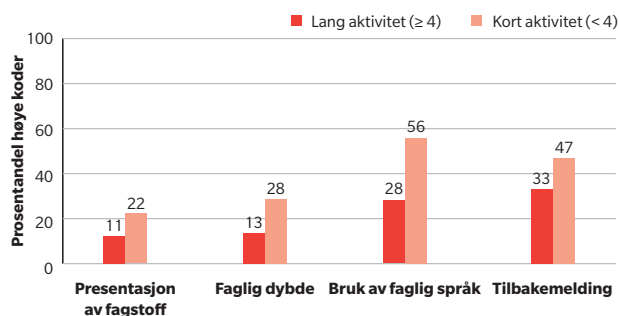


Figur 6.6 Tilrettelegging for elevdeltakelse: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultatene er gitt for lange praktiske aktiviteter (≥ 4 segmenter) og for korte praktiske aktiviteter (< 4 segmenter) i de observerte klassene.

Når vi undersøker hvordan fagstoffet presenteres og undervises, ser vi betydelige forskjeller mellom undervisning som inneholder korte og lange praktiske aktiviteter. Figur 6.7 viser at undervisning med korte praktiske aktiviteter har omtrent dobbelt så stor prosentandel høye koder (kode 3 og 4) på alle kategoriene knyttet til dimensjonen *faglig fordypning* sammenlignet med lange aktiviteter. Dette viser at for de observerte klassene er det mye mindre vektlegging av fag når de praktiske aktivitetene blir lengre.

Kategorien *presentasjon av fagstoff* fanger opp om læreren presenterer fagstoff, og om dette presenteres korrekt. For de lange praktiske aktivitetene ser vi at hele 85 % av segmentene har fått kode 1. Dette innebærer at det ikke presenteres noe faglig i segmentet. Det kunne også bety at

det var faglige feil i det som ble presentert, men vi observerte sjelden at lærerne presenterte faglige feil. For de korte praktiske aktivitetene fikk 38 % av segmentene kode 1.

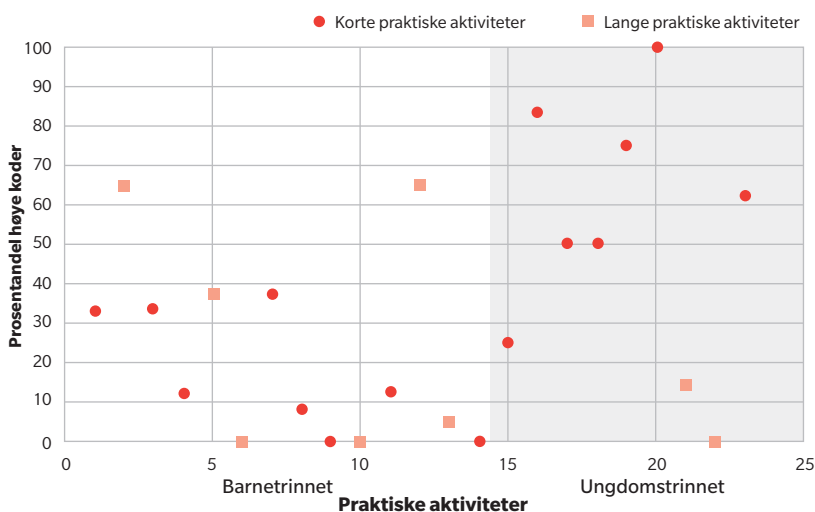


Figur 6.7 Faglig fordypning: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultatene er gitt for lange praktiske aktiviteter (≥4 segmenter) og for korte praktiske aktiviteter (< 4 segmenter) i de observerte klassene.

Kategorien *bruk av faglig språk* gir innblikk i hvordan læreren introduserer og forklarer begreper, og om det legges opp til at elevene får mulighet for å bruke disse. Med dobbelt så stor prosentandel høye koder på korte praktiske aktiviteter er det helt tydelig at det i større grad blir lagt opp til bruk av fagspråk når aktivitetene er korte. Vi ser også at det er større prosentandel høye koder for kategorien *tilbakemelding* i korte enn i lange praktiske aktiviteter. Denne kategorien gir informasjon om kvaliteten på tilbakemeldingene som elever får når de bruker naturfaglige ferdigheter, begreper eller strategier. For de lange praktiske aktivitetene så vi at hele 35 % av segmentene ikke inneholdt faglige tilbakemeldinger, mens tilsvarende for de korte aktivitetene var kun 3 %. Det vil si at læreren i langt større grad gir elevene faglige tilbakemeldinger av høyere kvalitet under korte praktiske aktiviteter. Dette tyder på at mye av tiden i de lange praktiske aktivitetene går til «gjøring», uten at det som gjøres, settes i en faglig sammenheng. Dette vil kunne ha negativ innvirkning på læringsutbyttet.

Figur 6.8 viser en oversikt over de 23 praktiske aktivitetene i data-materialet, om de er lange eller korte. For hver praktisk aktivitet tok vi et gjennomsnitt av alle segmentene for de fire kategoriene (*presentasjon av fagstoff*, *Faglig dybde*, *bruk av faglig språk* og *tilbakemelding*). Verdien forteller hvor stor prosentandel høye koder som er gitt for den praktiske aktiviteten

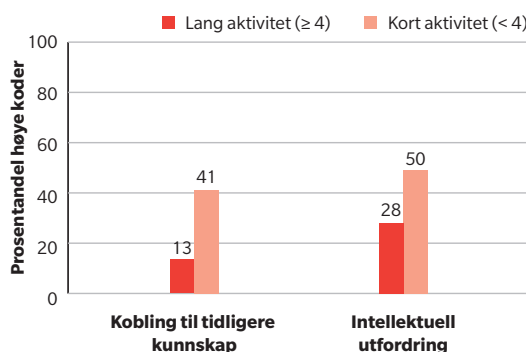
knyttet til hvordan fagstoffet presenteres og undervises. Aktivitet 1–14 er på barnetrinnet, mens aktivitet 15–23 er på ungdomstrinnet. For det første ser vi at det er langt flere aktiviteter på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet, og at andelen med korte aktiviteter er høyere på ungdomstrinnet. Resultatet viser at det er betydelig variasjon i prosentvis høye koder knyttet til hvordan fagstoffet presenteres, både mellom barne- og ungdomstrinnet og mellom korte og lange aktiviteter. På ungdomstrinnet er det langt flere korte aktiviteter som har fått høy prosentandel kode 3 og 4 for *faglig fordypning*, mens for de to lange aktivitetene er prosentandelen lav. På barnetrinnet er bildet et annet, der er det ikke like tydelig forskjell mellom lange og korte aktiviteter.



Figur 6.8 Gjennomsnittlig prosentandel med kode 3 og 4 for kategoriene i dimensjonen *faglig fordypning* for hver av de ulike praktiske aktivitetene i datamaterialet. De korte aktivitetene (< 4) er markert som røde punkter, og de lange aktivitetene (≥ 4) er markert som lyse oransje firkanter. Praktiske aktiviteter fra 1 til 14 er på barnetrinnet og fra 15 til 23 er på ungdomstrinnet (skyggelagt område).

Videre har vi analysert hvordan lengden på de praktiske aktivitetene har betydning for hvordan det nye fagstoffet kobles til tidligere kunnskap, og hvor intellektuelt utfordrende undervisningen er. Det er mye større prosentandel høye koder for kategoriene *kobling til tidligere kunnskap* og *intellektuell utfordring* når det er korte praktiske aktiviteter (figur 6.9). Dette illustrerer at lærerne i prosjektet i større grad klarer å koble læringen til

elevenes tidligere kunnskap og holde et høyere kognitivt nivå under korte praktiske aktiviteter. Dette underbygger at det faglige læringsutbyttet er høyere når elevene gjennomfører korte praktiske aktiviteter.



Figur 6.9 Kognitiv aktivering: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultatene er gitt for lange praktiske aktiviteter (≥ 4 segmenter) og for korte praktiske aktiviteter (< 4 segmenter) i de observerte klassene.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

I denne studien undersøkte vi naturfagundervisning som inneholder praktisk arbeid, det vil si at elevene observerer eller manipulerer fysiske objekter eller materialer eller jobber praktisk med naturfaglige fenomener. Lærerne i LISSI-studien benytter praktiske aktiviteter i nesten halvparten av de timene vi har observert. Selv om ikke datamaterialet er generaliserbart, antyder dette at praktiske aktiviteter er en sentral undervisningsmetode i naturfag i norske klasserom. Det var en betydelig større andel praktisk arbeid på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet. Vår studie viste også at når det gjennomføres praktiske aktiviteter, er det få forstyrrelser i klasserommet, og tiden benyttes i stor grad til faglige aktiviteter. Dette viser at det er mulig å gjennomføre undervisning med praktiske aktiviteter som er tidseffektiv. Elevene i studien er i større grad aktive i faglige samtaler og aktive i læringsprosessen når de gjennomfører praktiske aktiviteter, enn når undervisningen ikke inneholder praktiske aktiviteter. Studien viser dermed at praktiske aktiviteter er en fin arbeidsmåte for å aktivisere elevene i læringsprosessen. Å aktivisere elevene er et godt utgangspunkt for å få til læring i faget.

Både på barne- og ungdomstrinnet ser vi tydelig at faglig forståelse er mindre vektlagt når elevene gjennomfører praktiske aktiviteter, enn i for- og etterarbeidsfasen, og når det ikke er praktisk arbeid. Det var få faglige diskusjoner, lav bruk av fagspråk og få forklaringer fra læreren under praktiske aktiviteter. Vi ser også at elevene på barnetrinnet får noe lavere kognitive utfordringer under disse aktivitetene. Disse funnene er i tråd med internasjonal forskning som peker på at under praktiske aktiviteter blir det satt av lite tid til å jobbe med faglig forståelse (Abrahams & Miller, 2008). Elevene bruker ofte mye tid til «gjøring» og får erfaring med fenomenene, men mindre tid til å knytte observasjonene til fagstoffet. Men det var også eksempler på noen lærere som effektivt koblet inn fagkunnskap underveis i de praktiske aktivitetene. I resultatdelen er det gitt to eksempler på dette, både fra barne- og ungdomstrinnet. Lærerne i disse eksemplene fikk elevene til å reflektere over det de observerte underveis i aktiviteten. Både elever og lærere bruker faglig språk og kommer med faglige forklaringer, samtidig som læreren kobler fagstoffet til tidligere kunnskap, og elevene utfordres kognitivt.

For- og etterarbeidsfasen i forbindelse med praktiske aktiviteter brukes i stor grad til å formidle fagstoff, spesielt på barnetrinnet. Dette tyder på at disse fasene er svært viktige for at elevene skal lære seg fagstoffet. Ifølge Osborne (2015) er for- og etterarbeid så viktig at alt praktisk arbeid burde inkludere disse fasene. Det er interessant å merke seg at lærerne på barne- og ungdomstrinnet bruker for- og etterarbeidsfasene ulikt. På ungdomstrinnet ble faglig forståelse vektlagt mer i etterarbeidsfasen, mens det på barnetrinnet ble vektlagt mer i forberedelsesfasen. Reid og Shah (2007) skriver i sin oversiktsartikkel om praktisk kjemiundervisning i høyere utdanning at for- og etterarbeid bidrar til økt læringsutbytte av den praktiske aktiviteten. Fasene har litt ulik hensikt. Forarbeidsfasen er viktig for å utvikle elevenes forkunnskaper, forberede dem på aktiviteten og gi dem en forståelse av målet med forsøket. Etterarbeidsfasen er viktigere for å reflektere og knytte erfaringer fra aktiviteten til fagkunnskap, og i resultatdelen gir vi et eksempel på dette. Eksempelet viser hvordan en lærer lager koblinger mellom elevenes observasjoner og deres forkunnskaper og bringer inn ny kunnskap som forklarer observasjonene fra aktiviteten. Det er naturlig at barneskolelærere i vår studie bruker mer tid på forberedelsesfasen. Elevene på barnetrinnet har et lavere kunnskaps- og ferdighetsnivå, og det er derfor nødvendig å bruke mer tid på å forberede elevene på aktiviteten.

Ved å sammenligne korte og lange praktiske aktiviteter fant vi at faglig forståelse vektlegges mer i korte aktiviteter, og elevene får høyere kognitive utfordringer. Det kan se ut som om de lange praktiske aktivitetene dreier seg mye om «gjøring», og det blir mindre vektlegging av faglig forståelse. Dette indikerer at kvaliteten på undervisningen var høyere under de korte praktiske aktivitetene. Som tidligere nevnt er det svært sentralt for elevenes læringsutbytte at de bruker tid til å knytte observasjonene og erfaringene fra praktiske aktivitetene til fagkunnskap (Abrahams & Millar, 2008). Våre funn tilsier at det er mindre av dette under lange praktiske aktiviteter.

I denne studien har vi sett at praktiske aktiviteter bidrar til at elevene er aktive i faglige samtaler og aktive i læringsprosessen, men at faglig forståelse er mindre vektlagt. Vi har også sett at for- og etterarbeidsfasen er viktig for å knytte det faglig forståelsen til aktiviteten, og at det ser ut til å være vanskelig å holde høyt faglig fokus under lange praktiske aktiviteter.

Del III

Kunnskap og læringsmiljø – hvordan legges det til rette for læring av naturfaglig kunnskap og fordypning?



KAPITTEL 7

KJENNETEGN PÅ UNDERVISNING SOM SKÅRER HØYT PÅ KUNNSKAP OG LÆRINGSMILJØ

Marianne Ødegaard og Magdalena Kersting

Hvordan legger lærere opp til naturfagundervisning som fremmer kunnskap og engasjerer elevene i naturfagrelaterte aktiviteter?

Hvordan arbeider lærere med organiseringen av klasserommet?

I hvor stor grad og på hvilke måter tilrettelegger lærere for faglig dybde i naturfag?

Mens dette kapitlet tar opp kvalitetstegn knyttet til kunnskap og læringsmiljø, ser de neste to kapitlene nærmere på læringsutbytte og faglig fordypning.

INTRODUKSJON

God naturfagundervisning kommer i mange ulike former. Vi har allerede sett hvordan lærere legger opp til utforskende undervisning for å engasjere elevene i naturvitenskapelige praksiser, og at de bruker utforskende elementer for å la elever utforske naturvitenskapelig kunnskap. Vi har også sett på praktisk arbeid og elevdeltakelse. Disse egenskapene engasjerer elevene og kan motivere til handlekraft. Undervisning som kjennetegnes av god kvalitet, har også andre dimensjoner. I dette kapitlet ser vi på hvordan den naturfaglige kunnskapen er presentert for elevene, og hvordan undervisningen aktiviserer elevene kognitivt.

Siden god læring sjelden kan skilles fra læringsmiljøet, ser vi i dette kapitlet også på sammenhengen mellom kunnskap og læringsmiljø.

For å sikre et godt klassemiljø regner vi klasseledelse av både elevenes atferd, tidsbruk og organisering i klasserommet som viktig. Relasjoner mellom lærer og elev er selvsagt også en viktig forutsetning for et godt klassemiljø, og det ble blant annet tatt opp i casestudiene i del IV.

I en studie fra Tyskland ønsket Fauth og kolleger (2019) å studere undervisningskvalitet i naturfagundervisning, og de observerte at følgende tre dimensjoner av læreres undervisning var særlig viktig for relasjonene mellom lærer og elever og for elevenes læring: kognitiv aktivering, læringsstøttende klasseromsklima og klasseledelse. Det vi har sett på i LISSI-studien, stemmer godt overens med deres dimensjoner, selv om vi har organisert rammeverket vårt litt annerledes. Forfatterne beskriver kognitiv aktivering som at elevene får utfordrende oppgaver, at de utforsker begreper, ideer og tidligere kunnskap, at undervisningen bærer preg av sokratisk dialog, og at elevenes forkunnskaper utfordres. I LISSI har vi i tillegg lagt til en kategori som tar for seg elevenes egenrefleksjon. Det å reflektere over egen læring er ansett som en betydelig læringsstrategi (Hopfenbeck, 2014).

Som del av et støttende klasseromsklima nevner Fauth og kolleger (2019) tilbakemeldinger (feedback) som både er individuelle, positive og konstruktive, og at lærer er åpent innstilt og positivt anerkjenner elevenes feil og misforståelser. Fauth og kolleger påpeker at dette er viktig for elevenes videre begrepsutvikling. Klasseledelse (regler og prosedyrer, håndtering av uro og overganger), som er den tredje dimensjonen i Fauth sin studie, er godt dokumentert som viktig for elevenes læringsarbeid (Fauth et al., 2019; Grossman et al., 2013; Klette et al., 2017). Særlig gjelder dette naturfag med utforskende arbeid der elevene kan jobbe på ulike måter i små grupper. Fauth og kolleger (2014) fant at det var særlig klasseledelse som korrelerte med elevenes faglige læringsutbytte. Kognitiv aktivering og støttende klima hadde størst innvirkning på elevenes interesse for faget.

Flere forskningsstudier viser til at noen undervisningsstrategier er sentrale for elevenes læring på tvers av fag (Klette et al., 2017; Praetorius et al., 2014). I LISA-studien (Linking Instruction and Student Achievement) har forskere sett på noen av disse i fagene norsk og matematikk (Klette et al., 2017). De hevder at klare instruksjoner, intellektuell utfordring og faglige krav, kvaliteten på klasseromdiskusjoner og miljøet i klasserommet er vesentlige undervisningsstrategier som gjelder alle skolefag. Andre studier løfter frem strategier som det å gi gode tilbakemeldinger, klasseledelse og kognitiv aktivering (Praetorius et al., 2014) som sentrale.

Grossman et al. (2013) fremhever i tillegg bruk av faglig innhold og hvordan det blir presentert.

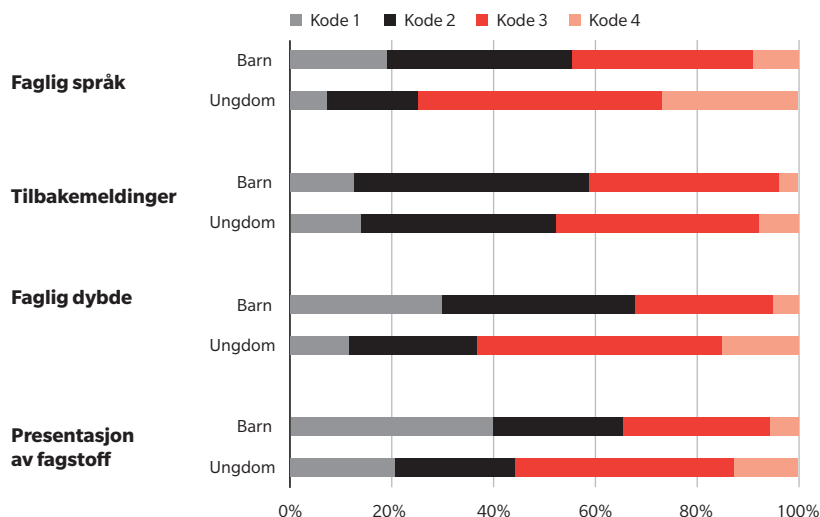
I LISSI-studien har vi vurdert disse ulike undervisningsdimensjonene for naturfag og valgt ut noen som vi anså som viktige for dette faget. Utvalget ble gjort både på bakgrunn av den generelle teoretiske diskusjonen i naturfagdidaktikk, hva andre naturfagstudier har gjort, og vår egen vurdering av hva som er sentralt for naturfag. For eksempel er måten man bruker faginnhold på, og hvordan det presenteres, til en viss grad sammenliknbart på tvers av fag, men det må nødvendigvis ses i lys av det enkelte fag. Bruk av fagbegreper vil ofte være forskjellig i norsk og naturfag.

Kategoriene som er presentert i dette kapitlet, er kodet på samme måte som i de foregående kapitlene. Hver kategori er kodet 1, 2, 3 eller 4, der 1 og 2 representerer relativt lav kvalitet, og 3 og 4 representerer relativt høy kvalitet, og der hver kode har klare empiriske kriterier som beskrevet i kapittel 2. Men vi vil presisere at hver kategori og kode må tolkes med tanke på den spesifikke klasseromskonteksten. For eksempel kan det være at noen lærere velger å spille en mer tilbaketrukket rolle under elevenes utforskning, og vil at elevene selv skal beskrive det faglige. Da vil lærer kanskje få kode 2 for *presentasjon av fagstoff*. Det betyr ikke at undervisningen nødvendigvis har dårlig kvalitet, men at den har et annet fokus som ikke dekkes av noen utvalgte kategorier.

FAGLIG FORDYPNING

For å undersøke den delen av undervisningen som fokuserer på den naturfaglige kunnskapen, har vi sett på bruk av naturfaglig språk, måten faget blir formidlet på, og hvordan tilbakemeldinger til elevene blir gitt. Dimensjonen *faglig fordypning* er derfor delt inn i fire kategorier: *presentasjon av fagstoff*, *faglig dybde*, *bruk av faglig språk*, *tilbakemelding*. Se figur 7.1 for oppsummering av resultater fra koding av videoobservasjoner.

Undervisningen i de observerte naturfagtimene kjennetegnes av at lærere i stor grad bruker fagbegreper (*faglig språk*). Lærerne introduserer, fremkaller, inkluderer og understreker fagbegreper ofte (kode 3). På ungdomstrinnet blir det noe mer gjennomgående og eksplisitt fokusert på fagbegreper, og elevene gis mange muligheter til å bruke begrepene (kode 4). På barnetrinnet blir fagbegrepene i noe større grad brukt uten å introdusere eller forklare dem (kode 2).



Figur 7.1 Koderesultater for *faglig fordypning* i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 minutter er kodet fra 1 til 4 i de fem involverte kategoriene. 1–2 indikerer et lavt kvalitativt nivå, og 3–4 indikerer et høyt nivå.

Måten lærerne presenterer fagstoff til elevene på (*presentasjon av fagstoff*), varierer en god del med hensyn til hvilken undervisningsform det er lagt opp til. For eksempel når undervisningen har utforskende elementer, er det ikke naturlig at lærerne presenterer fagstoff i noen særlig grad, siden elevene ofte skal belyse og forklare fagstoffet selv. Da gis det ofte kode 1. Når læreren presenterer fagstoff, belyses naturfaglige begreper som oftest korrekt og presist ved bruk av hensiktsmessige eksempler og representasjoner (kode 3). Eventuelle misforståelser av fagstoffet blir vanligvis forsøkt oppklart, men det er sjeldnere begreper blir nyansert, eller at læreren kommer med eksempler for å skille mellom begreper og tema (kode 4). Det var imidlertid enkelte lærere som brukte strategier som «begrepsvegg» for å hjelpe med begrepslæringen. Ikke uventet presenterte lærerne på ungdomstrinnet fagstoff oftere og noe mer presist enn lærere på barnetrinnet. (Når kode 1 tas bort, er gjennomsnittet for barnetrinnet 2,6 og for ungdomstrinnet 2,9.)

For å si noe om den faglige dybden har vi sett på en kombinasjon av elevenes begrepsforståelse og lærernes presentasjon av fagstoffet (*faglig dybde*). På ungdomstrinnet observerte vi oftere enn på barnetrinnet at undervisningen hadde en god faglig dybde. Stoffet læreren presenterte,

var faglig godt fundert samtidig som det ble satt inn i en større sammenheng (kode 3 og 4), og elevene viste at de kunne bruke fagbegreper i riktig kontekst eller i sammenheng med andre begreper (kode 3). For å få kode 4 må begrepene kunne brukes i nye sammenhenger, for eksempel om innsamlede empiriske data. På barnetrinnet var det en mye større variasjon i hvordan lærerne presenterte stoffet, og elevenes begrepsforståelse.

Lærerne på både barnetrinn og ungdomstrinn gir vekslende tilbakemeldinger til elevene (*tilbakemelding*). De er ofte knyttet til instruksjoner for hvordan de skal utføre oppgaven de arbeider med (kode 2). Dette gjelder i særlig grad praktiske oppgaver, for eksempel når elevene gjør laboratorieforsøk. De er sjeldnere knyttet til det faglige innholdet i det praktiske arbeidet (kode 3), og tilbakemeldingene fokuserer sjeldnere på å oppklare misforståelser i elevarbeidene (kode 4). Eksempel 7.1 illustrer en time med høy grad av elevdeltakelse og høyt naturfaglig nivå.

Eksempel 7.1 Kontekstbasert undervisning med høy grad av elevdeltakelse.

Vi har valgt ut et eksempel for å belyse undervisning på 8. trinn der en lærer utfordrer elevene gjennom flere åpne spørsmål og setter fagstoff inn i en større kontekst. Undervisningen kodes høyt for flere av kategoriene vi presenterer i dette kapitlet, og som omtalt knyttes til kunnskapsdimensjonen.

Hovedtemaet i timen bygger på en erfaring som læreren har gjort samme morgen, nemlig at det er vinter og kaldt. Han knytter altså det klassen skal gjennomgå, til verdenen utenfor klasserommet. Læreren tar utgangspunkt i denne observasjonen og spør elevene hvorfor vi har årstider med varierende temperaturer. Elevene får snakke sammen i par og komme med mulige hypoteser. Én hypotese som kommer frem, er at jorda er nærmere sola om sommeren, og av den grunn er det varmere. Læreren tar opp en modell av jorda og sola på PC-en og viser at sola faktisk er nærmere jorda om vinteren. Han ber elevene tenke seg om på nytt, og de snakker om hvilke erfaringer de har om solas plassering på himmelen om sommeren og om vinteren.

Læreren viser så en animasjon som illustrerer at jorda har en skeiv rotasjonsakse. Etter flere runder med parsnakk kommer de frem til at det er vinkelen solstrålene treffer jorda med, som er avgjørende for hvor stort område som bestråles, og temperaturen på jorda. Læreren viser til en analogi fra dagliglivet om at vi kan smøre en viss mengde sjokoladepålegg som et tykt lag på en brødskive, men laget blir tynnere om vi fordeler pålegget på flere skiver. Læreren viser også til at sola

står mer rett på jorda ved ekvator der det er varmt hele året, men er mer skrått på Norge der vi har større årstidsvariasjoner.

I undervisningen tas det også opp spørsmål om hva som gjør at sola lyser og er så varm. Etter parsnakk repeterer elevene det de husker om fusjonsprosesser i sola og at det utvikles energi, altså kobles dagens emne til kunnskap som er gjennomgått tidligere. I slutten av timen oppsummerer læreren de viktigste poengene fra timen på tavla. Læreren bruker fagbegreper og stiller mange åpne spørsmål til elevene om årsaken til at vi har årstidsvariasjoner her i Norge, og hvordan jorda roterer i forhold til sola. Elevene snakker sammen i små grupper, bruker tidligere kunnskap og lærebok/internett til å finne svar på spørsmålene som etterpå tas opp i hel klasse. Læreren bruker modeller og analogier aktivt når han presenterer fagstoff. Dette tyder på undervisning av god kvalitet og er kodet i øvre del av skalaen.

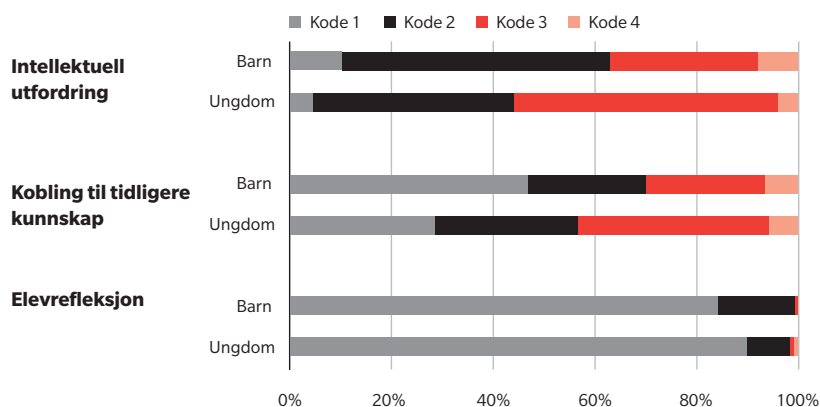
Ulike aspekter ved fenomener og dagliglivet trekkes ofte inn i undervisningen, og fagstoffet forstås ut fra jordas plassering i forhold til sola, noe som gir dypere faglig forståelse, og elevene kunne koble fagstoffet til tidligere kunnskap og eget hverdagsliv på en tydelig måte. Den intellektuelle utfordringen er høy siden spørsmålene som læreren stiller, er utfordrende, og elevene må bruke egne erfaringer og sekundære kilder for å argumentere for påstandene sine. Dette er et eksempel på undervisning der læreren i stor grad tilrettelegger for elevdeltakelse, og der elevene utfordres intellektuelt. Undervisningen fokuserer på faglig forståelse og sammenhenger i dagliglivet, noe som kan føre til dybdelæring hos elevene.

KOGNITIV AKTIVERING

Intellektuell utfordring, kobling til tidligere kunnskap og elevenes refleksjoner over egen læring er alle deler av dimensjonen kognitiv aktivering og er sentrale aktiviteter med tanke på å tilegne seg naturfaglig kunnskap. Resultatene fra kodingen av disse kategoriene ses i figur 7.3.

Når lærerne legger til rette for aktiviteter for elevene, varierer det hvor utfordrende aktivitetene er (*intellektuell utfordring*). Lærere på både barnetrinn og ungdomstrinn oppfordrer elevene underveis i timene til å analysere, tolke, trekke slutninger eller komme med ideer om det de holder på med (kode 3), til en viss grad. Dette veksler med spørsmål og kommentarer som fokuserer på å gjenkjenne og huske begreper, eller fokuserer på prosedyrer i ellers utfordrende oppgaver (kode 2). Mindre utfordrende oppgaver forekommer i litt større grad på barnetrinnet. Å oppfordre elevene til analytisk og slutningsbasert tenkning på høyt

KAPITTEL 7: KJENNETEGN PÅ UNDERVISNING SOM SKÅRER HØYT



Figur 7.2 Koderesultater for *kognitiv aktivering* i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 minutter er kodet fra 1 til 4 i de fem involverte kategoriene. 1–2 indikerer et lavt kvalitativt nivå, og 3–4 indikerer et høyt nivå.

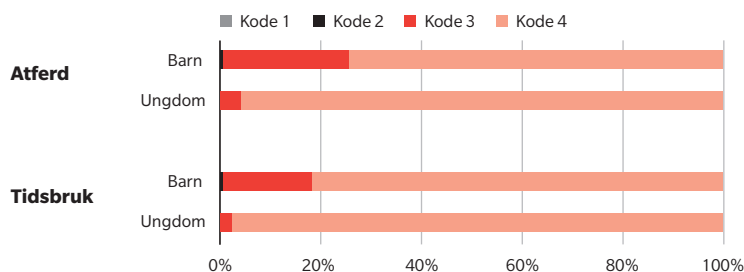
nivå, inkludert å komme med og vurdere ideer og informasjon og/eller begrunne svar og slutninger (kode 4), forekommer sjelden og bare hos enkelte lærere på begge trinn.

Det hendte at elevene ble bedt om å aktivere forkunnskapene sine knyttet til temaet for timen (kode 2) når det passet i undervisningssekvensene vi observerte (*kobling til tidligere kunnskap*). Det kunne være tidligere fagkunnskap og/eller personlige erfaringer. Hvordan ny kunnskap fra dagens undervisningsøkt ble koblet til tidligere kunnskap, var ikke alltid like tydelig. Men litt over halvparten av tilfellene viste forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens økt som var tydelige nok til å kunne bidra til at elevene forsto det nye fagstoffet bedre (kode 3). Det var imidlertid sjelden dette ble gjort på en eksplisitt måte (kode 4). I mange segmenter var det ikke naturlig å koble til tidligere kunnskap (kode 1), for eksempel under praktisk arbeid.

Det at elever reflekterer over hva de har lært og hva de har forstått (kode 3), er regnet som en meget god læringsstrategi (*elevrefleksjon*). Dette så vi sjelden i de videoobservasjonene vi gjorde. Det hendte at elevene ble bedt om å gjengi hva timen handlet om (kode 2), men å eksplisitt forklare hva de har forstått, knytte det til nye sammenhenger eller tenke over hvordan de har lært (kode 4), så vi nesten ikke. Her kan det synes å ligge et stort forbedringspotensial hos mange lærere både på barnetrinn og ungdomstrinn.

KLASSELEDELSE

Denne dimensjonen handler om å skape et godt arbeidsmiljø for klassen og beskriver hvordan læreren arbeider med organiseringen av klasserommet, og hvordan undervisningstiden benyttes til naturfaglige aktiviteter (figur 7.4 og 7.5). *Klasseledelse* er derfor delt inn i *atferdshåndtering* og *tidsbruk*. *Organisering av undervisning* er også en kategori her.

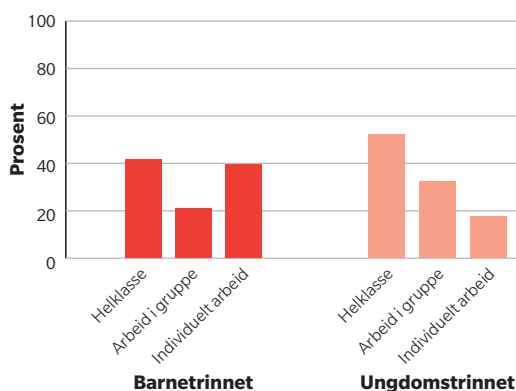


Figur 7.3 Koderesultater for *klasseledelse* i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 minutter er kodet fra 1 til 4 i de fem involverte kategoriene. 1–2 indikerer et lavt kvalitativt nivå, og 3–4 indikerer et høyt nivå.

Klasserommene vi observerte på begge trinn, var så å si alltid velorganisert. Det var ingen eller nesten ingen forstyrrelser eller avbrytelser som hindret læring (*atferd*). Reaksjoner knyttet til elevenes atferd var klare og konsistente (kode 3 og 4). Undervisningen hadde god flyt, og det var lite tid som gikk bort til utenomfaglige aktiviteter (*tidsbruk*). Lærerne observerte elevene og justerte tidsbruken på oppgaver deretter. Overganger mellom aktivitetene fløt greit og effektivt og krevde lite tilrettelegging fra lærer (kode 3 og 4). Ifølge Fauth og kolleger (2019) gir god klasseledelse et godt utgangspunkt for elevenes læring, så våre resultater indikerer at lærernes ledelse av undervisningen legger til rette for et godt læringsutbytte.

Organiseringen av klassene viste seg å være veldig variert. Denne kategorien viser i hvilken grad undervisningsøktene var organisert i helklasseundervisning, arbeid i grupper eller i individuelt arbeid og har ingen kvalitetskoder. Noe overraskende ser vi at undervisningen vi observerte på barnetrinnet, er preget av mer individuelt arbeid enn på ungdomstrinnet. Det er også interessant at det er ikke så stor overvekt av helklasseundervisning, men tydelig vekslning mellom arbeidsformer. Dette er et annet bilde enn det som kom frem i en tilsvarende videostudie fra 2005 (PISA+), som viste stor overvekt av helklasseundervisning på

KAPITTEL 7: KJENNETEGN PÅ UNDERVISNING SOM SKÅRER HØYT



Figur 7.4 Koderesultater for organisering av undervisning i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 minutter er kodet basert på om det var mest helklasse-, gruppe- eller individuelle arbeidsformer.

ungdomstrinnet (Ødegaard & Arnesen, 2010). Det kan tyde på at naturfagundervisningen har endret karakter under LK 2006. En tilsvarende sammenlikning har blitt gjort i matematikk (Bergem, 2009; Luoto, 2021), og der rapporteres det også om en større variasjon i organisasjonen av aktivitetene, noe som kan underbygge en generell endring i undervisningsformer.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

I dette kapitlet har vi belyst undervisningskategorier knyttet til kunnskap og læringsmiljø. Oppsummert kan vi si at undervisningen vi har observert, stort sett har skåret høyt på *faglig fordypning*, *kognitiv aktivering* og *klasseledelse* og har hatt god kvalitet. De fleste lærere hadde undervisning som av og til kodet for 3 eller 4 på de fleste kategoriene omtalt her. Det vil si at lærerne stort sett evnet å bruke gode undervisningsstrategier når det passet med tanke på undervisningen. Som nevnt vil det ikke alltid være tjenlig for læreren å presentere fagstoffet på en utførlig måte med mye bruk av modeller og faguttrykk hvis elevene skal utforske et emne selv. Vi kan derfor vente færre kode 3 og 4 av *presentasjon av fagstoff* under en datainnhentingsfase av en utforsking og flere i konsolideringsfasen. Dette utredes nærmere i kapittel 9 om faglig fordypning. Trykket på fagbegreper og begrepslæring er relativt stort, særlig på ungdomstrinnet.

Imidlertid er det rom for forbedring på både barne- og ungdomstrinn når det gjelder å få elevene til å reflektere over sin egen læring.

Når vi sammenlikner våre funn fra ungdomstrinnet med beslektete studier, for eksempel LISA (Linking Instruction and Student Assessment), som har sett på andre fag, ser vi at for naturfag er det gjennomgående høyere kodegjennomsnitt enn for matematikk og norsk (Klette et al., 2017). Dette gjelder for følgende kategorier: *klasseromsamtale*, *presentasjon av fagstoff*, *yilbakemelding*, *intellektuell utfordring* og *kobling til tidligere kunnskap*. Det kan være flere årsaker til dette, noe som vil bli utdypet i en felles diskusjon i kapittel 14.

KAPITTEL 8

HVA HAR BETYDNING FOR ELEVENES LÆRINGSUTBYTTE I NATURFAG?

Marit Kjærnsli, Magne Olufsen og Julius Björnsson

Læreplanen i naturfag inneholder mange ulike kompetansemål. Elevene skal lære tradisjonelle fagdisipliner slik som hvordan den fysiske verden er bygd opp, og sammenhenger i naturen. Videre skal elevene lære hvordan naturfaglig kunnskap brukes og utvikles. Faget skal også gi elevene holdninger og naturopplevelser slik at de kan bidra til en bærekraftig utvikling. Det er et bredt spekter av kompetansemål i naturfag, men hva er en god måte å undervise dette faget på for at elevene skal få et best mulig læringsutbytte?

INTRODUKSJON

I dette kapitlet undersøker vi hvilke kvaliteter ved undervisningen som kan ha betydning for elevenes læringsutbytte i naturfag på ungdomstrinnet. Vi bruker videodata fra ti ulike klasserom og data fra en test som består av LISSIs naturfagprøve og spørreskjema. Denne testen ble besvart av elever i videoklassene og elever fra et tilfeldig utvalg skoler, totalt besvart av 1248 elever på ungdomstrinnet. *Læringsutbytte* er et begrep som ikke blir brukt helt entydig. Prøitz (2016) peker på at begrepet blir tillagt ulikt innhold av forskere, politikere, skoleledere og lærere. Videre peker hun på at selv om teorier om læringsutbytte først og fremst har vært utviklet for å styrke og utvikle undervisning og læring, så har økt oppmerksomhet i mange sammenhenger gitt seg utslag i større grad

av styring og kontroll. Utdanningsdirektoratet (2016) skriver på sine nettsider at «læringsutbytte handler om hva den enkelte har lært, og kan utføre etter å ha gjennomført opplæringen». Videre understreker de at også verdiene og holdningene elevene får med seg fra endt utdanning, inngår i dette begrepet.

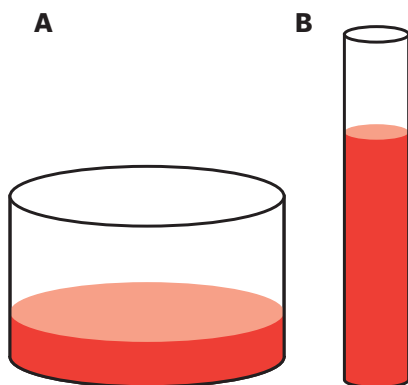
I dette kapitlet er begrepet læringsutbytte begrenset til hva det er mulig å måle med LISSIs naturfagprøve og spørreskjema. Det vil si at vi definerer læringsutbyttet i denne sammenhengen som elevenes prestasjoner på LISSIs naturfagprøve og resultatet for konstruktet på elevenes interesse for naturfag målt med sju utsagn i spørreskjemaet. Vi utviklet en test med to deler. Den ene delen besto av naturfagoppgaver, og den andre delen besto av spørsmål om elevenes interesse og hvilke oppfatninger elevene har om naturfagundervisningen. Før vi ser på hvilke kvaliteter ved undervisningen som har betydning for læringsutbyttet, vil vi se nærmere på hvordan elevenes faglige prestasjoner og deres interesse for naturfag er målt.

HVA MÅLER VI MED LISSIS NATURFAGPRØVE?

For å ha et mål på elevenes prestasjoner i naturfag utviklet vi en prøve som er satt sammen av naturfagoppgaver som hovedsakelig er prøvd ut i tidligere undersøkelser som PISA, TIMSS og Oslo-prøven. Det er både flervalgsoppgaver og åpne oppgaver der elevene måtte skrive et svar eller en forklaring med egne ord. For å begrense belastningen på skolene laget vi en kort naturfagprøve (30–40 minutter) som besto av 21 oppgaver. LISSIs naturfagprøve måler bare en begrenset del av hva elevene skal kunne i naturfag. For å se om prøven gir et realistisk bilde av elevenes faglige nivå, sammenliknet vi med resultater fra nasjonale prøver. Siden det ikke finnes nasjonale prøver i naturfag, hentet vi resultater på nasjonale prøver i lesing, regning og engelsk fra Utdanningsdirektoratets hjemmesider. Sammenlikningen viste at skoler som presterte høyt på LISSIs naturfagprøve, også presterer høyt på nasjonale prøver. For å få et innblikk i hva naturfagprøven måler, vil vi gi eksempler på to oppgaver.

Eksempel 1

Denne flervalgsoppgaven måler elevenes kunnskap om fordampning. Den måler også elevenes evne til å resonnerer seg fram til at fordampningen er større når vannets overflate er stor. Det er bare 24 % som svarte riktig alternativ, noe som er litt overraskende. Det er derfor interessant å se hvilke svaralternativer elevene har valgt. Så mange som 34 % har svart alternativ d, og 27 % har svart alternativ c. Begge disse feilsvarene sier noe om at det vil være like mye vann igjen i begge vasene, som igjen tyder på at elevene ikke har tenkt på at det fordampes mer fra en større overflate.



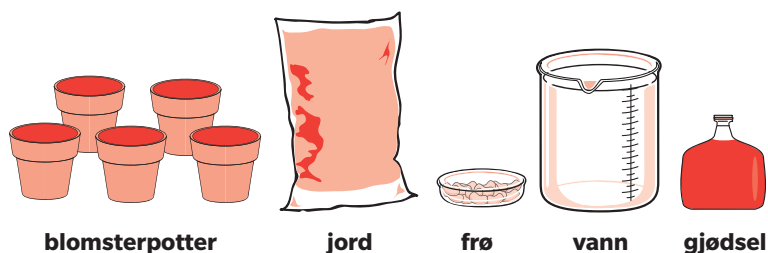
Tegningen viser to ulike vaser. Tenk deg at vi heller 3 desiliter vann i hver av vasene og lar dem stå ved romtemperatur til neste dag. Hva vil skje med mengden vann i hver av vasene?

- A Vase B vil inneholde mer vann enn vase A.
- B Vase A vil inneholde mer vann enn vase B.
- C Begge vasene vil inneholde 3 desiliter vann dagen etter.
- D Det vil være like mye vann igjen i begge vasene.

Oslo-prøven 2015

Eksempel 2

Denne oppgaven måler elevenes kunnskap om metoder og tenkemåter i naturvitenskap. Elevene må vise at de kan planlegge et forsøk i naturfag, at det er viktig med kontroll av variabler, og at noen variabler må holdes konstant.



Du skal finne ut hvordan gjødsel påvirker veksten hos planter. Beskriv et forsøk der du bruker utstyret ovenfor.

TIMSS 2015

For å få poeng på oppgaven må eleven ha et svar som inneholder noe fra både punkt 1 og 2 nedenfor.

1. Vise til at noen pottes får gjødsel, eventuelt ulik mengde gjødsel, og at minst én potte ikke får gjødsel.
2. En indikasjon på at noen variabler må holdes konstant (jord, frø og vann).

Eksempel på elevsvar som får poeng:

«Ha samme mengde jord i alle pottene. Putte to frø i hver potte. Helle samme mengde vann i hver potte og samme mengde gjødsel i tre av pottene. Ikke ha gjødsel i to pottes.»

Hensikten med LISSIs naturfagprøve er å ha et mål på elevenes faglige prestasjoner til bruk i videre analyser i denne studien. Prøven måler både begrepsforståelse i naturfag og kunnskap om metoder og tenkemåter i naturvitenskap, med noe overvekt av det sistnevnte. Vi gjennomførte flere analyser for å sjekke at LISSIs naturfagprøve tilfredsstiller testteoretiske krav.⁹ Det vil blant annet si at oppgavene må ha en høy indre konsistens, som betyr at oppgavene måler noe felles, i dette tilfellet kunnskap

⁹ Item Response Theory (IRT) og Test Response Function (TRF)

fra skolefaget naturfag. Videre skal oppgavene ha variert vanskegrad. Flervalgsoppgavene skal ha en god svarfordeling, for eksempel skal sterke elever velge riktig svaralternativ og ikke bli «lurt» av en spesiell distraktor.

ELEVENE VISER HØY INTERESSE FOR NATURFAG

Innledningsvis poengterte vi at holdninger og engasjement til naturfag er en viktig del av elevenes læringsutbytte. I denne studien har vi begrenset oss til å se nærmere på elevenes interesse som en del av læringsutbyttet. *Interesse* for naturfag er i denne studien målt ved sju utsagn i spørreskjemaet som elevene tok stilling til. Utsagn som belyser sammen fenomen, som har en høy indre konsistens, er satt sammen til ett konstrukt. Det vil si at utsagnene ikke behandles som enkeltvariabler i videre analyser, men som én variabel (et konstrukt med én skårverdi). Vi har kalt konstruktet som omhandler elevenes interesse i naturfag, for *interesse*. Svaralternativene er «svært uenig», «litt uenig», «litt enig» og «svært enig». Tabell 8.1 viser de sju utsagnene som inngår i konstruktet *interesse*.

Tabell 8.1 Prosentandel elever som svarer «svært enig» på de sju utsagnene som inngår i konstruktet *interesse*.

Utsagn	Prosentandel svært enig
Jeg lærer mye interessant i naturfag.	45
*Jeg skulle ønske at jeg ikke var nødt til å lære naturfag.	40
Jeg liker naturfag.	30
Jeg liker å lære naturfag	30
Naturfag er et av de fagene jeg liker best.	19
*Naturfag er kjedelig.	20
Jeg gleder meg til å lære naturfag på skolen.	18

* For de negative utsagnene er det oppgitt prosentandel som svarer «svært uenig».

Resultatene baserer seg på elevenes selvrappotering, og elevene svarte stort sett positivt. For eksempel er omtrent 85 % av elevene svært enig eller litt enig i at de lærer mye interessant i naturfag, og litt over 80 % av

dem svarte tilsvarende på at de liker naturfag. Dette er i tråd med tidligere undersøkelser (Jensen & Kjærnsli, 2016b; Kaarstein & Nilsen, 2016).

HVILKE UNDERVISNINGSKVALITETER PÅVIRKER ELEVENES LÆRINGSUTBYTTE?

For å undersøke nærmere hvordan lærerens undervisning påvirker elevens læringsutbytte, skal vi først se på hvilke oppfatninger elevene har om undervisningen de har hatt i naturfag. I tilknytning til LISSIs naturfagprøve fikk elevene en rekke spørsmål og utsagn som de skulle ta stilling til. Disse utsagnene er satt sammen til ulike konstrukt på samme måte som konstruktet *interesse*. For eksempel består konstruktet *elevforsøk* av seks utsagn som handler om hvor ofte elevene gjør ulike aktiviteter relatert til praktisk arbeid i naturfagundervisningen. En oversikt over alle konstruktene som er tatt med i de videre analysene, er vist i tabell 8.2.

For å sjekke at utsagnene i konstruktene undersøker samme fenomen, er det gjennomført en bekreftende faktoranalyse (Confirmatory Factor analysis). Resultater av denne analysen viste at alle utsagnene bidrar signifikant til konstruktet de tilhører. Disse resultatene er vist i vedlegg B.

Videre har vi gjort analyser for å undersøke hvilke relasjoner konstruktene (de uavhengige variablene) har til elevenes prestasjoner på LISSIs naturfagprøve (den avhengige variabelen), og hvilke relasjoner de har til hverandre. *Interesse* i naturfag inngikk som en medierende variabel. Det betyr at de uavhengige variablene kan ha en direkte effekt på prestasjonen, men også indirekte gjennom *interesse*. Vi gjennomførte en stianalyse (Path Analysis) i Mplus. En stianalyse er en variant av strukturelle likningsmodeller, der man antar at alle uavhengige variabler både kan ha en direkte og en indirekte påvirkning på den avhengige variabelen, mens en vanlig lineær regresjonsanalyse bare viser den direkte påvirkningen de uavhengige variablene har på den avhengige variabelen. I denne undersøkelsen kan derfor en stianalyse teste hvilken påvirkning de ulike konstruktene har direkte på prestasjoner (avhengig variabel), eller indirekte påvirkning via *interesse*. Stianalysen viser også hvilke relasjoner det er mellom alle konstruktene (de uavhengige variablene). Resultater av stianalysen gir

KAPITTEL 8: HVA HAR BETYDNING FOR ELEVENES LÆRINGSUTBYTTE I NATURFAG?

Tabell 8.2 Oversikt over konstruktene. Antall utsagn er gitt i parentes. Svaralternativene er gitt under tabellen.

Konstrukt	Beskrivelse av konstrukt	Eksempler på utsagn
Prestasjon i naturfag	Resultat på naturfagprøven.	
Interesse (7)	Hvor enig elevene er i utsagn om interesse for naturfag.	Jeg liker naturfag. ¹
Elevforsøk (6)	Hvor ofte ulike utforskende aktiviteter forekommer i undervisningen.	Elevene gjør forsøk i naturfagrommet. Elevene blir bedt om å trekke konklusjoner fra forsøk. ²
Naturfagets egenart (6)	Kunnskap om naturvitenskapens metoder og tenkemåter.	Noen ganger forandrer naturvitenskapelige oppfatninger seg. ¹
Lærer forklarer (6)	Hvor god læreren er til å forklare, og hvor ofte det forekommer.	Naturfaglæreren forklarer vanskelige ting på en tydelig måte. ³
Lærer utfordrer (7)	Om ulike måter lærer utfordrer elevene på faglig, og hvor ofte de gjør det.	Naturfaglærer lar ingen få gi opp selv om oppgavene er vanskelige. ³
Engasjement (4)	Hvor engasjert elevene mener de er, og om de synes naturfaglærer gjør timene interessante.	Jeg klarer ikke å følge med i naturfagtimene, for jeg kjeder meg. ³
Feedback (3)	Hvor ofte lærer gir faglige tilbakemeldinger.	Kommentarene hjelper meg til å forstå hvordan jeg skal forbedre meg. Naturfaglærer sjekker om vi har forstått det han/hun har lært oss. ³

Svaralternativer: ¹ Firedelt skala fra «svært uenig» til «svært enig» ² Firedelt skala fra «i alle timene» til «aldri eller nesten aldri»

³ Femdelt skala fra «aldri» til «alltid»

estimerer for disse relasjonene i form av standardiserte regresjonskoeffisienter. Negative koeffisienter betyr en negativ påvirkning på den avhengige variabelen (naturfagprestasjoner).

Resultatene av disse analysene er vist i tabell 8.3. Resultatene som står under tabellen viser at stimodellen tilfredsstiller kravene til en modell.

For eksempel er verdien for RMSEA 0,043 for vår modell. RMSEA sier hvor langt denne modellen er fra en perfekt modell («riktig bilde» av virkeligheten), og verdien bør være under 0,05, så vår modell tilfredsstiller dette kravet.

Tabell 8.3 Estimater for konstruertes relasjoner til prestasjoner på naturfagprøven, gitt som standardiserte regresjonskoeffisienter med feilmarginer (S.E.) og signifikanstester (P-verdi)

Konstrukt	Regresjonskoeffisienter	S.E.	Est./S.E.	P-verdi	
Elevforsøk	-0,198	0,044	-4,472	0,000	**
Naturfagets egenart	0,242	0,39	6,254	0,000	**
Lærer forklarer	-0,026	0,095	-0,269	0,788	
Lærer utfordrer	0,140	0,082	1,721	0,085	
Engasjement	-0,041	0,063	-0,642	0,521	
Feedback	0,005	0,079	0,059	0,953	
Interesse	0,239	0,047	5,132	0,000	**

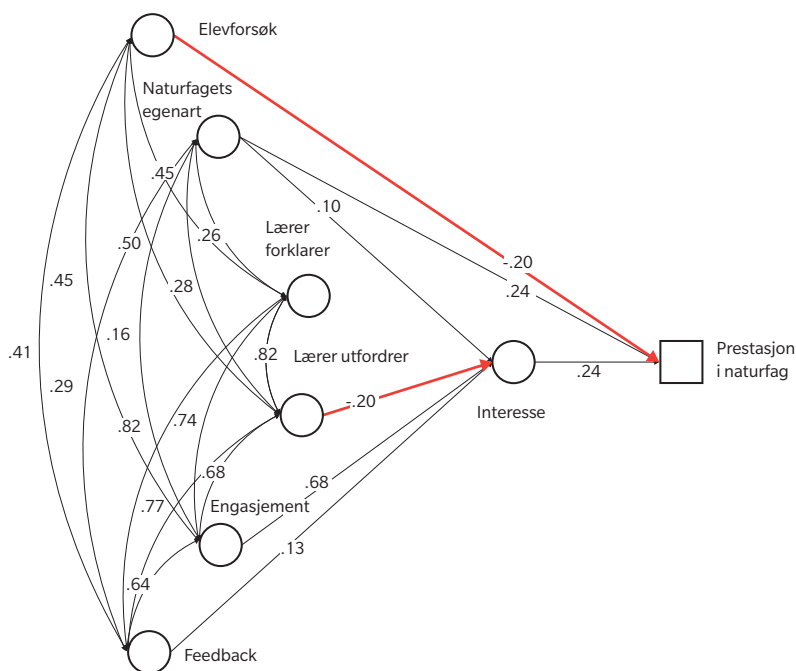
** $p \leq 0,01$

($\chi^2 = (713 \text{ df}) = 2371,9$ $P = 0,00$; RMSEA = 0,043; CFI = 0,908; TLI = 0,900; SRMR = 0,052)

Modellen i figur 8.1 viser styrken på relasjonene mellom de uavhengige variablene og elevenes prestasjon på LISSIs naturfagprøve, enten direkte eller indirekte gjennom *interesse*. Figuren viser at det bare er tre av sju variabler som har en direkte signifikant relasjon til prestasjon. Videre viser modellen at det er mange signifikante relasjoner mellom de uavhengige variablene. Relasjonene som vises i modellen, gir oss innblikk i hva som er viktige kvaliteter i undervisningen. Men når resultatene skal tolkes, er det viktig å poengtere at alle variablene har sterke relasjoner til hverandre. De må derfor sees i sammenheng med hverandre, ingen av dem eksisterer isolert. Bare signifikante relasjoner er vist i modellen.

Modellen viser at det bare er tre variabler (*elevforsøk*, *naturfagets egenart* og *interesse*) som signifikant påvirker prestasjoner direkte. *Naturfagets egenart* gir til sammen det største positive bidraget til prestasjoner. Den har en sterk positiv påvirkning direkte og i tillegg en indirekte påvirkning gjennom *interesse*. Variabelen handler om kunnskap om naturvitenskapelige

KAPITTEL 8: HVA HAR BETYDNING FOR ELEVENES LÆRINGSUTBYTTE I NATURFAG?



Figur 8.1 Standardiserte relasjoner mellom alle konstruktene (uavhengige variabler) og prestasjon i naturfag (avhengig variabel). Kun signifikante relasjoner vises i figuren. Negative relasjoner er markert med rødt.

metoder og tenkemåter. LISSIs naturfagprøve har flere oppgaver som måler kompetanse innenfor naturfagets metoder og tenkemåter, det er derfor ikke overraskende at den gir størst positivt bidrag til prestasjoner. Men det er verdt å legge merke til at den også bidrar positivt til *interesse*.

Konstruktet *elevforsøk* gir informasjon om hvor ofte ulike aktiviteter, som for eksempel det å gjøre et elevforsøk eller det å trekke konklusjoner fra et forsøk, forekommer i timene. Resultatene viser at dette konstruktet påvirker prestasjoner negativt. Én forklaring kan være at utsagnene som inngår i dette konstruktet, bare sier noe om hvor ofte, ikke noe om kvaliteten på undervisningen. Selv om elevforsøk har negativ relasjon til prestasjon, viser resultatene at elevforsøk har positiv relasjon til engasjement og feedback som begge har positiv relasjon til naturfagprestasjoner. Det å gjøre praktiske aktiviteter er en viktig del av naturfaget, og det er viktig å diskutere hvilke grep som kan tas for at aktivitetene også kan gi økt faglig utbytte. Dette blir tatt opp i diskusjonen i kapittel 14.

Videre viser modellen at konstruktene *engasjement* og *feedback* har en indirekte påvirkning på prestasjoner gjennom *interesse*. Spesielt ser vi at *engasjement* har sterk positiv påvirkning på *interesse*. Dette er som forventet da konstruktet sier noe om hvor engasjert elevene mener de er, og om de synes naturfaglærer gjør timene interessante. *Feedback* har også en signifikant relasjon til *interesse*. Dette tyder på at nyttige tilbakemeldinger som kan hjelpe elevene til å forbedre seg, er viktig for elevenes interesse.

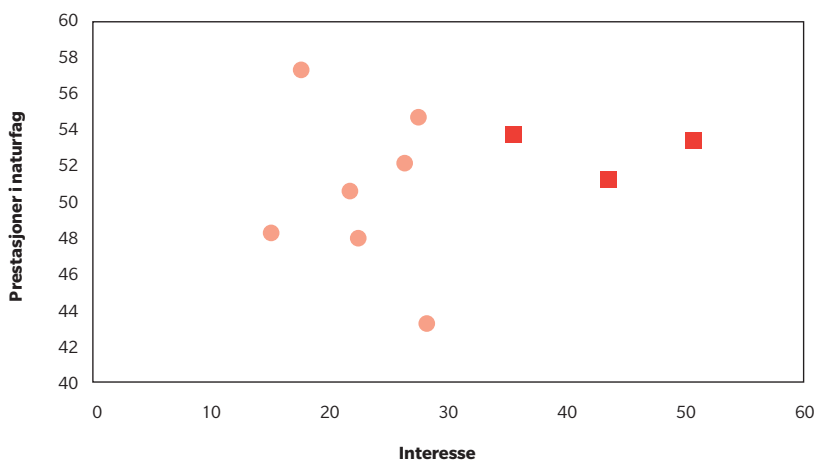
Konstruktet *lærer utfordrer* påvirker derimot interesse i negativ retning og har dermed også indirekte en negativ påvirkning på prestasjoner. Variabelen handler om ulike måter lærer utfordrer elevene på faglig, for eksempel at de ikke må gi opp selv om oppgavene er vanskelige. For å oppnå et godt læringsutbytte anser vi det som viktig at læreren utfordrer elevene. Våre funn som viser en negativ sammenheng mellom hvor ofte læreren utfordrer elevene, og deres interesse og indirekte da også faglige prestasjoner, strider mot hva som anses å være viktig for å få gode faglige prestasjoner. Men resultatet kan muligens forklares ved at faglig svake elever kanskje opplever naturfagundervisningen som vanskeligere enn faglig sterkere elever og derfor opplever å bli mest utfordret. På tilsvarende måte kan elever som er lite interessert i naturfag, oppleve å bli mest utfordret. I tilfelle er dette plausible forklaringer på en negativ sammenheng mellom disse konstruktene. Konstruktet har en sterk positiv relasjon til *feedback*, *lærer forklarer* og *engasjement*.

Konstruktet *lærer forklarer* sier noe om hvor god naturfaglæreren er til å forklare, for eksempel at vanskelig fagstoff forklares på en tydelig måte. Det er derfor noe overraskende at konstruktet hverken har en direkte positiv relasjon til prestasjoner eller til interesse. Forklaringen kan være den sterke relasjonen den har til mange av de andre variablene, spesielt til *feedback*, *lærer utfordrer* og *engasjement*.

Som vi ser, viser modellen et komplekst bilde med mange sterke relasjoner. Den gir informasjon om hvilke kvaliteter i undervisningen som bidrar til å øke elevenes faglige prestasjoner, men samtidig er det naturligvis mange andre variabler som ikke inngår i denne analysen, som også ville påvirket prestasjonene. Vi vil også minne om at resultatene i modellen er basert på elevenes selvrappotering og oppfatninger av undervisningen.

SAMMENHENG MELLOM VIDEOOBSERVASJONER OG ELEVENES LÆRINGSUTBYTTE

Vi skal nå koble videoobservasjoner og elevenes læringsutbytte for å se etter sammenhenger mellom kvaliteten på undervisningen og elevenes læringsutbytte. Det vil si at vi i disse analysene bare bruker data fra de ti videoklassene. Som beskrevet tidligere har vi valgt å definere elevenes læringsutbytte både som resultatet på LISSIs naturfagprøve og interesse for naturfag. Det vil si at klasser med høyt læringsutbytte har høy skår både på LISSIs naturfagprøve og på interessekonstruktet. *Interesse* er her målt ved et gjennomsnitt av prosentandel elever som har sagt seg svært enig i de sju utsagnene som danner konstruktet *interesse*. For å undersøke om det var noen videoklasser som pekte seg ut, la vi inn verdiene for naturfagprestasjoner og interesse for hver klasse i et spredningsdiagram. Figur 8.2 viser at det er tre klasser som peker seg ut, markert med røde firkanter i figuren. I de videre analysene har vi valgt å sammenlikne disse tre klassene med høyt læringsutbytte med de resterende sju klassene for å undersøke eventuelle forskjeller i kvaliteten på undervisningen.



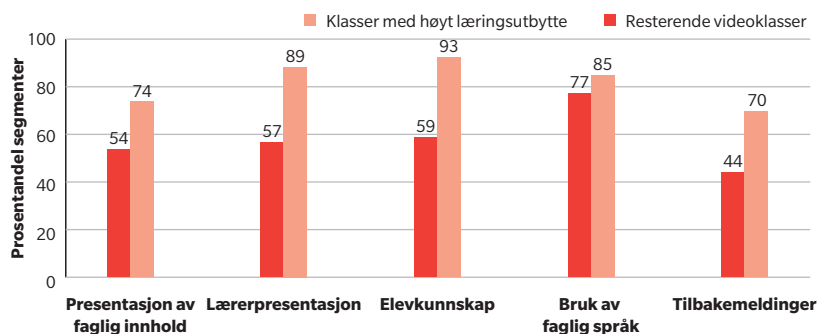
Figur 8.2 Sammenhengen mellom prestasjoner i naturfag og interesse. Resultater er gitt for videoklassene på ungdomstrinnet. Videoklassene med høyest interesse og faglig prestasjon over gjennomsnittet er markert med røde firkanter.

Denne delen av studien inkluderer totalt 114 videosegmenter, 27 segmenter i klassene med høyt læringsutbytte og 87 segmenter i de sju resterende klassene. Vi tok med alle segmentene fra alle videoklassene bortsett fra

to timer fra en av videoklassene med høyt læringsutbytte der elevene jobbet uten lærer. Vi regnet ut prosentandel med høye koder (kode 3 og 4) for videokategoriene i dimensjonene *faglig fordypning*, *tilrettelegging for elevdeltakelse* og *kognitiv aktivering*.

Tilrettelegging for elevenes utvikling av naturfaglig kunnskap er fokus i dimensjonene *faglig fordypning* og *kognitiv aktivering*. Undervisning med disse kvalitetsdimensjonene legger til rette for at læreren kan støtte elever i å danne seg grunnlag for å kunne ta velbegrunnede og kunnskapsbaserte valg i fremtiden. Kunnskapsbygging kan relateres til lærerens faglige forklaringer og hvordan fagstoffet presenteres. Dette er viktige elementer for elevenes forståelse.

Dimensjonen *faglig fordypning* beskriver hvordan læreren formidler fagkunnskap og faglige begreper til elevene, og hvordan de hjelper elevene til å forbedre sine arbeider. Dimensjonen består av fem kategorier: *presentasjon av fagstoff*, *faglig dybde*, *bruk av faglig språk* og *tilbakemelding*. Når vi sammenlikner prosentvise frekvenser for videoklassene med høyt læringsutbytte med de andre videoklassene, ser vi at det er tydelige forskjeller i undervisningen. For alle kategoriene knyttet til *faglig fordypning* har videoklassene med høyt læringsutbytte prosentvis langt flere segmenter som er kodet 3 og 4 (figur 8.3). Videoklassene med høyt læringsutbytte har høyere kvalitet på kategoriene knyttet til hvordan fagstoffet presenteres og undervises. I disse klassene går lærerne mer i dybden på fagstoffet, og fagstoffet blir presentert mer korrekt. Fagbegreper benyttes i større grad samtidig som de forklares bedre, og lærerne tar i større grad tak i elevenes misoppfatninger. Elevene i klassene med høyt læringsutbytte bruker



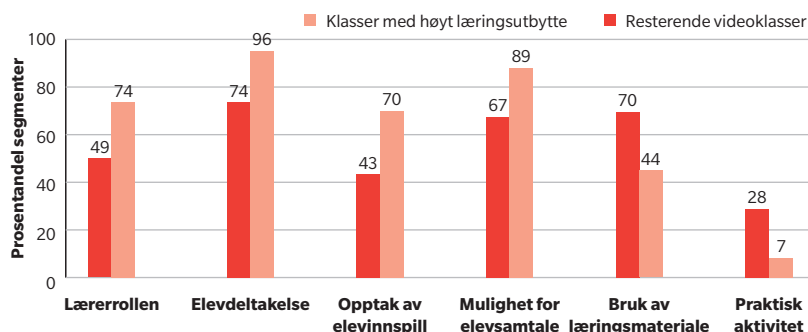
Figur 8.3 Faglig fordypning: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultater er gitt for de tre videoklassene med høyt læringsutbytte og de sju resterende videoklassene.

naturfaglige begreper oftere i undervisningen og viser større forståelse av sentrale begreper. Elevene i disse klassene får også faglige tilbakemeldinger som i større grad er spesifikke og hjelper elevene med å forbedre det faglige arbeidet.

Dimensjonen *tilrettelegging for elevdeltakelse* undersøker hvordan læreren legger til rette for at elevene kan delta aktivt i undervisningen. Den består av seks kategorier (*bruk av læringsmateriale*, *lærerrollen*, *elevrollen*, *klasseromsamtale* og *praktisk aktivitet*). Kategorien *klasseromsamtale* har to underkategorier: *opptak av elevinnspill* og *mulighet for elevsamtale*, resultater for begge er vist i figur 8.4. I figuren går det fram at det i klasser med høyt læringsutbytte er en stor prosentandel segmenter som er kodet 3 og 4 for kategoriene *lærerrolle*, *elevdeltakelse*, *elevrollen* og *klasseromsamtale* (*opptak av elevinnspill* og *mulighet for elevsamtale*). Dette betyr at lærerne i disse klassene oftere legger til rette for elevsamtaler og aktiviteter, elevene får mer tid til fagsamtaler, og lærer eller elever bygger oftere på elevenes innspill og bruker disse videre i undervisningen. Elevene i klassene med høyt læringsutbytte er i større grad aktive i læringsprosessen og mer fokuserte på arbeidsoppgavene.

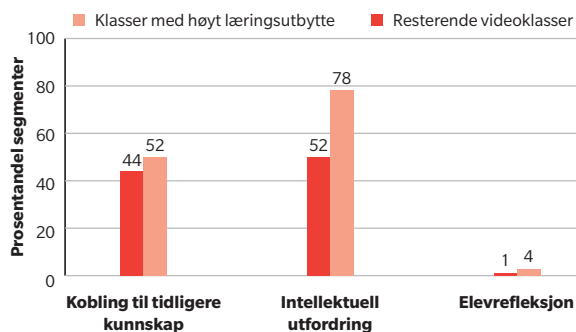
I de to siste kategoriene, *bruk av læringsmateriale* og *praktisk aktivitet*, har klassene med høyt læringsutbytte lavere prosentandel med høye koder (3 og 4) enn de resterende videoklassene. Kategorien *bruk av læringsmateriale* undersøker om elevene aktivt bruker læringsmateriale i undervisningen, mens kategorien *praktisk aktivitet* undersøker om det gjennomføres en praktisk aktivitet. For disse kategoriene gis det kode 1 hvis det ikke er læringsmateriale til stede i undervisningen, eller om det ikke gjennomføres en praktisk aktivitet, mens de høye kodene gis hvis materialet brukes aktivt, eller den praktiske aktiviteten er knyttet opp mot læring i faget. I klassene med høyt læringsutbytte er det sjeldnere læringsmateriale til stede, og elevene gjennomfører sjeldnere en praktisk aktivitet. For eksempel har klassene med høyt læringsutbytte bare praktiske aktiviteter i 3 av 27 segmenter. Dette forklarer forskjellen vi ser på kategoriene *bruk av læringsmateriale* og *praktisk aktivitet*. Det er mulig at klassene med høyt læringsutbytte bruker tiden på andre undervisningsaktiviteter. For eksempel ser vi at det i disse klassene foregår mer elevsamtaler på høyt nivå (kode 3 og 4).

Dimensjonen *kognitiv aktivering* består av tre kategorier og undersøker i hvilken grad undervisningen utfordrer elevene kognitivt og fremmer



Figur 8.4 Tilrettelegging for elevdeltakelse: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultater er gitt for de tre videoklassene med høyt læringsutbytte og de sju resterende videoklassene.

refleksjon over forkunnskap og egen læring. Lærerne i klassene med høyt læringsutbytte knytter det nye fagstoffet oftere til elevenes forkunnskaper, og deres undervisning er kognitivt mer utfordrende (figur 8.5). Den siste kategorien er *elevrefleksjon*, som undersøker om elevene oppfordres til å reflektere over hva de har lært i timen. Her ser vi lave og relativt like prosentandeler for alle videoklassene på ungdomstrinnet.



Figur 8.5 Kognitiv aktivering: Prosentandel segmenter som er gitt kode 3 og 4. Resultater er gitt for de tre videoklassene med høyt læringsutbytte og de sju resterende videoklassene.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

I dette kapitlet har vi undersøkt hvilke undervisningskvaliteter som ser ut til å påvirke elevers læringsutbytte. Vi har undersøkt dette ved ulike analyser. Først ved å analysere hvilke sammenhenger det er mellom elevenes

oppfatninger av undervisning, deres interesse og faglige prestasjoner i naturfag. Deretter ved å analysere sammenhenger mellom det vi observerte i klasserommet, og læringsutbyttet.

Analysene om hva som kan bidra positivt til læringsutbytte, gir et komplekst bilde der det er mer eller mindre sterke relasjoner mellom alle konstruktene. Noen har direkte relasjon til prestasjoner, mens andre har indirekte påvirkning gjennom konstruktet *interesse*. Kunnskap om naturvitenskapens tenkemåter og metoder skiller seg ut ved å ha det største bidraget til læringsutbyttet ved at det har en direkte positiv sammenheng både med prestasjoner og interesse. Dette er i tråd med funn fra PISA 2015, der resultatene fra et tilsvarende konstrukt om elevers oppfatninger om naturvitenskap også viser en klar positiv sammenheng med naturfagprestasjoner (Jensen & Kjærnsli, 2016b; OECD, 2016). Kunnskap om naturfagets tenkemåter og metoder er viktig, kanskje viktigere enn noen gang, for å kunne skille vitenskapelige undersøkelser fra andre undersøkelser og for kritisk å kunne vurdere og argumentere for funn der naturvitenskapelige argumenter inngår (Knain & Kolstø, 2011; Lederman & Lederman, 2019; Sjøberg, 2009). Våre resultater tyder derfor på at det med fordel kan legges vekt på kunnskap om naturvitenskapelige metoder og tenkemåter i undervisningen, fordi det har positiv betydning både for prestasjoner, interesse og engasjement.

Å skape engasjement og interesse i naturfagundervisningen er viktig for naturfagprestasjoner (se f.eks. Eccles & Wigfield, 2002; Jensen & Kjærnsli, 2016b; Kaarstein & Nilsen, 2016). Våre resultater viser at konstruktet *engasjement* har en direkte påvirkning på interesse og dermed også en indirekte påvirkning på prestasjoner i naturfag. Interesse er en del av læringsutbyttet, men også en viktig faktor i seg selv. Høy interesse for naturfag er en viktig drivkraft for læring og eventuelt for senere valg av naturfagrelaterte utdanninger og yrker (se f.eks. Krapp & Prenzel, 2011). Interesse er en viktig del av læringsutbyttet ifølge Utdanningsdirektoratet, og det har i mange år vært fokus på å øke rekrutteringen til realfagrelaterte utdanninger i Norge (Kunnskapsdepartementet, 2010). Funn fra PISA 2006 og 2015 viser at det er en sterk sammenheng mellom elevenes interesse for naturfag og tanken på å velge en naturfagrelatert utdanning eller yrke (Jensen & Kjærnsli, 2016b; Kjærnsli & Lie, 2011).

Videre ser vi at gode tilbakemeldinger har en direkte påvirkning på interesse og dermed også en indirekte påvirkning på prestasjoner. Det vil

si at lærere som sjekker om elevene har forstått det som er undervist, eller gir kommentarer som kan hjelpe elevene til å forbedre seg, vil bidra til å øke elevenes faglige forståelse. Betydningen av gode tilbakemeldinger for elevenes interesse og prestasjoner er i tråd med annen forskning (se f.eks. Hattie, 2009). Konstruktet *elevforsøk* har derimot en negativ sammenheng med prestasjoner. Dette er i tråd med norske resultater fra PISA 2006 og 2015, der elever som sier de gjør forsøk i alle eller nesten alle timene, presterer svakere enn dem som sier at de gjør det i noen av timene (Jensen & Kjærnsli, 2016a; Kjærnsli et al., 2007). Resultatene i de internasjonale studiene sier ikke noe om kvaliteten på denne typen undervisning, bare hvor ofte de ulike aktivitetene forekommer. Det er få studier som kan påvise at elevforsøk eller utforskende metoder har en positiv påvirkning på prestasjoner (Hattie, 2009), og det er mange faktorer som har betydning for læringsutbyttet, blant annet at forsøk må være godt strukturert (Bjønnes & Kolstø, 2015; Hofstein & Lunetta, 2004). Samtidig er det studier som viser at utforskende undervisning har en sammenheng med økt begrepsforståelse (Minner et al., 2010; Nilsen & Frøyland, 2016). Elevforsøk er en viktig del av naturfaget og har en viktig rolle i å engasjere og motivere elevene (Schwartz et al., 2004).

Resultater fra en masteroppgave som undersøkte elevenes engasjement, basert på LISSI-data, konkluderte med at det å gjøre elevforsøk økte elevenes engasjement (Hansen & Stålesen, 2021). De fant at undringsaktiviteter, der elevene gjennomfører forsøk med overraskelsesmoment og brukte utstyr de ikke var vant til å bruke, var spesielt engasjerende. Dette er i tråd med litteraturgjennomgangen til Murphy et. al. (2019) der de trekker fram at det å få bruke spesialisert utstyr bidrar til å økte elevens engasjement.

I LISSI-studien har vi sett god undervisning med praktiske aktiviteter som har fått elevene engasjert, og der undervisningen er strukturert og tiden brukt effektivt. Men samtidig har vi også sett at det varierer i hvilken grad det opprettholdes et høyt faglig nivå og kognitive utfordringer i disse timene, noe som er viktig for et positivt læringsutbytte. I den delen av studien der vi sammenliknet klasser med høyt læringsutbytte (høy interesse og faglig prestasjon over gjennomsnittet) med resten av klassene, så vi tydelige forskjeller på undervisningskvaliteten. Undervisningen i videoklassene med høyt læringsutbytte holdt høyere faglig nivå blant annet ved at de brukte naturfaglige begreper oftere, og elevene var

KAPITTEL 8: HVA HAR BETYDNING FOR ELEVENES LÆRINGSUTBYTTE I NATURFAG?

mer aktive, spesielt gjennom klasseromsamtaler. Elevene i disse klassene fikk også faglige tilbakemeldinger som i større grad var faglig spesifikke. Siden det bare var tre videoklasser i gruppen som ble definert som klasser med høyt læringsutbytte, må resultatene tolkes med forsiktighet. Et annet utvalg av klasser kunne gitt et annet resultat.

I dette kapitlet har vi sett at det å vektlegge naturvitenskapelige tenkemåter og metoder, engasjere elevene gjennom samtaler, gi elevene kognitive utfordringer, gi gode tilbakemeldinger og la elevene reflektere over det de har lært, kan ha betydning for et godt læringsutbytte.



KAPITTEL 9

LÆRERES TILRETTELEGGING FOR FAGLIG FORDYPNING I NATURFAG

Solveig Karlsen, Magdalena Kersting og Marianne Ødegaard

Hva ligger egentlig i begrepet faglig fordypning, og hvordan kan lærere legge til rette for faglig fordypning i naturfag?

Kan det å drive med utforsking i undervisningen bidra til dypere forståelse av naturfag?

INTRODUKSJON

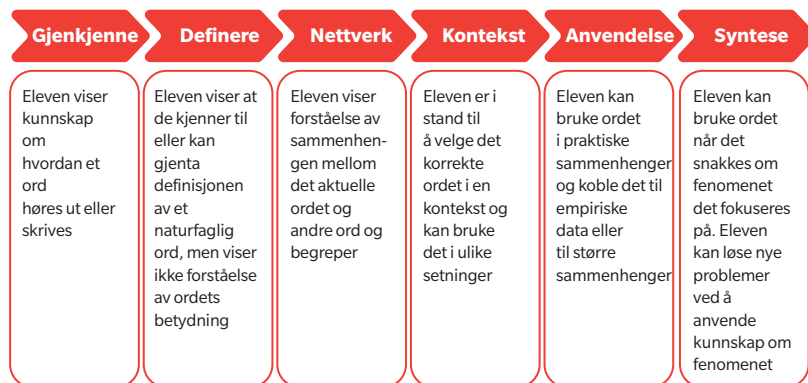
Naturfag er et mangfoldig fag på tvers av ulike kunnskapsområder og arbeidsmåter. God naturfagundervisning gir elevene muligheter til å utvikle en helhetlig forståelse gradvis og over tid. Det å kunne se sammenhenger mellom ulike fenomener i naturfag samt å løse problemstillinger i nye sammenhenger er viktige kompetanser. Derfor har vi i LISSI-prosjektet hatt fokus på elevenes læring og muligheter for faglig fordypning. For å undersøke hvordan lærere kan legge til rette for fordypning i naturfag, har vi analysert undervisningspraksiser som knytter undervisningen til elevenes tidligere erfaringer og samfunnsaktuelle temaer.

Fokuset har også vært rettet mot hvordan utforskende undervisning kan skape en ramme for faglig fordypning og god forståelse i naturfag. Gjennom intervjuer har vi i tillegg fått lærernes egne refleksjoner over hva faglig fordypning innebærer, hva det betyr for elevenes læringsprogresjon i faget, og om utforsking kan bidra til faglig fordypning. I kapitlet ønsker vi å gi eksempler på og drøfte hvilke muligheter lærere har for å legge til rette for faglig fordypning i naturfag.

HVA ER FAGLIG FORDYPNING?

Selv om alle er enige om at faglig fordypning er et viktig mål med naturfag, finnes det flere måter å forstå og tolke begrepet på. Siden læring i naturfag er en kompleks prosess, er dette ikke overraskende. I LISSI-prosjektet ser vi på faglig fordypning som undervisning som fokuserer på forståelse av begreper og på å se sammenhenger i faget. Undervisning som legger til rette for faglig fordypning, er altså kjennetegn på kvalitet i naturfagundervisning.

Det finnes mange teoretiske tilnærminger til faglig fordypning og begrepsforståelse i naturfag, og ikke alle stemmer overens. I LISSI-prosjektet er vi inspirert av forskning som viser til at fagspråket er viktig for effektiv læring, og at begrepsutviklingen skjer over tid når elevene bruker språket på ulike måter og i forskjellige sammenhenger (Haug & Ødegaard, 2014; Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001). Det å utvikle faglig forståelse er en prosess der naturfagordene knyttes til en kontekst; slik begrepsforståelse visualiseres i figur 9.1. Dette har vært rammeverk for grunnpilaren *faglig fordypning* i LISSI-prosjektet. På de laveste nivåene kan eleven gjenkjenne og definere naturfagord, men viser ingen forståelse av ordenes betydningen. Når eleven begynner å vise større forståelse av sammenhenger mellom ord og kan bruke disse i ulike setninger, har eleven oppnådd en høyere grad av forståelse. Ordene har blitt til begreper med mening. På det høyeste nivået av begrepsforståelse kan eleven bruke ordene og begrepene i praktiske sammenhenger og til å løse ulike problemer. Vi ser at det å forstå innholdet i eller meningen med et begrep er ikke et



Figur 9.1 Visualisering av elevers begrepsforståelse, inspirert av Pearson et al. (2010) og Haug og Ødegaard (2014).

«enten eller», det er med andre ord ulike grader av forståelse knyttet til begreper. Det å gjenkjenne og definere ordene kan betegnes som passiv begrepsforståelse. Det å bruke begrepene i kontekst og anvende kunnskap for å svare på ulike problemstillinger og for å forklare fenomener betegnes som aktiv begrepsforståelse. Dette er et kjennetegn på faglig fordypning og læring.

Vi ser at det å se sammenhenger er sentralt for faglig fordypning. I LISSI-prosjektet forstår vi sammenheng som at fagstoffet som skal læres, må knyttes til naturfagets sentrale begreper og tenkemåter, og at det ses i sammenheng med andre relevante fagområder og kontekster. Med andre ord skal faglig dybde også tilføre elevenes kunnskap bredde. En forståelig sammenheng betyr at fagkunnskapen bør kobles til elevenes forståelseshorisont, som vil si deres tidligere kunnskap og erfaringer. Faglig fordypning sier altså noe om hvor forankret og varig elevens forståelse av fagstoffet er. Læring handler ikke kun om endringer i elevenes kognitive funksjoner, men også om endringer i samhandling mellom lærer og elev og elevene imellom. Dette gir grunnlag for en mer nyansert forståelse av hvordan læring skjer gjennom deltakelse og i klasserommet (Pellegrino & Hilton, 2012). Dette sosiokulturelle perspektivet forklarer hvordan læring skjer i dialoger om faglig kunnskap. Faglig fordypning i samhandling med andre skjer nettopp gjennom bruk av språk. Dette viser at begrepsutvikling og utvikling av faglig forståelse er tett bundet sammen (Haug & Ødegaard, 2014).

Skolen skal legge til rette for at barn og unge skal utvikle den kompetansen de trenger i en framtid som endrer seg raskt. Den overordnede delen av læreplanen vektlegger at elevene skal få gode holdninger og dømmekraft, evne til refleksjon og kritisk tenkning og til å foreta etiske vurderinger (Utdanningsdirektoratet, 2017). I litteraturen knyttes ofte dyp faglig forståelse til begrepsendringer og kreativ problemløsning (Ohlsson, 2011). Dette kommer også til uttrykk i stortingsmeldingen *Fag – Fordypning – Forståelse – En fornyelse av Kunnskapsløftet* (Meld. St. 28 (2015–2016)), som understreker at faglig fordypning handler om ferdigheter og kunnskaper knyttet til kritisk tenkning, problemløsning og selvregulering, som er kompetanser som også kan knyttes til utforskende prosesser. Mestad (2019) argumenterer for at elevene utvikler en dypere forståelse under utforskende arbeidsmåter ved å ta utgangspunkt i et spørsmål, ved å bruke bevis for å utvikle svar og ved å tolke og komme

med påstander som ikke er endelige. Ved å tilrettelegge for at elevene er aktive i sin utforsking, kan de utvikle kompetanser som kjennetegner en dypere forståelse av naturfagets ideer og arbeidsmåter. Ifølge Mestad (2019) er lærerens viktigste oppgave å veilede elevene til å se sammenhengene i faget.

Vår forståelse av faglig fordypning er svært nær definisjonen av begrepet dybdelæring som er sentralt i LK20. Utdanningsdirektoratet (2019b) har følgende definisjon av dybdelæring:

Vi definerer dybdelæring som det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Det innebærer at vi reflekterer over egen læring og bruker det vi har lært på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre.

I LISSI-prosjektet har vi valgt å bruke faglig fordypning i stedet for begrepet dybdelæring siden fokuset har vært på lærerne. Faglig fordypning er noe lærere tilrettelegger for, mens dybdelæring er noe som skjer hos elevene. Vi vil nå presentere og argumentere for hvilke kategorier vi har valgt ut for å belyse i hvor stor grad og på hvilke måter lærere tilrettelegger for faglig fordypning i naturfag.

OBSERVERBARE KJENNETEGN PÅ FAGLIG FORDYPNING

Vi ser sett at faglig fordypning kan fremmes på flere måter. Ulike dimensjoner i LISSI-manualen er derfor relevante når vi skal utforske faglig fordypning. I dette kapitlet har vi valgt å se på fem kategorier av undervisningspraksiser som fremmer faglig fordypning. Kategorien *faglig dybde* er utviklet spesielt for å sette fokus på kjernen i faglig dybde. Utover den er de fire andre kategoriene vi fokuserer på, *bruk av faglig språk*, *intellektuell utfordring*, *kobling til tidligere kunnskap* og *elevdeltakelse*. Vi ser at kategorier både fra handlings- og kunnskapsdimensjonen i LISSI-prosjektet er inkludert for å si noe om læreres tilrettelegging for faglig fordypning.

I observasjonsmanualen (Vedlegg A) beskriver lave koder (1 og 2) for faglig fordypning stort sett undervisning som tilrettelegger for læring av fragmentert kunnskap, mens kode 3 og 4 beskriver undervisning som fokuserer på kunnskap som settes inn i sammenhenger. Dette er i overensstemmelse med figur 9.1, der undervisning som kan gi fragmentert

kunnskap, er vist til venstre i modellen, og undervisning som tilrettelegger for faglig forståelse, er vist gradvis mot høyre. I videokodene til LISSI gir «gjenkjenne» kode 1, «definere» gir kode 2, «nettverk» og «kontekst» gir kode 3, «anvendelse» og «syntese» gir kode 4. Kode 3 og 4 angir altså at elevene viser begrepsforståelse, mens kode 1 og 2 angir at elevene viser begynnende ordkunnskap.

Kategorien *faglig dybde* måler, som beskrevet i kapittel 2, i hvor stor grad undervisningen fokuserer på forståelse av faget, og i hvor stor grad fagstoffet settes i en større kontekst, som til naturen eller samfunnet. Den første, *lærerpresentasjon*, ble kodet 1 eller 2 om læreren fokuserte på fragmenterte deler av faginnholdet og lite på forståelse i sammenheng med andre deler av naturfaget eller andre områder. Den høyere delen av skalaen (3 og 4) viste til observasjoner av at læreren satte fokus på dette, fra i noen grad til i stor grad. Den andre underkategorien, *elevekunnskap*, ble kodet 1 om elevene kunne gjenkjenne begrepene, men i svært liten grad bruke dem i undervisningen. For å oppnå kode 2 kunne elevene gjengi definisjoner av naturfaglige begreper, men viste liten forståelse av og kunne ikke bruke begrepene i andre sammenhenger. Undervisningen ble kodet 3 og 4 om elevene kunne bruke fagbegreper sammen med andre begreper i ulike kontekster, eller kommuniserte og brukte begreper for å løse problemer i ulike kontekster i undervisningen.

Siden begrepsutvikling er et viktig kjennetegn på faglig fordypning, har vi også valgt å inkludere kategorien *bruk av faglig språk* i våre analyser i dette kapitlet. I observasjoner av undervisningen fikk kategorien kode 1 om læreren ikke introduserte eller definerte naturfaglige begreper eller fagspråk for elevene. Om læreren introduserte begreper, men ikke forklarte disse for elevene, og disse ikke ble brukt av elevene i samtaler, ble undervisningen kodet 2. Undervisning der læreren definerte og repeterte sentrale naturfaglige begreper, ble kodet 3. Om lærer gjorde dette ofte, samtidig som elevene fikk gode muligheter til å bruke begrepene i undervisningen, fikk kategorien kode 4.

Siden faglig fordypning handler om å knytte tidligere erfaringer og kunnskap til ny kunnskap, ble kategorien *kobling til tidligere kunnskap* inkludert. Kategorien ble kodet i den lavere delen av skalaen (1–2) om læreren i svært liten grad trakk inn elevenes erfaringer og kunnskap. Om læreren trakk dette inn og viste klar sammenheng til det nye fagstoffet, kodet vi i den høyere delen av skalaen (3–4).

Ut fra et kognitivt læringsperspektiv skjer læring når eleven setter ny kunnskap i sammenheng, enten ved å innpasse den i eksisterende kunnskapsstrukturer eller ved å utvide nettverket av kunnskap med nye områder relatert til de eksisterende. For at denne nettverksbyggingen skal skje, må elevene være aktive og utfordres i sin læring. Av den grunn ble kategoriene *intellektuell utfordring* og *elevdeltakelse* tatt med under analysene av tilrettelegging for faglig fordypning. Kategorien *intellektuell utfordring* ble kodet vi i nedre del av skalaen for undervisning som i stor grad fokuserte på at elevene skulle huske og gjengi faginnhold, og i liten grad utfordret elevene på aktiviteter som krevde at de kom med egne ideer, tolket eller trakk slutninger. Undervisning som inneholdt utfordrende aktiviteter i minst halvparten av tiden, og om disse i stor grad fremmet tenkning på høyt nivå (som å vurdere informasjon og begrunne slutninger og svar), ble kodet i øvre del av skalaen. For kategorien *elevdeltakelse* ble undervisning der elevene stort sett er passive, kodet 1 eller 2. Undervisning der elevene var aktive og involvert i diskusjoner, undersøkelser eller andre aktiviteter, ble kodet 3 eller 4.

METODE

I LISSI-prosjektet ønsker vi å finne gode eksempler på undervisning som fremmer faglig fordypning. Vi har sett at undervisning som legger til rette for faglig fordypning og varig forståelse, vil få høye koder for de utvalgte kategoriene. For å belyse i hvor stor grad lærerne legger til rette for faglig fordypning i norske klasserom, beregnet vi prosentandelen av segmentene som var kodet 3 eller 4 for de seks utvalgte kategoriene for faglig fordypning. For å svare på spørsmålet om utforskende undervisning kan være grunnlag for faglig fordypning, beregnet vi hvor stor andel av segmentene som hadde høye koder både for de utforskende kategoriene og for kategoriene for faglig fordypning. Dette kan gi en indikasjon på om noen deler av utforskende undervisning kan fremme faglig fordypning og forståelse hos elevene, og om dette er avhengig av hvilken fase utforskningen er i. Siden lærernes forståelse og tolkninger av læringsmål og undervisningsstrategier ofte påvirker hvordan undervisningen implementeres i praksis, er det viktig å belyse hva lærerne legger i begrepet dybdelæring (Lotter et al., 2007). I intervjuer med lærere har vi derfor fått deres refleksjoner om hva dybdelæring innebærer, og om utforsking kan bidra til faglig dybde og god forståelse.

LÆRERES FORSTÅELSE AV BEGREPET DYBDELÆRING

Siden dybdelæring har kommet inn som et nytt begrep i læreplanen LK20, ønsket vi å lære mer om hvordan lærere forstår begrepet, og hvordan de i sin egen praksis prøver å fremme faglig forståelse. I intervjuene ble lærerne spurt om deres forståelse av begrepet dybdelæring. De ble også bedt om å gi gode eksempler på undervisning fra egen praksis som de mente hadde bidradd til dybdelæring hos elevene. Alle lærerne var enige om at dybdelæring er læring som fører til inngående kunnskap. Lærerne utdypet at dybdelæring innebærer å se et tema i en helhetlig kontekst, se sammenhenger mellom fagovergripende temaer og kunne sette sammen små kunnskapsbiter for å forstå et fenomen bedre. Ifølge lærerne er tidsaspektet svært viktig for å fremme dybdelæring. Å gå i dybden på et naturfaglig tema må foregå over tid. Lærer Sigurd sa:

Dybdelæring er at du kan noe mer om et tema, du har ikke bare den overfladiske kunnskapen. Du vet liksom ikke bare at jorda er en planet og at sola er ei stjerne, men du kan forklare noe om hvorfor jorda er en planet. Hva er det som gjør at jorda er en planet, hva er det som gjør at sola er ei stjerne. Og har inngående kunnskap om det du skal jobbe med. For å kunne ha dybdelæring eller oppleve dybdelæring så må du jobbe over tid med noe.

Dessuten viste lærerne ofte til at tverrfaglighet er et viktig aspekt ved dybdelæring og faglig fordypning. Dette innebærer at dybdelæring kan fremmes på tvers av fag. Lærer Sandra sa følgende om dybdelæring og tverrfaglighet i intervjuet:

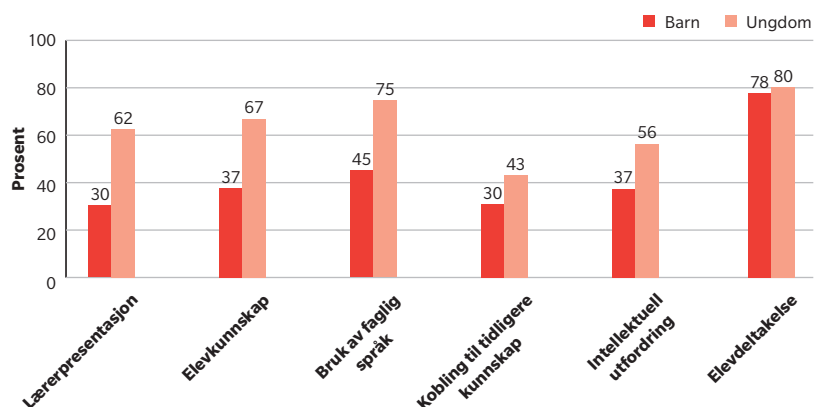
Dybdelæring, det bunner ut i interesse for noe og lysten til å se de sammenhengene, men hovedsakelig så vil jeg si at dybdelæring er sammenhenger mellom ulike fysiske lover og tema, på tvers av temaer. Så dybdelæring henger jo kjempenært med tverrfaglighet, og derfor er jeg veldig stor forkjemper for at det er helt fint lov å diskutere etiske og moralske spørsmål i naturfag, det er ikke et fasitfag lenger.

Flere lærere fortalte om tverrfaglige prosjekter som de hadde jobbet med over tid. Eksempler er klimaspørsmål, der elevene har jobbet med ulike perspektiver ved lys og bølger for å forstå hvordan stråling virker inn på

klimaet. Flere lærere koblet klima i naturfag til prosesser på sola, i verdensrommet ellers og i vår biosfære.

I HVOR STOR GRAD HAR UNDERVISNINGEN FOKUS PÅ FAGLIG DYBDE?

Videoanalysene viser at en relativt stor andel av undervisningen er kodet i den øvre delen av skalaen for kategoriene knyttet til faglig fordypning. Figur 9.2 viser prosentvis fordeling av koder for kategoriene. Her ser vi at lærerne på ungdomstrinnet generelt har høyere koder på kategoriene for faglig fordypning enn lærerne på barnetrinnet. Dette indikerer at lærerne på ungdomstrinnet i større grad har lagt til rette for fordypning i naturfaget enn lærerne på barnetrinnet. For eksempel ser vi at omtrent dobbelt så mye av undervisningen på ungdomstrinnet er kodet 3 eller 4 for kategorien *lærerpresentasjon*. Dette indikerer at lærerne på ungdomstrinnet i større grad enn lærerne på barnetrinnet viser til sammenhenger i faget og setter faginnholdet inn i en større sammenheng i naturen eller samfunnet.



Figur 9.2 Stolpene viser hvor stor prosentandel av videosegmentene som koder 3 eller 4 for kategoriene *lærerpresentasjon*, *elevkunnskap*, *bruk av faglig språk*, *kobling til tidligere kunnskap*, *intellektuell utfordring* og *elevdeltakelse* på 4. trinn og 8. trinn. Beregningene er basert på 15-minutters videosegmenter (N = 137 for 4. trinn og N = 120 for 8. trinn).

Samme tendens ser vi også for kategorien *elevkunnskap*, der 37 % og 67 % på henholdsvis barne- og ungdomstrinnet er kodet 3 eller 4. Elevene på ungdomstrinnet har altså i langt større grad enn elevene på barnetrinnet brukt fagbegreper sammen med andre begreper i ulike kontekster

(kodet 3). De har også brukt fagbegreper aktivt under utforskinger eller for å løse problemer i ulike kontekster i undervisningen (kodet 4). I videoene ser vi for eksempel en lærer som fokuserer på forståelse av hvordan oppbyggingen av salter på partikkelnivå gir salter spesifikke egenskaper som kan observeres i dagliglivet. Læreren knytter egenskapene til bordsalt og hornsalt som elevene kjenner fra dagliglivet og matlaging. I undervisningen bruker elevene fagbegrepene både skriftlig og muntlig for å forklare hva som skjer når et salt løses opp i vann. De bruker modeller av salt og vann for å forklare begrepet løselighet.

Det er ikke overraskende at vi ser samme forskjell mellom trinnene når det gjelder kategorien *bruk av faglig språk*. Hele 75 % av undervisningen på ungdomstrinnet er kodet i den høyere delen av skalaen, mens tilsvarende andel for barnetrinnet er 45 %. Koder i den høyere delen av skalaen indikerer undervisning der lærerne i stor grad har brukt, forklart og repetert sentrale naturfaglige begreper i undervisningen. På ungdomstrinnet har nærmere en fjerdedel av undervisningen fått kode 4. Dette viser at elevene gis gode muligheter til å bruke begrepene aktivt i undervisningen. I videoene ser vi mange eksempler på at elevene må bruke naturfaglige begreper både når de skriver ulike tekster, snakker i små grupper og deltar i diskusjoner i hel klasse.

For kategorien *kobling til tidligere kunnskap* er det noe mindre forskjell mellom trinnene, og andelen koder i den høyere delen av skalaen er lavere. I figur 9.1 ser vi at 43 % og 30 % av undervisningen på henholdsvis barne- og ungdomstrinnet er kodet 3 eller 4. Siden også undervisningen som er kodet i den lavere delen av skalaen, har elementer av aktivering av forkunnskaper, kan vi allikevel konkludere med lærerne relativt ofte knytter forbindelser mellom elevenes tidligere kunnskap og erfaringer og ny kunnskap i undervisningen. Eksempler på dette er at flere lærere på begge trinn trekker inn elevenes erfaringer med ulike stoffer og reaksjoner i dagliglivet som utgangspunkt for undervisningen.

For kategorien *intellektuell utfordring* har litt over halvparten av undervisningen på ungdomstrinnet blitt kodet i den øvre delen av skalaen. På barnetrinnet er andelen en del lavere (37 %). At øvre del av skalaen viser til undervisning der lærer i minst halve segmentet gir aktiviteter eller oppgaver som oppfordrer elevene til å analysere, trekke slutninger eller komme med ideer, viser at begge trinn preges av relativt mye intellektuelt utfordrende undervisning. Eksempler på utfordrende undervisning er at elever må søke og innhente informasjon for å vurdere samfunnsaktuelle

naturfagpåstanders troverdighet, og at de selv må planlegge en framgangsmåte for å få svar på et forskerspørsmål. Også undervisning som er kodet 2, har elementer av intellektuelt utfordrende oppgaver og utgjør hele 50 % på barnetrinnet og 29 % på ungdomstrinnet. Totalt sett kan vi derfor si at en god del av undervisningen på begge trinn har aktiviteter og oppgaver som krever analytisk og slutningsbasert tenkning. Dette er et godt utgangspunkt for faglig fordypning.

Når det gjelder kategorien *elevdeltakelse*, ser vi i figur 9.2 at en svært høy andel av undervisningen på begge trinn er kodet i den øvre delen av skalaen. Dette viser at elevene er involvert i diskusjoner, undersøkelser eller andre aktiviteter (kode 3) eller gjør dette gjennomgående gjennom segmentet (kode 4). Vi ser altså et klasserom der elevene er aktive deltakere i sin egen læring.

EKSEMPEL PÅ UNDERVISNING SOM VEKTLIGGER FAGLIG FORDYPNING

Dette eksemplet er hentet fra en time i en klasse på 4. trinn. Elevene har i første time laget ulike lim etter oppskrift ved å bruke ingrediensene natron, salt, mel eller maisenna sammen med vann. Lærer, Sara, starter timen med å snakke med elevene om hva en egenskap er, og at ulike materialer har ulike egenskaper og funksjoner. Sara fokuserer på begreper som *bevis* og *materialer* og viser til at ulike typer lim har ulike funksjoner i samfunnet og dagliglivet. Hun framhever også at bevis er viktig når vi driver forskning, og sier: «Vi skal bli rågode på å finne ulike beviser når vi driver forskning.»

Klassen snakker så om hvordan de laget de ulike limene i forrige time, og at de har gjettest på hvor mange «gelébønner» som vil sitte fast på ark med de ulike typene lim. Elevene har altså laget hypoteser og gjort prediksjoner. Lærer Sara tar fram arkene med bønner festet med de ulike typer lim, og deler ut ark med resultatskjema til elevene. Sara viser at limtesten utføres ved at det ristes tre ganger på hvert ark med fastlimte bønner. Elevene tester så ut de ulike limtypene ved å snu på arkene med limte bønner og telle hvor mange bønner som blir igjen. Det praktiske tar kort tid, men elevene er entusiastiske under testingen. Lærer ber så elevene forklare hvilket lim som fungerte best. Elevene svarer at mel og vann fungerte best, og de skriver resultatet inn i resultatskjemaet.

I fellesskap rangerer klassen limene fra beste lim øverst til dårligste lim nederst. De har observert at mel og vann gir det beste limet, maisenna og vann er mye dårligere, og salt og natron i vann fungerer slett ikke som lim. Klassen oppsummerer muntlig at mel og vann kan fungere som lim, men ikke de andre blandningene.

Lærer Sara fokuserer så på at vi har ulike typer lim. Noen fungerer godt på tre, mens andre passer bedre for plast og metaller. Elevene skal så forklare resultatene sine ved å beskrive den i setninger. Det at læreren setter fagstoffet i sammenheng dagliglivet, og at elevene må bruke språket aktivt ved å skrive setninger, er eksempler på undervisning som kan bidra til økt forståelse av begrepene. Sara motiverer til skriving ved å vise til hvordan forskere jobber:

Dere skal nå presentere forsøket ved å skrive setninger, fordi det er det forskere gjør. De forutsier hva de tror skal skje, og så gjør de en undersøkelse for å skaffe bevis. Og så forteller de dette til andre. Forskere kan for eksempel lage setninger slik som: Mel og vann fungerer som lim. Beviset er at bønnere sitter fast.

Elevene skriver setninger på lapper som forklarer resultatene av limtestene, og lærer Sara leser opp disse i klassen. Når elevene skriver, får de trening i å argumentere for påstandene sine. Sara kommenterer og korrigerer noen påstander, og hun bruker hele tiden de naturfaglige begrepene. På slutten av timen repeterer hun de nye naturfagordene de har lært i timen, og elevene får beskjed om å skrive dem ned og forklare ordene i naturfagboka.

Undervisningen kodes i den høyere delen av skalaen for flere av kategoriene som knyttes til faglig fordypning. Elevenes medvirkning i en praktisk limtest og i diskusjoner gir høy kode på *elevdeltakelse*. Lærer Saras referanser til lim i hverdagen og elevenes bruk av naturfaglige begreper i kontekst gir høy kode på *faglig dybde* og *kobling til tidligere kunnskap*. At elevene diskuterer og formulerer påstander, gir høy kode på *bruk av faglig språk*.

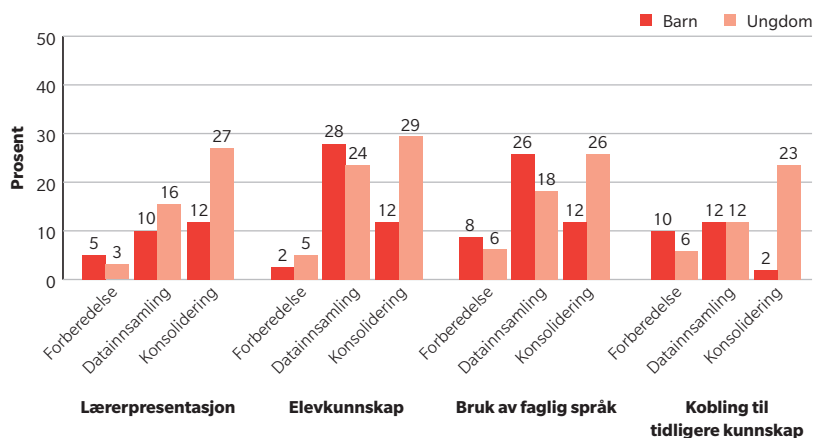
KAN UTFORSKENDE UNDERVISNING BIDRA TIL FAGLIG FORDYPNING?

Den utforskende prosessen (lage hypoteser, samle inn og tolke data og konsolidere) krever at elevene bruker empiri og kunnskap i nye sammenhenger. I LISSI-prosjektet ønsket vi derfor å undersøke om utforskende

undervisning kan bidra til faglig fordypning. For å kunne si noe om på hvilke måter utforskende undervisning kan bidra til faglig fordypning, beregnet vi hvor stor prosentandel av segmentene som var kodet 3 og 4 både for de utforskende kategoriene og kategoriene for faglig fordypning. Resultatene er presentert i figur 9.3 og 9.4. Av figurene ser vi at en relativ liten del av undervisningen er kodet 3 og 4 både for utforskning og faglig fordypning. Dette kan forklares ut fra funnene presentert i kapittel 5, som viser at en mindre andel av undervisningen er kodet som utforskning med høy kvalitet (3 og 4).

Figur 9.3 viser at konsolideringsfasen, spesielt på ungdomstrinnet, bidrar mest til faglig fordypning. Funnene våre indikerer at konsolideringsfasen, der elevene lager forklaringer og trekker konklusjoner basert på innsamlede data, er spesielt viktig for faglig forståelse og kunnskapsbygging. Lærere på ungdomstrinnet har altså, i større grad enn lærere på barnetrinnet, brukt fagbegreper, presentert fagstoff og satt dette inn i en større sammenheng. Tilsvarende har elevene på ungdomstrinnet i større grad brukt fagbegreper og vist forståelse av begrepene i en sammenheng enn elever på barnetrinnet. Spesielt har fagbegrepene i langt større grad på ungdomstrinnet blitt knyttet til tidligere kunnskap, noe som er viktig i en læreprosess når kunnskap skal bygges. I figur 9.3 ser vi at konsolideringsfasen på ungdomstrinnet har høyest andel med segmenter. På barnetrinnet er denne andelen mer enn halvert for kategoriene *lærer-presentasjon*, *elevekunnskap* og *bruk av faglig språk*, og nesten fraværende for *kobling til tidligere kunnskap*.

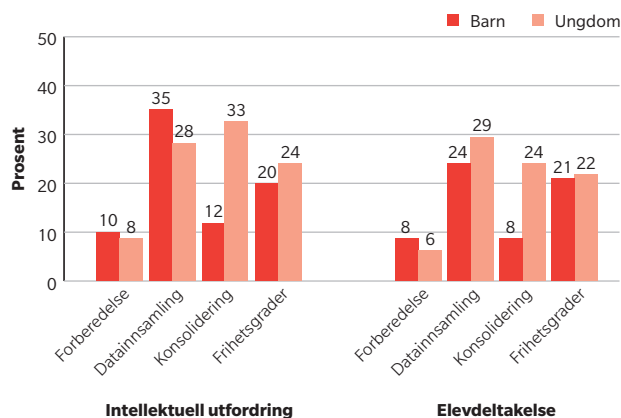
Også datainnsamlingsfasen i utforskinger har en del segmenter med høye koder for faglig fordypning, men prosentandelen er generelt lavere enn for konsolideringsfasen, spesielt på ungdomstrinnet. Dette viser at elevene på begge trinn har brukt fagspråket noe og har vist en del forståelse av fagbegrepene mens de har samlet inn data, men den største andelen av undervisningen er kodet i den lavere delen av skalaen. Naturlig nok presenterer læreren i mindre grad fagstoff under datainnsamlingen, og andelen segmenter med høy kode for denne kategorien er derfor lav på begge trinn. Vi ser også at elevenes forkunnskaper i liten grad trekkes inn når data samles inn. Figur 9.3 viser at 28 % av segmentene med datainnsamling på barnetrinnet er kodet 3 eller 4 for kategorien *elevekunnskap*, og tilsvarende verdi for *bruk av faglig språk* er 26 %. Tilsvarende verdier for ungdomstrinnet er litt lavere (henholdsvis 24 % og 18 %).



Figur 9.3 Prosentandel segmenter som er kodet 3 og 4 for noen utvalgte kategorier knyttet til faglig *fordypning* og *kognitiv aktivering* på barne- og ungdomstrinnet. Resultatene er gitt for segmenter som er kodet 3 og 4 for forberedelse, datainnsamling og konsolidering ved utforskende undervisning.

Når det gjelder forberedende fase i utforsking, er det en svært liten andel av segmentene som har høy kode for *faglig fordypning*. Dette skyldes nok at vi har svært få utforskinger som har en forberedende fase med høy kvalitet, der elevene er med på å utvikle forskerspørsmål og hypoteser. Lav andel av segmenter med høye koder i forberedende fase av utforsking ser vi også for kategoriene *intellektuell utfordring* og *elevdeltakelse*. Dette kommer fram i figur 9.4.

Innledningsvis i dette kapittelet framhevet vi at aktive elever som deltar og utfordres kognitivt i undervisningen, er viktige faktorer for læring og faglig fordypning. Vi har derfor i analyse undersøkt i hvilken grad elevene er aktive og utfordres kognitivt når de driver med utforsking. Vi har også sett på om utforsking med stor grad av frihet har mye undervisning som er kognitivt utfordrende og bidrar til høy grad av elevdeltakelse. Funnene vår viser at elever på ungdomstrinnet i langt større grad enn elever på barnetrinnet utfordres kognitivt til å tenke analytisk og slutningsbasert i konsolideringsfasen, når empiri skal knyttes til teori og tidligere kunnskap. For denne fasen av utforskingen er 29 % av segmentene kodet høyt for ungdomstrinnet, men kun 12 % er kodet høyt for barnetrinnet. Under datainnsamlingen, derimot, ser vi at elevene på barnetrinnet utfordres mer enn elever på ungdomstrinnet. I figur 9.4 har 35 % av segmentene på barnetrinnet høy kvalitet for *intellektuell utfordring* når det samles inn data. Tilsvarende verdi for ungdomstrinnet er 28 %.



Figur 9.4 Prosentandel segmenter som er kodet 3 og 4 for kategoriene *intellektuell utfordring* og *elevdeltakelse* på barne- og ungdomstrinnet. Resultatene er vist for segmenter som er kodet 3 og 4 for forberedelse, datainnsamling, konsolidering og frihetsgrader ved utforskende undervisning.

Studien viser at elevene på begge trinn er relativt aktive når de gjør eksperimenter og samler inn data. Figur 9.4 viser at 24 % og 29 % av elevene på henholdsvis barne- og ungdomstrinnet er aktive og fokuserte i sin læring i denne fasen av utforskinger. Også i konsolideringsfasen er elever på ungdomstrinnet en del aktive i diskusjoner og oppsummeringer (24 %), men dette gjelder i langt mindre grad på barnetrinnet (8 %). For den forberedende fasen i utforskinger viser funnene våre at kodene for *intellektuell utfordring* er lave på begge trinn. Dette viser at lærere i liten grad utfordrer elevene til for eksempel å lage egne spørsmål eller hypoteser i utforskinger før data samles inn. Funnene våre viser også at det kan være utfordrende å samtidig tilrettelegge for høy grad av både frihet i utforskinger og kognitive utfordringer der elevene må tenke analytisk og slutningsbasert. I figur 9.4 ser vi at kun en femtedel av undervisningen på begge trinn har både høy grad av frihet og elever som utfordres intellektuelt.

I LISSI-studien har vi også gjort korrelasjonsanalyser for de utforskende kategoriene og kategoriene for faglig fordypning for å se om disse samvarierer. Analysene bekrefter den positive sammenhengen mellom kategoriene for faglig fordypning og konsolidering, og til dels datainnsamling. Det er også interessant at kategorien *naturfagets egenart* korrelerer godt med alle kodene for faglig fordypning. Det tyder på at en lærer som eksplisitt viser til naturvitenskapens tenkemåter og metoder i undervisningen, setter naturfaget i en større kontekst for elevene. Dette er en måte

å legge til rette for faglig fordypning i naturfag på. Vi ser også ut fra korrelasjonsanalysene at den forberedende fasen i utforskinger har sammenheng med om læreren fokuserer på forståelse og knytter fagstoffet til elevenes tidligere kunnskap. Dette er heller ikke et uventet funn, siden kobling til tidligere kunnskap og erfaringer er naturlig å ta inn når læreren skal vekke nysgjerrighet og innlede utforskinger.

Våre funn viser at det er negative korrelasjoner mellom de fleste kategoriene for faglig fordypning og kategorien *fribetsgrader* i undervisningen. Ved høy grad av frihet er elevene trolig mer aktive og bruker kanskje begrepene noe mindre. Vi kan imidlertid spørre oss om de lave korrelasjonene tyder på om elevene ikke selv har interesse av å sette det de finner ut i en åpen utforsking, inn i en sammenheng, eller om dette vil si at våre kategorier fokuserer på lærerens jobb med å sette fagstoffet i en sammenheng. Det kan altså hende at elevene hver for seg setter det de finner ut, i en sammenheng uten av dette får utslag på videokodingen.

LÆRERENS ERFARINGER MED UTFORSKINGER OG FAGLIG FORDYPNING

Ifølge lærerne vi intervjuet, er det en nær sammenheng mellom dybdelæring og utforsking, og alle beskriver i intervjuene gode eksempler fra egen praksis. Flere opplever at utforskende undervisning skaper nysgjerrighet og interesse hos elevene, noe som fører til at de begynner å stille spørsmål og i større grad styrer sin egen læring. Lærer Steinar, som er beskrevet mer detaljert i kapittel 11, sier følgende om hvordan utforsking kan bidra til dybdelæring:

Jeg tenker utforsking er jo dybdelæring. At når du faktisk er utforsker, så er liksom veien så kort da. Hvis du på en måte utforsker på ordentlig, du finner ut noe som faktisk er nytt for deg og noen ting som faktisk gjør deg nysgjerrig. Elevene er i dybden fordi da begynner man å stille spørsmål. Med en gang man begynner å stille faglige spørsmål til meg, så føler jeg jo at da har jeg vunnet, da er seieren i boks. Og spesielt hvis de begynner å stille spørsmål som er litt videre da: «Hm, det har jeg ikke tenkt på.» Det er morsomt da. Så jeg tenker at den utforskinsbiten, man vet jo aldri hvor man kommer der, det er jo det som kanskje er det som gjør at det blir så bra. At man ut ifra de resultatene man får der og da, får man jo en ganske sånn helhetlig forståelse av begrepet eller fenomenet man utforsker.

Lærer Sandra sier noe om hvor viktig det er å ha en utforskende tilnærming for å få ungdommene interessert i temaer og fenomener som angår dem:

Så det er helt umulig å dybdelære uten interesse og utforskning, og du får sjelden interesse hvis ikke du driver utforskning, fordi det er ingen som har lyst til å bli fortalt noe, spesielt hvis du er seksten år.

Et eksempel som er hentet fra Sandra sin 9. klasse, viser hvordan en lærer kan jobbe utforskende i et tverrfaglig tema. Sandra har en utforskende tilnærming i naturfagundervisningen sin og har ofte gode klasseromsdiskusjoner om samfunnsaktuelle temaer. Hun setter altså naturfag i en relevant kontekst som ofte er tverrfaglig. I forkant av denne undervisningen som handler om bærekraftig utvikling og energiforbruk, har elevene laget korte videoer som viser ulike aspekter ved deres energiforbruk i løpet av ett døgn. Videoene vises i klassen, og mellom visningene reflekteres og diskuteres det rundt samfunnsaktuelle temaer som bruk av kosmetikk, produksjon av rødt kjøtt, elbiler versus bensin- og dieslbiler og konsekvenser av at trær hogges ned. Sandra styrer klasseromsamtaler ved å stille mange åpne spørsmål og ved å utfordre elevene til å bruke faglig språk. Analysen av videomaterialet viser at Sandras undervisning har mange utforskende aspekter, og kategoriene for faglig fordypning er generelt kodet i den høyere delen av skalaen. Hun knytter ofte naturfaget til aktuelle sosiovitenskapelige temaer, noe som undervisningen i bærekraftig utvikling er et godt eksempel på.

I intervjuet med lærer Sandra kommer det tydelig fram at hun ser et tett samspill mellom dybdelæring og utforskning. For Sandra betyr dybdelæring å se sammenhenger, og hun prøver å skape relevante sammenhenger ved å knytte naturfaglige begreper til samfunnsdebatten:

Jeg er veldig stor forkjemper for at det er helt fint lov å diskutere etiske og moralske spørsmål i naturfag, det er ikke et fasitfag lenger. Det kan være et synsefag akkurat som i samfunnsfag. Så kan du ha en mening om hvilket parti du skal stemme på. Du kan ha en mening i naturfag om genmanipulering for eksempel. Du kan ha en mening om abort. (...) Naturfaget har ikke en fasit på de spørsmålene, men det er de spørsmålene vi nå sitter med fordi vi har bygget opp samfunnet vårt rundt teknologi og vitenskap.

Sandra nevnte flere ganger i intervjuet at det er mange naturfaglige spørsmål i dag som kan ha flere løsninger og svar. Det er derfor viktig for henne at elevene får naturfaglig kunnskap og tillegner seg evne til å tenke kritisk. Hun ønsker at naturfag utrufter elever med evne til å reflektere over egen læring og til å bruke det de har lært, også i ukjente situasjoner:

Ja, jeg tror de lærer på en måte å bli de menneskene som skal kunne delta i samfunnet. Jeg er jo veldig enig i læreplanene sine generelle overordnede mål som at du skal kunne delta bærekraftig og være en demokratisk borger. Og med en gang du er ferdig på skolen, så er det jo ingen som sitter og lærer deg hva du skal synes, eller hvorfor ting er som de er.

Dette eksemplet illustrerer at naturfag kan ses i en tverrfaglig sammenheng og byr på mange muligheter for å stimulere til faglig fordypning. Sandras undervisningspraksis er preget av en forståelse av at naturfaglige temaer er sentrale i elevenes hverdag, og at disse vil være sentrale i elevenes framtid også. I møte med framtidens samfunnsliv vil elevene møte behov for å kunne omstille seg og utforske nye situasjoner, innhente ny informasjon og vurdere de beste løsningene på stadig nye problemstillinger. Eksemplet presenterer et framtidsrettet perspektiv på naturfag som et fag som legger til rette for å se sammenhenger, styrke elevenes handlekraft og gi dem naturfaglig allmenndannelse. Dette innebærer å utdanne elever til å bli velinformerte, demokratiske medborgere.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

I LISSI-prosjektet har vi sett flere eksempler på undervisning som kan gi elevene god forståelse av faget, samtidig som fagstoffet settes i en større kontekst. Dette er et godt utgangspunkt for læring av naturfag. Mye av undervisningen legger til rette for faglig fordypning der forklaring av naturfaglige begreper og prosesser vektlegges. Dette samsvarer med funn fra PISA som viser at norske elever skårer bedre på forklaring av naturfaglige begreper enn på oppgaver som krever kunnskap i naturfaglige metoder og tenkemåter. I studien har vi sett mange eksempler på at kunnskap også blir koblet til tidligere kunnskap og satt i en større kontekst. Dette gir et godt grunnlag for faglig fordypning. I disse timene utfordrer lærerne elevene til å tenke slutningsbasert, analytisk og være

nytenkende. Dette kan åpne muligheter for å se sammenhenger i faget, og sammenheng med andre fag. I videoene ser vi også at elevene ofte bruker fagbegrepene aktivt på ulike måter både i praktiske aktiviteter, muntlig og skriftlig. Vi ser at rundt 40 % av undervisningen på barnetrinnet og 60 % på ungdomstrinnet tilrettelegger for faglig fordypning. Funnene våre viser derfor at det er et potensial for å gjøre dette i enda større grad.

Ut fra analysene ser vi at lærerne på ungdomstrinnet i større grad setter fagstoffet i kontekst og peker på sammenhenger enn lærerne på barnetrinnet. De bruker oftere fagbegreper som forklares og utdypes, og elevene bruker fagbegrepene aktivt i undervisningen og viser forståelse. All læring bygger på elevenes tidligere kunnskap og erfaringer. Av den grunn kan forskjellene vi observerer, forklares ut fra at elevene på ungdomstrinnet har et høyere faglig kunnskapsnivå og er bedre utviklet kognitivt. En annen forklaring er at lærerne på ungdomstrinnet har høyere kompetanse i naturfag i forhold til lærerne på barnetrinnet (Kaarstein et al., 2015), og av den grunn i større grad klarer å knytte fagstoffet til andre fagområder og sammenhenger.

Utforskende arbeidsmåter kan knyttes sammen med faglig fordypning gjennom å stille spørsmål og finne bevis for å svare på spørsmålene (Mestad, 2019), og i intervjuene gjør lærerne en tett kobling mellom utforskning og dybdelæring. Ikke overraskende viser analysene våre at lærere som bruker tid på gode *konsolideringer*, også koder høyt på de fleste av våre kategorier som kan knyttes til faglig fordypning. Dette viser at utforskning som vektlegger og bruker tid på faglige samtaler ved konsolidering, kan bidra til økt faglig fordypning hos elevene. Det er imidlertid i den forberedende fasen av utforskningen at lærere har størst potensial for å øke kvaliteten. Dette kan gjøres ved at lærere aktiverer elevenes forkunnskaper og erfaringer, og at elevene aktivt er med på å utvikle forskerspørsmål og hypoteser. Det ser også ut til å være positivt for faglig fordypning at lærerne eksplisitt fokuserer på naturvitenskapens metoder og tenkemåter i utforskningene. På denne måten kan elevene få økt forståelse av sammenhenger mellom empiri og teori. Dette kan styrke elevenes handlekraft og fremme naturfaglig allmenndannelse.

Våre funn viser at det generelt er et potensial for i større grad å utfordre elevene kognitivt ved å velge mer utfordrende oppgaver og aktiviteter i undervisningen. Det kan for eksempel være undervisning som vektlegger flere åpne spørsmål, som elevene skal innhente informasjon om og finne

svar på. På denne måten kan elevene ta en mer aktiv rolle i egen læring når de skal løse problemer og utvikle kritisk tenkning. Dette er sentrale kjennetegn ved faglig fordypning og dybdelæring (Meld. St. 28 (2015–2016); Mestad, 2019). I den nye læreplanen, LK20, er tverrfaglighet, utforsking og dybdelæring sentrale begreper. I LISSI-prosjektet ser vi at disse begrepene henger tett sammen, og at lærere kan tilrettelegge for faglig fordypning ved å jobbe utforskende, og gjerne i en tverrfaglig kontekst.



Del IV

Casestudier – hvordan ser god naturfagundervisning ut i praksis?



KAPITTEL 10

HVA KAN VI FORSKE PÅ? OM Å UTVIKLE FORSKBARE SPØRSMÅL I KLASSEROMMET

Mai Lill Suhr Lunde, Solveig Karlsen og Magdalena Kersting

Hvordan kan læreren legge til rette for at elevene selv kan utvikle forskbare spørsmål i undervisningen?

Hvordan kan læreren jobbe med å stimulere elevene til å undre seg og stille spørsmål?

I denne casen tar vi utgangspunkt i utforskende undervisning, og spesielt forberedelsesfasen i utforsking. I denne fasen er høye koder knyttet til utvikling av forskbare spørsmål og hypoteser, samt planlegging av undersøkelser. Casen beskriver en lærer som systematisk jobber med å få elevene til å undre seg og stille spørsmål. Vi viser et eksempel på hvordan læreren diskuterer forskbarheten til ulike spørsmål, og hvordan læreren sammen med elevene utvikler hypoteser til forskbare spørsmål.

INTRODUKSJON

Elevspørsmål i klasserommet er en viktig drivkraft for læringsprosessen. Når elevene stiller egne spørsmål, setter de ord på tanker som er relatert til noe de nettopp har fått høre om i klasserommet, erfaringer de har fra andre arenaer, eller bare noe de undrer seg over. I denne prosessen skjer det en kognitiv aktivering som hjelper elevene på vei mot å danne seg forståelse av noe de har lest eller blitt fortalt av læreren (Chin & Brown, 2002).

Elevenes egne spørsmål er verdifulle for læreren fordi de forteller noe om hvor elevene er på veien mot å oppnå forståelse av naturfaglige fenomener.

De er et godt utgangspunkt for elevdiskusjoner (Chin & Osborne, 2010). Ikke minst er det å utvikle egne spørsmål en sentral aktivitet i problemløsning og utforskende aktiviteter, og dette er utgangspunktet for denne casestudien.

I LISSI-prosjektet har vi valgt å dele inn utforskningsprosessen i tre faser. Disse fasene er *forberedelse*, *datainnsamling* og *konsolidering*. I forberedelsesfasen har vi beskrevet en undervisningsaktivitet som inneholder elementer av undring, utvikling av forskningsspørsmål, hypotesedannelse og planlegging av undersøkelser.

Våre observasjoner viser at elevene sjelden er med på å utvikle forskbare spørsmål og hypoteser, og de planlegger i liten grad sine undersøkelser når de jobber med utforskende aktiviteter, men vi ser enkelte eksempler på dette. I denne casen beskriver vi en lærer som systematisk jobber med å få elevene til å utvikle egne spørsmål i undervisningen.

FAGDIDAKTISK BAKGRUNN FOR CASEN

Utforskende arbeidsmåter har vært en viktig ramme for LISSI-prosjektet og er tett knyttet til naturvitenskapens egenart. Ved å arbeide utforskende kan elevene få kjennskap til hvordan naturvitenskapelig kunnskap oppstår, og de utvikler en kompetanse som bidrar til å styrke deres handlekraft og evne til kritisk argumentasjon. I utforskningsprosessen er det å stille spørsmål og utvikle forskbare spørsmål helt sentralt og bidrar til å utfordre elevene kognitivt. Det å stille spørsmål genererer elevdiskusjoner i klasserommet, og utforsking fremmer elevaktivitet. I denne casen ser vi derfor nærmere på hvordan kategoriene *forberedelse*, *intellektuell utfordring* og *klasseromssamtale* er kodet. Det er ikke gitt en beskrivelse av kategoriene her, kun en kort begrunnelse for hvordan de er kodet. En nærmere beskrivelse av kategoriene finnes i kapittel 2 og i observasjonsmanualen (vedlegg A).

PRESENTASJON AV CASEN

Oversikt over klassen

Elevene i denne casen gikk på 4. trinn det første året vi observerte klassen, og på 5. trinn ved andre gangs observasjon. Skolen ligger i Viken fylke, og elevene er fra et område med høy sosioøkonomisk status, og det er en homogen klasse. Bente, læreren i denne klassen, har cirka 20 års erfaring

som lærer og har 60 til 90 studiepoeng i naturfag. Hun er i ferd med å ta videreutdanning. Bentes klasserom er preget av ro og orden. Elevene er engasjerte og deltakende i undervisningen og ser ut til å føle seg trygge og komfortable i læringssituasjonen. Bente har i flere år deltatt med elever i «Nysgjerrigper» (www.nysgjerrigper.no) og jobber systematisk med elevspørsmål og hypotesedannelse i undervisningen. Nysgjerrigper er et prosjekt finansiert av Forskningsrådet med formål å lære barn om hva forskning er, og å la dem få mulighet til å forske selv. I et større perspektiv er det et formål å skape interesse for og glede over forskning hos barn og unge. Det er en konkurranse der elever fra 1. til 7. trinn kan sende inn en forskningsrapport basert på et spørsmål de har forsket på i klassen, og det er ingen restriksjoner knyttet til tema eller forskningsspørsmål.

Bente forteller i et intervju at hun i hovedsak deltar årlig i Nysgjerrigper-konkurransen. Hun og elevene samler på spørsmål gjennom året. De undrer seg sammen når de er ute i naturen, og Bente oppfordrer elevene til å finne spørsmål både i undervisningen og utenfor skoletid. Hun tar vare på spørsmålene gjennom skoleåret, og disse blir utgangspunktet for deltakelse i konkurransen. Hun beskriver dette slik:

«Ja, det er noe vi gjør hele tiden. Og prøver å ta vare på spørsmål som dukker opp. Vi har noen nå som dukket opp nå i forbindelse med middelalderen, så da tar jeg vare på dem og skriver dem ned, og så er de også med. Så vi gjør det hele veien, eller hvis de, ja, har oppdaget noe da de gikk på tur med mamma og pappa, eller ... Så jeg gjør nok det bevisst hele året, men nok mer intensivt når det nærmer seg desember og januar. Men vi har noen gode allerede altså.»

I tillegg til intervjuet med Bente har vi observert og videofilmet til sammen åtte timer i hennes klasse, fire timer fra 4. trinn det ene året og fire det påfølgende med samme klasse, da på 5. trinn. Timene varte i 45 minutter.

Analyse av utvalgte episoder

I Bentes undervisning ser vi flere eksempler på at elevene jobber med spørsmål og å finne svar på spørsmål, og vi vil trekke frem situasjoner fra to timer fra hennes undervisning. Disse eksemplene illustrerer hvordan

elevene jobber med spørsmål og svar, og hvordan de jobber med å diskutere forskbare spørsmål og fremstille hypoteser.

I den første situasjonen jobber elevene med temaet kompost. Etter å ha diskutert litt rundt hva kompostering er, forbereder Bente elevene på at de skal lese i læreboka om kompostering. Dette gjør hun først ved å be elevene om å skrive ned hva de tror teksten handler om, og hvilke spørsmål de kan få svar på. Deretter får elevene instruksjoner i en lesestrategi (BIO – Bilder – Innledning – Overskrifter) før lesingen begynner. Det er tydelig at elevene er kjent med strategien fra andre fag, men de har ikke brukt den i naturfag. I tillegg til å benytte lesestrategien skal elevene lete i teksten etter svar på de spørsmålene/antakelsene de har skrevet ned på forhånd.

I dette segmentet er det ikke kodet på høyt nivå hverken for *forberedelse* eller *klasseromssamtale*. For *intellektuell utfordring* er segmentet kodet til nivå 3 fordi elevene skal hente ut informasjon av teksten, og analysere hva teksten handler om. Vi har tatt med dette ene segmentet fordi det illustrerer hvordan Bente kan trekke inn undring i en sammenheng der det ikke foregår utforskning, og hvordan hun gir elevene et verktøy for å finne svar på spørsmål i en tekst. Denne strategien kan elevene benytte senere når de skal samle data og finne svar på spørsmål i utforskinger.

Det andre eksempelet vi vil trekke frem, er fra den andre runden med datainnsamling, da er elevene på 5. trinn. Det er fra time 2, og Bente trekker frem spørsmål som elevene har fremstilt tidligere, og som de har valgt ut som mulige problemstillinger som kan velges ut til Nysgjerrigper. Først diskuterer de hvordan de går frem i en utforskning, etter at de har valgt en problemstilling. Bente tar frem ett av spørsmålene, som lyder: «Hvorfor skvetter vi?» Hun sier at de nå skal late som om de har valgt dette spørsmålet som problemstilling for en utforskning.

Bente spør: «Hva gjør vi når vi har valgt en problemstilling? Er det noen som husker det?»

En elev svarer: «Vi lager hypoteser.»

Bente: «Hva er hypoteser?»

Elev: «Det er det vi tror.»

Bente: «Helt riktig! Det er hva vi tror. Nå skal vi gjøre nummer 1 sammen. Det som er viktig, er at vi skal komme frem til en hypotese, hvorfor tror vi at vi skvetter? Da må vi på en måte tørre å tenke litt

rare tanker. Hvis ikke mennesker hadde gjort det, ville vi fremdeles trodd at jorda var flat. Men vi må samtidig være litt saklige, sånn at «fordi Gud har bestemt det» eller «fordi vi er redd for UFO-er» må vi holde oss unna. Så vi må finne ut hva vi tror grunnen til at vi skvetter er.»

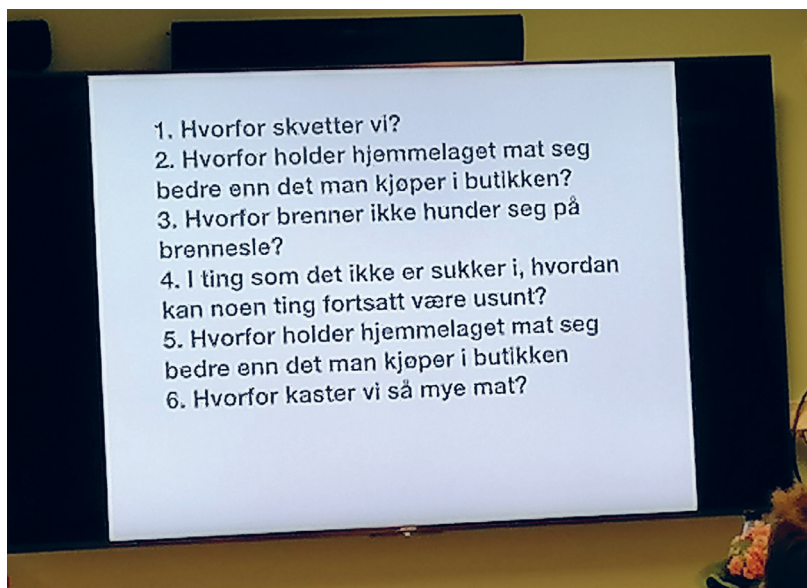
Hun ber så elevene om å diskutere med læringspartner for å fremsette en hypotese om hvorfor vi skvetter. Elevenes hypoteser skrives på tavla, og sammen diskuterer Bente og elevene hvordan de kan gå frem for å teste hypotesene. Et av forslagene er å skremme noen for å se om de skvetter, for så å spørre dem i etterkant hvordan det føltes. Bente spør så elevene om de mener det er noen problemer knyttet til denne metoden, og etter litt diskusjon kommer de frem til at det å skremme noen for å finne ut hvorfor de skvetter, ikke er etisk riktig. Bente sier at vi kommer i et etisk dilemma. I dette segmentet er det høye koder for de tre utvalgte kategoriene. *Forberedelse* har høye koder fordi elevene arbeider med å planlegge undersøkelser for å finne svar på egne spørsmål. Det er mange muligheter for elevsamtaler, og læreren følger opp elevinnspill med for eksempel en oppfordring om å utdype svar. *Klasseromsdiskusjon* får derfor også høye koder, spesielt for elevsamtaler. For *intellektuell utfordring* gis det høye koder når elevene analyserer, tolker, trekker slutninger eller kommer med ideer, og vi ser flere tilfeller av at elevene trekker slutninger og kommer med ideer i segmentet.

Videre blir elevene fordelt i grupper, og hver gruppe blir tildelt en problemstilling de skal diskutere. De skal komme opp med minst to hypoteser for den tildelte problemstillingen og i tillegg foreslå hvordan de kan undersøke hypotesene (Figur 10.1). Bente sier at elevene ikke i denne omgang skal tenke på etiske sider ved forsøkene.

Etter at elevene har jobbet med dette i rundt 10 minutter, diskuterer Bente og elevene sammen hvilke hypoteser de har kommet frem til, og hvordan de skal kunne forske på disse spørsmålene.

I denne sekvensen trekkes det også inn etikk. Bente tar opp de etiske sidene ved for eksempel å forske på problemstillingen «Ting som det ikke er sukker i, hvordan kan noen ting fortsatt være usunt?»

Elevenes hypotese er at maten inneholder søtningsstoff, energi, fett og salt. Én elev har foreslått at alle elevene i klassen deles opp i grupper, og at alle spiser en type mat i en bestemt periode for å finne ut hva som er sunt.



Figur 10.1 Elevene arbeider med å fremsette hypoteser knyttet til problemstillingene i figuren. Elevgruppene har fått tildelt hver sin problemstilling.

Bente spør: «Er det noen som ser noen problemer med å gjennomføre dette forsøket?»

Elev 1: «Det er litt vanskelig å finne ut hva som er i maten.»

Elev 2: «Mange i klassen kan bli tjukke.»

Elev 3: «Vi er ikke eksperter på hva som inneholder sukker.»

Elev 4: «Man blir slapp av å spise sukker.»

Etter dette spør Bente om det er andre metoder vi kan bruke for å finne ut av denne problemstillingen. De kommer frem til en at det er vanskelig å finne en metode som ikke har etiske begrensninger, og forkaster derfor problemstillingen som et mulig Nysgjerrigper-prosjekt.

I denne timen, som består av tre segmenter, er det høye koder for alle de tre kategoriene *forberedelser*, *klasseromssamtale* og *intellektuell utfordring*. Tabell 10.1 viser hvordan kodene holder seg høye i alle de tre segmentene, og er et eksempel på undervisning som har mange elementer av utforskning i den forberedende fasen.

Tabell 10.1 Oversikt over hva som skjer i timen, og kodene for de utvalgte kategoriene.

Segment	1	2	3
Hva skjer?	Bente diskuterer med elevene prosedyren for å finne svar på en problemstilling / et forskningsspørsmål.	Elevene arbeider med å lage hypoteser til en problemstilling og finne ut hvordan de kan teste hypotesene.	Bente diskuterer elevenes hypoteser og mulighetene for testing av disse. De diskuterer også etiske problemstillinger.
Forberedelser	3	3	3
Klasseromssamtale (opptak av elevsvar)	3	3	3
Klasseromssamtale (mulighet for elevprat)	3	4	3
Intellektuell utfordring	3	3	3

I alle segmentene bruker Bente mange faguttrykk og oppfordrer elevene til å gjøre det samme. Hun forklarer også hvordan forskere kan møte mange etiske dilemma i sitt arbeid, og generelt har undervisningen mange elementer av utforskning og naturvitenskapelig metode.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

I denne timen ser vi et godt eksempel på hvordan læreren kan innlemme elevenes forskningsspørsmål i undervisningen. Bente arbeider systematisk med disse spørsmålene over flere måneder og lærer elevene om hvilke problemstillinger det er mulig å forske på. I eksemplene fra undervisningen ser vi en kobling til det Bente forteller i intervjuet, at hun stadig oppfordrer elevene til å undre seg og stille spørsmål som kan benyttes til Nysgjerrigper-konkurransen. I tillegg ser vi helt konkret hvordan Bente og elevene jobber med disse spørsmålene som forberedelser til konkurransen. Det er interessant å observere hvordan Bente trekker inn naturvitenskapelig metode i undervisningen og utfordrer elevene til å resonnerer seg frem til hvilke problemstillinger det er mulig å finne svar på. Gjennom dette

kan elevene lære om forskningens muligheter og hvordan forskere arbeider. I timen der elevene arbeider med egne spørsmål, kommer det naturvitenskapelige aspektet tydelig frem gjennom hypotesene og etiske problemstillinger. Dette ser vi ikke i mange andre klasser i LISSI-prosjektet, og det er ingen andre lærere som arbeider med elevenes egne forskningsspørsmål. Det er interessant å se nærmere på hvorfor dette gjøres i så liten grad i de naturfagtimene vi har observert.

Bente forteller at det er tidkrevende å bruke tid på elevenes spørsmål, og at det kan bli for mye undring også. Allikevel ønsker hun å prioritere arbeidet med Nysgjerrigper og forsøker å blande konseptet inn i undervisningen ved flere anledninger. Når dette integreres som en del av ordinær undervisning, blir elevene vant med å undre seg og stille faglige spørsmål. Dette kan hjelpe dem til å bli mer bevisst på hva de skal lære, hva de ønsker å finne ut av, og å bli mer delaktige i egen læring (Rosenshine et al., 1996).

KAPITTEL 11

HVORDAN LYKKES MED Å INTEGRERE NETTBRETT I PRAKTISKE FORSØK?

Magdalena Kersting, Solveig Karlsen og Mai Lill Suhr Lunde

På hvilken måte kan nettbrett utvide muligheter for praktiske aktiviteter og utforskinger i naturfag?

Hvordan kan en lærer skape et godt læringsmiljø og styrke elevenes handlekraft på digitale arenaer?

I denne casen belyser vi undervisningsstrategier som skårer høyt på *praktiske aktiviteter*, *datainnsamling*, *konsolidering*, *tidsbruk* og *atferd*. Disse kategoriene settes i sammenheng med et godt *læringsmiljø* og undervisning som styrker elevenes *handlekraft*. Ved hjelp av observasjonsmanualen illustrerer vi hvordan en lærer gjennomfører undervisning med praktiske aktiviteter som er tidseffektiv og holder et godt kognitivt nivå. I tillegg drøfter vi muligheter for å inkludere nettbrett i utforskende økter.

INTRODUKSJON

Naturfag er et praktisk fag der elevene inviteres til å danne hypoteser, observere, måle og samle inn data, samt diskutere problemstillinger. Vi har valgt dette eksemplet for å illustrere undervisning med praktiske aktiviteter som er tidseffektiv og holder et godt kognitivt nivå. Casen er et eksempel på undervisning med god kvalitet fordi den blant annet skårer høyt på utvalgte kategorier knyttet til *klasseledelse*, *elevdeltakelse* og *utforskning*. Det betyr at vi ser få forstyrrelser i klasserommet, og at tiden

i stor grad benyttes til faglige aktiviteter når det gjennomføres praktisk arbeid og utforskning.

Et annet aspekt som gjør casen interessant, er at vi ser en god integrering av teknologi i praktiske og utforskende aktiviteter. Teknologi har blitt et viktig element i naturfagundervisningen, og mye undervisning i naturfag foregår digitalt. Stadig flere elever bruker for eksempel nettbrett som verktøy for å lære naturfag. Nettbrett byr på spennende muligheter for å skape mer variasjon i naturfagundervisningen. Det er lett å se at nettbrett åpner for nye praktiske og utforskende aktiviteter som var vanskelige å gjennomføre før. Nettbrett gir også muligheter for å samle inn data, for eksempel med kamera og apper, og for å dokumentere og skrive rapport. Dermed endrer og utvider nettbrett mulighetene for å jobbe utforskende i naturfag.

Vi ønsker at casestudien kaster lys over undervisningsstrategier som skaper et godt læringsmiljø, og som styrker elevenes handlekraft – også på digitale arenaer. Ved å illustrere hvordan nettbrett kan integreres i praktiske forsøk samtidig som det opprettholdes et høyt faglig nivå, ønsker vi å støtte lærere som vil utvide sin digitale kompetanse i naturfag.

BRUK AV OBSERVASJONSMANUALEN

Å skape et godt læringsmiljø under praktiske og utforskende aktiviteter, hva innebærer det? I denne casen har vi valgt å se på fem aspekter ved naturfagundervisning som vi setter i sammenheng med handlekraft og læringsmiljø: *tidsbruk, atferd, praktiske aktiviteter, datainnsamling og konsolidering*.

Undervisningspraksiser som får høye koder på *praktiske aktiviteter* og *datainnsamling*, er et godt grunnlag for å utruste elevene til en handlekraftig deltakelse i klasserommet. Koblinger mellom teori og praksis belyses gjennom *konsolidering*. God tidsbruk og atferd kjenner tegner undervisning der læreren effektivt arbeider med organiseringen av klasserommet, og der undervisningstiden i stor grad benyttes til naturfaglige aktiviteter.

Likevel kan disse aspektene av og til se ut til å være uforenlige. Praktiske og utforskende aktiviteter krever tid til gjennomføring. Under praktiske aktiviteter går ikke alltid undervisningen som planlagt. Ikke alle

praktiske forsøk lykkes, og elevenes atferd er ikke alltid forenlig med hensikten med timen. I tillegg så vi i kapittel 6 at det kan være krevende å bruke praktisk arbeid som mulighet til også å lære faglig kunnskap.

Observasjonsmanualen knyttet til LISSI hjelper oss til å kartlegge strategier som legger til rette for at elevene kan delta utforskende og aktivt i undervisningen – uten forstyrrelser som hindrer læring, og uten at det går på bekostning av effektiv tidsbruk. For å vise hvordan manualen kan anvendes som refleksjonsverktøy av naturfaglærere og lærerutdannere, skal vi nå se på hva som kjennetegner undervisning som skårer høyt på de utvalgte kategoriene. Kategoriene beskrives i detalj i vedlegg A.

PRESENTASJON AV CASEN – I RETNING MOT EN PRAKTISK OG TEKNOLOGIBASERT NATURFAGUNDERVISNING

Skolen i denne casen er en ungdomsskole i landlige omgivelser. Skolen har i flere år satset på integrering av teknologi. Alle har altså god erfaring med å jobbe digitalt. Elevene har fått nettbrett, og det brukes OneNote og Teams i undervisningen. Da vi besøkte skolen, fikk vi et positivt bilde av en skole med et hyggelig og trygt miljø. Når det gjelder det faglige, presterer skolen omtrent som gjennomsnittet på nasjonale prøver både i engelsk, lesing og matematikk på 8. trinn.

Klassen har en mannlig naturfaglærer som har omtrent 10 års undervisningserfaring. Læreren, som vi her har gitt navnet Steinar, har godkjent lærerutdanning med 31–60 studiepoeng i naturfag. Klassen har i underkant av 30 elever, og inntrykket er at det er en variert elevgruppe både med hensyn til antall med minoritetsbakgrunn og interesse for faget. Timene som ble videofilmet, var etter lunsj på fredager, noe som kanskje preget elevene. De siste timene en fredag er gjerne elevene noe mer slitne og klare for helg. Lærer håndhilste på hver elev da de kom inn i klassen, og generelt virket klassemiljøet å være godt.

Gjennom observasjon av undervisningspraksiser, et intervju med Steinar og data fra spørreskjema ønsker vi å belyse hvordan praktiske og utforskende aktiviteter kan gjennomføres uten at læreren mister kontroll på klasseledelsen. I tillegg er det ønskelig å se nærmere på hvordan nettbrett brukes, og hvordan et klasserom sentrert rundt teknologibaserte læringsaktiviteter utvider muligheter for å undervise i naturfag.

Observerte klasseromspraksiser

For å vise hvordan observasjonsmanualen kan anvendes i praksis, presenterer vi koderesultater og hvordan kodingen varierer i løpet av en økt på fire timer (2 x 2 timer). Dette gir en første oversikt over hva som skjer i undervisningen til Steinar (tabell 11.1 og 11.2). Tema for timene er påvisning av gasser. Elevene lager hydrogen- og oksyngengass, samler inn data og skriver rapport. Selv om undervisningen til Steinar stort sett får høye koder i alle utforskende kategorier, har vi i denne casen valgt å se på *datainnsamling* og *konsolidering*. Dette fordi kategoriene viser hvordan nettbrett brukes aktivt som en kilde til å koble teori til praksis. Det er derfor at vi i tabell 11.1 og 11.2 også presenterer en kolonne som beskriver hvordan nettbrett brukes i hver sekvens.

Det er ikke forventet eller mulig at hver økt oppnår høye koder i alle kategorier. For eksempel ser vi en naturlig progresjon i kvaliteten på praktisk aktivitet og datainnsamling når elevene etter hvert kommer i gang med å gjennomføre forsøk. Det trengs en del forberedelse før elever kan engasjeres i praktiske aktiviteter, og det er bare på slutten at det blir større fokus på konsolidering (tabell 11.1 og 11.2). Likevel ser vi at kodene for tidsbruk og atferd forblir på et høyt nivå hele tiden – også når elevene setter i gang med forsøk.

Grunnen til at Steinar skårer høyt på klasseledelse, det vil si på *tidsbruk* og *atferd*, er at han organiserer klassen veldig effektivt. Det er et tydelig mønster at Steinar jevnlig gir klare og tydelige beskjeder om hva som skal skje videre, før klassen fortsetter å jobbe med et oppdrag. Steinar opptrer rolig og selvsikkert, han snakker langsomt og tydelig, og han er flink til å samle elevenes oppmerksomhet – også når de jobber utforskende og i grupper.

For å gi et konkret innblikk i klasseromspraksisene til Steinar gjør vi nå flere innhopp i de første to timene som illustrerer hvordan nettbrett integreres hans klasseromspraksis. I alle sekvenser ser vi at Steinar bruker klare beskjeder for å organisere klassen effektivt – uansett hvilken fase av utforskningen elevene befinner seg i. For å gi elevene tid til å bli rolige teller han ned fra fem til null. Dette er en strategi han benytter flere ganger i løpet av undervisningsøkten.

KAPITTEL 11: HVORDAN LYKKES MED Å INTEGRERE NETTBRETT I PRAKTISKE FORSØK?

Tabell 11.1 Økt 1, time 1 og 2: Egenskaper til gasser. Fremstilling og påvisning av en gass.

	Sekvens 1	Sekvens 2	Sekvens 3	Sekvens 4	Sekvens 5
Hva skjer?	Steinar gjennomgår målene for timen. Klassen snakker om egenskaper til gasser.	Elevene leser i læreboka om fremstilling og påvisning av gasser og snakker i par.	Steinar snakker om sikkerhet og demonstrerer i detalj hvordan forsøket skal gjøres.	Elevene utfører forsøket.	Elevene konkluderer med at gassen er hydrogen. Steinar gir en oppsummering og fokuserer på at det også er dannet damp.
Tidsbruk	4	3	4	4	4
Atferds-håndtering	3	3	4	4	3
Praktisk aktivitet	1	1	2	3	4
Datainn-samling	1	1	1	3	3
Konsolide-ring	1	1	1	3	4
Hvordan brukes nettbrett?	Nettbrettet til Steinar er koblet til tavla. Han bruker nettbrett for å vise hva som er målene med timen.	Elevene leser i læreboka på nettbrett.	Steinar filmer demonstrasjonen ved å bruke nettbrett og forklarer samtidig hvordan forsøket skal gjøres. Alle elevene ser dette på tavla.	Elevene tar bilder og filmer med nettbrett mens de gjennomfører forsøket.	Steinar tar bilder med sitt nettbrett for å vise en interessant observasjon ved forsøket (også damp er blitt dannet).

Tabell 11.2 Økt 1, time 3 og 4: Egenskaper til gasser. Fremstilling og påvisning av en gass.

	Sekvens 1	Sekvens 2	Sekvens 3	Sekvens 4	Sekvens 5
Hva skjer?	Steinar har filmet reaksjonen, og han viser dette på tavla. Observasjonene diskuteres i klassen.	Klassen snakker om knallgass. Steinar gjennomgår hvordan rapporten skal skrives, og hva som må repeteres av teori.	Elever skal lage en ny gass, og Steinar viser fremgangs-måten på tavla. Han snakker om sikkerhet, og så gjør elevene øvelsen. Steinar er med når de tenner fyrstikken.	Klassen snakker om observasjonene og konkluderer med oksyngengass. Elevene viser filmer av reaksjonen.	Elevene jobber videre og begynner på rapporten.
Tidsbruk	4	4	4	4	4
Atferds-håndtering	4	4	4	4	4
Praktisk aktivitet	1	1	3	1	1
Datainn-samling	3	1	4	1	1
Konsolide-ring	1	1	1	3	3
Hvordan brukes nettbrett?	Elevenes nettbrett brukes til å vise filmsnuttene. Steinar bruker nettbrett for å vise på tavla hvilke deler rapporten skal inneholde. Elevene bruker nettbrett for å skrive rapport fra øvelsen.	Steinar bruker nettbrett for å vise fremgangs-måten. Han filmer etiketten på H_2O_2 for å vise faresymbolene og faresetninger.	Elever filmer reaksjonen med nettbrett. En viser reaksjonen for de andre ved å bruke nettbrett.	Elevene skriver rapport på nettbrett. Steinar viser på tavla hvordan ulike deler kan skrives.	Elevene skriver rapport på nettbrett.

Sekvens 1

I den første sekvensen ser vi at Steinar bruker nettbrett til å styre undervisning. Det vil si at han viser mål for timen, gjennomgår teori og viser fremgangsmåten på nettbrett som er koblet til tavla. Han gir klare beskjeder og hjelper elevene til å forstå hva som forventes av dem. For å komme i gang med undervisningen sier Steinar for eksempel: «Nå skal jeg gi dere noen beskjeder først.»

Sekvens 2

I den andre sekvensen skal elevene lese i læreboka (på nettbrett) om fremstilling og påvisning av gasser og deretter snakke i par. For å være sikker på at mest mulig av tiden brukes til fagrelaterte aktiviteter, forklarer Steinar ikke bare hva som skal skje videre, men også hvorfor det er viktig at elevene først leser og så snakker med hverandre. For eksempel sier han i den første delen når det gjelder lesing:

«Så er det noen som ikke vil prate. Ulempen med det er at idet du begynner å prate, så forstyrrer du deg selv, men du forstyrrer også den som du prater til. Så den får ikke gjort jobben. Det fungerer ikke så bra for dem som ikke vil prate.»

Etter at alle har hatt tid til å lese først, gir Steinar klar beskjed om å snakke i par:

«Nå skal vi bruke 5 minutter for å fortelle læringspartner hvordan vi kan vite at noe er hydrogen eller oksygen.»

Ved å opprette klare strukturer og rutiner unngår Steinar å bruke mye av hele klassens tid for å irrettesette elevers oppførsel. Derfor skårer undervisningspraksisene hans høyt på tidsbruk.

Sekvens 3

I sekvens 3 legger Steinar til rette for at elevene selv kommer i gang med gjennomføring av forsøket. Igjen er kommunikasjonen med elevene klar og målrettet:

«Vi vil prøve å forstå noen egenskaper til fire gasser. Hvis du gjennomfører forsøk og lager en gass og fanger en gass, prøv å påvise hvilken av disse fire gassene vi ha laget. Det vet dere ikke ennå. Så det blir en overraskelse for dere. Det som dere skal gjøre, er å følge den oppskriften som står der (Steinar viser på tavla).»

(...)

«Så det er egentlig bare å sette i gang med forsøket, ta opp iPad for beskrivelsen av forsøket.»

Sekvens 4

I sekvens 4 setter elevene i gang med det praktiske forsøket. Nettbrett brukes aktivt for å dokumentere fremstilling av gassen. Steinar går rundt og hjelper elevgrupper mens han også gir tips og beskjed til alle, for eksempel: «Det er vanskelig, her må dere samarbeide.»

Sekvens 5

I den siste sekvensen holder elevene fremdeles på med å gjennomføre forsøket. Siden de er nokså ivrige og engasjerte, bruker Steinar en effektiv strategi for å få tilbake kontroll på organisering av klassen. Han teller ned fra fem til null og ber elevene om å legge hendene på hodet slik at han ser at ingen fortsetter med praktiske aktiviteter:

«5, 4, 3, 2, 1, 0: Ha utstyr på bordet. Få hendene på hodet.»

Oppsummert ser vi at klasserommet til Steinar er velorganisert, og at han har skapt gode klasseromsrutiner og et læringsmiljø som fremmer læring. For eksempel er det få forstyrrelser som hindrer læring, og Steinar er flink til å følge opp etablerte regler. Ved å gi klare beskjeder og ved å samle elevenes oppmerksomhet ganske regelmessig klarer Steinar å gjennomføre praktiske og utforskende aktiviteter der elevens atferd fremmer læring. Dessuten observerer vi at nettbrett er godt integrert i klasseromsrutiner. Både Steinar og elevene bruker nettbrett aktivt til

- å styre undervisning (vise mål, vise fremgangsmåten, gjennomgå teori, vise på tavla ...)
- å ta bilder/filmer av forsøk

- å vise filmsnutter
- å dele ideer/kunnskap under konsolideringer
- å skrive rapport

I det neste avsnittet skal videoobservasjonene våre suppleres med refleksjonene til Steinar. Dette for å gi kontekst til undervisningspraksisene vi har observert.

Erfarte klasseromspraksiser – lærerens perspektiv

Et mål med denne casestudien er å få bedre innblikk i hvordan bruk av nettbrett bidrar til å utvide muligheter for å utforske fenomener og gjøre praktiske forsøk i naturfag. Et perspektiv som er spesielt interessant i denne sammenhengen, er hvordan Steinar opplever teknologibaserte praktiske aktiviteter. I et intervju fikk Steinar mulighet for å reflektere over sine undervisningspraksiser. Da vi ba Steinar om å oppsummere undervisningen sin i naturfag, fremhevet han praktiske og utforskende aktiviteter som en viktig del av undervisningen:

«Ja, mitt hovedmantra i naturfag er at elevene i størst mulig grad får lov til å oppdage litt ting selv. Sånn litt utforskende aktivitet, at de forsker på et fenomen uten at de kanskje kjenner så mye til selve teorien bak. Så tenker jeg at vi bygger teorien etterpå da. (...) Så det tenker jeg er litt av min modell. Viktigste tingen i naturfag da.»

Steinar ser mange muligheter for å legge opp til elevforsøk i naturfag. Han tror at det å la elevene oppdage og utforske fenomener gjennom praktiske aktiviteter er noe av det viktigste i faget:

«Du kan jo si at det [naturfag] legger opp til mye praktisk aktivitet. Vi har jo mulighet til å gjøre det en gang i uken med litt mindre grupper. Så det å benytte den tiden der godt til å jobbe på den måten da. (...) Så det er jo liksom det å skape den nysgjerrigheten, engasjementet. Det tenker jeg er noe av det viktigste i faget som man får til gjennom det, at de får lov til å oppdage, ikke bare bli fortalt.»

Ifølge Steinar byr nettbrettet på spennende muligheter for å utvide praktiske aktiviteter og utforskinger. Dette gjelder særlig forsøk som ellers hadde vært for farlige, eller som pleier å gå galt:

«Ja, jeg tenker jo at det digitale gir oss noen fantastiske muligheter til å utforske ting vi ikke tør å utforske i laben, da. Vi bruker jo mye (...) simulatorer i forskjellige varianter fra fysikk, for eksempel innenfor elektrisitet. Da er den veldig fin. For da kan man gjøre forsøk som går galt også. Eller partikkelmodell, den kan kjøres på så høyt trykk at den går i lufta, for eksempel med forskjellige gasser. Det engasjerer veldig, men da er det jo og viktig å tenke på: 'Hva betyr det her i den virkelige verdenen?'»

En viktig del av praktiske aktiviteter og utforskinger er datainnsamling og konsolidering, og ikke minst det å skrive rapporter. Steinar har opplevd at nettbrett gir elevene muligheter til å dokumentere praktiske forsøk, koble teori til praksis og lage multimodale rapporter som virkelig benytter seg av audiovisuelle muligheter til å presentere funnene:

«Så tenker jeg at den iPaden som de har nå, gir jo veldig gode muligheter til dokumentasjon. Og det som jeg ser er styrken, de har alltid kameraet med seg. Så de kan ta bilder av forsøkene. Det er mange som filmer forsøket. (...) Når de leverer rapport, blir det rett og slett en multimodal tekst med både film ... og mange spiller inn lydinnspillinger for å få forklare det de har funnet ut. For meg nå så har det skjedd superraskt den endringen her med at rapporter er ikke bare skriftlige, kjedelige som jeg har vært vant til. Det er så mye mer og mye mer bilder.»

I tillegg støtter nettbrett nye måter å utforske på:

«Og da er jo også den iPaden som er så fin at du kan ta bilder. Og så kan du tegne opp på bildene og sette streker og markere. Så der føler jeg at det har på en måte revolusjonert litt den utforsningsbiten.»

Oppsummert vektlegger Steinar praktiske og utforskende aktiviteter i naturfag fordi de skaper engasjement, lar elevene jobbe som forskere og gjør det lettere å koble teori til praksis. Steinar sier at utforskende

undervisning kjennetegnes av at elevene selv må finne ut og oppdage selv. Han synes det er viktig med nysgjerrighet og engasjement og at elevene ikke bare blir fortalt om naturfag. Videoobservasjonene støtter det som Steinar sier; undervisningspraksisene hans har høy kvalitet både med tanke på *datainnsamling* og *konsolidering*.

Når Steinar reflekterer over teknologi og hvordan nettbrett har utvidet undervisningen hans, ser han flere fordeler, blant annet at nettbrett gir nye muligheter for å drive utforskning, samle inn data (både fra primære og sekundære kilder), lage rapport og visualisere fenomener. Steinar synes det særlig er fint med simuleringer og animasjoner som illustrerer og visualiserer mange fenomener i naturfag. Han pleier å kombinere disse simuleringene med praktisk arbeid slik at det blir økter som integrerer flere måter å jobbe på.

Det er en observasjon som støttes av videoobservasjoner. I økten med fokus på fremstilling og påvisning av gasser ser vi at nettbrett brukes til å strukturere undervisning (vise mål, vise fremgangsmåten, gjennomgå teori, vise på tavla), ta bilder og filmer av forsøk, vise filmsnutter, dele ideer og kunnskap og skrive rapport. For eksempel ser vi i at Steinar i detalj demonstrerer hvordan forsøket skal gjøres. Han filmer demonstrasjonen ved å bruke iPad og snakker samtidig om sikkerhet og forklarer hvordan forsøket skal utføres. Alle elevene ser dette på tavla før de gjør forsøket selv. Elevene tar bilder og filmer med nettbrett underveis (primære datakilder), mens de bruker det i kombinasjon med læreboka for å finne frem informasjon (sekundære kilder). Også Steinar tar bilder med sitt nettbrett for å vise elevene interessante observasjoner ved forsøket.

Erfarte klasseromspraksiser – elevenes perspektiv

I intervjuet med Steinar kom det tydelig frem at han ønsker å engasjere elevene gjennom praktiske aktiviteter og utforskinger. At elevforsøk stimulerer til nysgjerrighet og skaper engasjement, er noe som støttes av spørreskjema og videoobservasjoner også.

På utsagnet «Naturfaglæreren gjør det morsomt å lære» svarer elevene i casestudien klart mer positivt enn gjennomsnittet. Så mange som 56 % av elevene i klassen krysset av «ofte» eller «alltid», mens tilsvarende for gjennomsnittet er 43 %. 20 % svarte «alltid», mens tilsvarende for gjennomsnittet er 15 %.

En episode i økten som tar for seg framstilling av gass, illustrerer godt at elevene er veldig engasjert når de jobber praktisk. Elevene skal fremstille hydrogengass og har hentet utstyr. Steinar kommer med sink og eddiksyre og viser elevene hvordan forsøket skal gjøres. Sink reagerer med eddiksyren, og hydrogengass samles opp i et reagensrør. En elev tar en fyrstikk og tenner på hydrogengassen, og det blir et ganske kraftig «poff». En elev utbryter begeistret: «Oi, det ble en høy lyd. Den så jeg ikke komme. Vi skulle tatt dette opp i slow motion.»

Elevgruppen ser på opptaket på nettbrettet og ler, og én elev sier igjen: «Oi, det var høy lyd. Skal vi gjøre det igjen? Nei, vi har ikke flere fyrstikker. Da må vi stjele en fyrstikk fra noen.» Elevene spør læreren om de får gjøre forsøket en gang til, og han kommer med mer sink og eddiksyre. En elev sier: «Gøy.» Også en annen gruppe elever uttrykker begeistring. De spør ivrig om å få gjøre eksperimentet en gang til.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

I denne casestudien har vi belyst hvordan teknologibasert og praktisk naturfagundervisning kan lykkes samtidig som det opprettholdes et godt læringsmiljø. Vi ser at teknologi har blitt et viktig element i klasserommet til Steinar, og at det går an å kombinere digitale arbeidsmåter med tradisjonelle elevforsøk. Teknologien skal være et verktøy for å lære naturfag, og elevene skal tilegne seg teknologisk kompetanse gjennom å bruke nettbrett i flere sammenhenger. Det er særlig to strategier som ser ut til å lykkes når Steinar tilrettelegger for god naturfagundervisning med digitale verktøy. For det første brukes nettbrett som dokumentasjonsverktøy under elevforsøk. For det andre gir nettbrett muligheter til å lage multimediale rapporter som kombinerer tekst, lyd og film. Begge strategier hjelper til å koble teori og praksis, og begge strategier viser hvordan elevenes handlekraft kan styrkes også på digitale arenaer.

Når det gjelder tidsbruk og atferd, så ser vi at Steinar har etablert effektive rutiner som gjør det mulig å bruke mest mulig av tiden på naturfag. Steinar er flink til å gi klare beskjeder om hva som er målet med aktivitetene, og om hva som forventes av elevene. Dessuten pleier han å samle elevenes oppmerksomhet ganske regelmessig – også når de

KAPITTEL 11: HVORDAN LYKKES MED Å INTEGRERE NETTBRETT I PRAKTISKE FORSØK?

jobber utforskende og i grupper. Undervisningen til Steinar viser altså at det er mulig å jobbe med praktiske aktiviteter og integrere nettbrett i undervisning uten at det går på bekostning av læringsmiljøet eller faglig kunnskap.



KAPITTEL 12

ELEVDELTADELSE I ET ALDERSBLANDET KLASSEROM

Solveig Karlsen, Magdalena Kersting og Mai Lill Suhr Lunde

På hvilke måter kan du legge til rette for at elever deltar aktivt i naturfagundervisningen? Kan yngre elever lære naturfag av eldre elever, og hvordan kan du gjøre dette i et klasserom med aldersblanding?

I denne casen belyser vi undervisningsstrategier som skårer høyt på *lærerrolle*, *elevdeltakelse*, *klasseromsamtale* og *praktisk aktivitet*. Disse kategoriene settes i sammenheng med undervisning som har stor grad av elevdeltakelse, og som kan styrke elevenes læring og handlekraft. Ved hjelp av observasjonsmanualen illustrerer vi hvordan en lærer tilrettelegger for at elevene deltar aktivt i undervisningen ved praktiske aktiviteter, og når det snakkes i grupper og i hel klasse. I tillegg gir vi eksempler på hvordan de eldste elevene kan hjelpe de yngste til å lære naturfag.

INTRODUKSJON

Ut fra et sosiokulturelt læringsperspektiv lærer elevene best når de er aktive og engasjerte i samhandling med andre (Vygotsky, 1998). Denne casen er et godt eksempel på dette. Det som er spesielt interessant med casen, er at elevene er aktive i undervisningen, og at de eldste elevene ofte brukes som «eksperter» for å lære de yngste fagstoffet. Skolen utnytter på denne måten forskjeller i elevenes alder, erfaring og kunnskap i undervisningen, noe som kan bidra til læring. Vi ser at elevene er engasjert

i ulike aktiviteter sammen med hverandre og ofte med læreren, Solveig. De bruker fagspråket aktivt i både i gruppe- og klasseromsdiskusjoner.

Dimensjonen som belyser *tilrettelegging for elevdeltakelse* i LISSI-prosjektet, består av kategoriene *bruk av læringsmateriell*, *praktisk arbeid*, *lærerrolle*, *elevdeltakelse* og *klasseromsamtale*. Disse kategoriene fokuserer på hvordan læreren legger til rette for at elevene kan delta aktivt i undervisningen. Kategoriene fokuserer i hovedsak på hvordan læreren gjennomfører aktiviteter, men for kategorien *elevdeltakelse* vurderes elevene isolert fra læreren. I denne casen vil vi gi eksempler på koding og rike beskrivelser av naturfagundervisningen til lærer Solveig med fokus på hvordan hun tilrettelegger for at elevene er aktive både praktisk og verbalt i sin læring. Vi vil også beskrive noen sekvenser der de eldste elevene er involvert i læring for de yngste elevene. Vi ønsker at case-studien skal kaste lys over undervisningsstrategier som legger godt til rette for høy grad av elevdeltakelse, noe som kan styrke elevenes læring og handlekraft.

Siden fokuset i denne casen er elevdeltakelse, har vi tatt utgangspunkt i kategoriene som inngår i undervisningsdimensjonen *tilrettelegging for elevdeltakelse* i våre analyser. Vi skal under denne dimensjonen konkret trekke inn kodingen av kategoriene *lærerrolle*, *elevdeltakelse*, *klasseromsamtale* og *praktisk aktivitet* siden disse er sentrale for å beskrive elevaktiv undervisning. På denne måten kan vi gi en rik beskrivelse av naturfagundervisningen som har høy grad av elevdeltakelse. Kategoriene er beskrevet i kapittel 2 i denne boka og i observasjonsmanualen (vedlegg A).

For å vise hvordan manualen kan anvendes som refleksjonsverktøy, skal vi først se på hva som kjennetegner undervisning som skårer høyt på de utvalgte kategoriene. Deretter knytter vi kategoriene til konkrete undervisningssekvenser slik at det blir lettere å reflektere over muligheter til tilrettelegging for høy grad av elevdeltakelse i undervisningen.

PRESENTASJON AV CASEN

Bakgrunn og kontekst

Skolen som denne casen bygger på, er en baseskole med aldersblanding av elever fra 8. til 10. klassetrinn. Elevene er fra et område med relativt lik og høy sosioøkonomisk status. Læreren, Solveig, har mer enn 10 års erfaring som lærer og 60–90 studiepoeng i naturfag. Elevene i en base på 90 elever

er delt i inn grupper på 30 elever. Elevene i gruppa er relativt fokusert på læringsaktivitetene, og det ser ut til å være et godt læringsmiljø i gruppa. Elevene er rolige, de svarer villig på spørsmål fra læreren, og det virker som om de har gode relasjoner til lærer Solveig. Vi ser at elevene virker trygge i undervisningen, og at de har lyst til å lære.

I et intervju med Solveig sier hun at hun og skolen har god erfaring med å unytte alders- og erfaringsforskjeller i grupper i undervisningen. Utfordringen synes hun er å passe på at de som gjerne vil vise hva de kan, ikke tar over og overskygger de andre, slik at de ikke får deltatt i samtaler og diskusjoner. Solveig liker å kombinere utforskende undervisning med elevaktiviteter for å få frem mer kommunikasjon og samarbeid mellom elevene. På denne måten hevder hun at:

«Elevene må anvende seg selv og hverandre i søken etter en ukjent, men åpen vei videre.»

Solveigs erfaring er at utforsking gir økt skaperglede og økt eierskap til egen læring, og hevder at målet med naturfagundervisningen er at elevene skal kunne anvende kompetansen sin, og å skape kritisk tenkende og engasjerte ungdommer. Vi ser at lærer Solveig fremhever både kunnskaps- og handlingsdimensjonen i naturfag.

Vi har filmet en gruppe elever i syv timer (23 15-minutters sekvenser) fordelt på to perioder med omtrent ett års mellomrom. Alle timene fokuserer på begrepsutvikling i kjemidelen av naturfaget, og lærer Solveig bruker varierte undervisningsformer. I to timer (time 3 og 5) er det praktiske øvelser som handler om kjennetegn ved varm–gul–gass–reaksjonen (naturfagsenteret.no) og destillasjon av cola. I time 4 presenterer 10.-klassingene plakater med sentrale kjemibegreper som atommodeller, bindinger, periodesystemet og kjemiske reaksjoner for 8.- og 9.-klassinger. De yngre elevene vurderer medelevenes plakater og presentasjoner (hverandrevurdering). I time 6 er det stasjonsundervisning der elevene jobber både praktisk og teoretisk med ulike kjemioppgaver. De resterende timene kjennetegnes av at undervisningen veksler mellom aktiviteter og snakk i grupper der elevene diskuterer med hverandre og med læreren, og diskusjoner i hel klasse. Noe tid brukes også på at læreren presenterer og formidler fagstoff på tavla.

Kjennetegn ved undervisningen

Det som kjennetegner undervisningen til Solveig, er at hun ofte kommer tilbake til og repeterer sentrale begreper som fotosyntese og celleånding, og elevene bruker naturfagspråket aktivt både muntlig og skriftlig. Fagstoffet knyttes i stor grad til elevenes hverdag og til deres tidligere kunnskap og erfaringer. Elevene oppfordres ofte til å undre seg og finne svar på sine spørsmål ved å bruke hverandres kunnskap og ulike kilder.

Undervisningen til læreren, Solveig, koder generelt høyt og i den øvre delen av skalaen for de utvalgte kategoriene i denne casen. Dette indikerer undervisning med høy kvalitet. Om vi analyserer nærmere kategoriene i undervisningsdimensjonen *tilrettelegging for elevdeltakelse* ved å beregne middelveidien av kodene for kategoriene for alle syv timene, ser vi at undervisningen til lærer Solveig skårer i den høyere del av skalaen. Dette er vist i tabell 12.1. Middelveidier på 3,6 for både lærerrolle og elevdeltakelse viser at lærer Solveig legger godt og effektivt til rette for elevaktiviteter og samtaler mellom elevene, og elevene er gjennomgående aktive i sin læring og fokusert på oppgaven. En gjennomsnittsverdi på 3,0 viser at hun ofte responderer på elevenes ideer ved å gjenta med faglig, språk, eller hun spør etter forklaringer, utdypinger og bevis. En gjennomsnittsverdi på 3,3 for muligheter for elevsamtale viser at Solveig legger til rette for naturfaglige samtaler mellom lærer og elever eller elever imellom i store deler av timen. Spørsmålene som styrer samtalen, er ofte åpne, og samtalene er fokusert.

Tabell 12.1 Middelveidier av kodene basert på 7 undervisningstimer (23 sekvenser) for kategorier som beskriver undervisningsdimensjonen *tilrettelegging for elevdeltakelse*.

Kategori	Lærerrolle	Elevdeltakelse	Opptak av elevrespons	Muligheter for elevsamtale	Praktisk aktivitet
Middelveidi av koder (N = 23)	3,6	3,6	3,0	3,3	3,1*

*Middelveidi for sekvenser med praktisk aktivitet (N = 11)

Observerte klasseromspraksiser

Vi ønsker i denne casen å gi konkrete eksempler på hvordan lærer Solveig legger til rette for høy elevdeltakelse i naturfagtimene. Vi vil nå beskrive fire tilfeller der de eldste elevene i klassen aktivt trekkes inn for å bidra til at de yngste elevene lærer begrepene.

Tabell 12.2 Eksempler på koding for sekvenser som viser høy grad av tilrettelegging for elevdeltakelse.

	Time 2	Time 3	Time 4	Time 6
Sekvens (min)	0–15/30–45	30–45	0–30	0–30
Hva skjer i undervisningen?	9.- og 10.-klassinger hjelper 8.-klassinger med begrepslæring og med å spille bingo med grunnstoffer i periodesystemet.	Elevene gjør øvelsen varm–gul–gass (VGG) og diskuterer kjennetegn for reaksjonen. Molekylbyggesett brukes.	10.-klassinger er kjemiekspert og har laget plakater som presenteres for de yngre elevene.	Klassen har stasjonsundervisning og jobber med ulike aktiviteter i aldersblandede grupper.
Kode for lærerrolle	4/3	4	4	4
Kode for elevdeltakelse	4/3	4	3	3
Kode for opptak av elevinnspill	3/3	3	2	3
Kode for mulighet for elevsamtale	4/3	3	3	3
Kode for praktisk aktivitet	1/3	4	1	3/4
På hvilken måte bidrar elevene i læringsprosessen?	9.- og 10.-klassinger hjelper 8.-klassinger med å lære begrepene kjemisk forbindelse og ioner og bistår ved spilling av bingo med periodesystemet.	9.- og 10.-klassinger forklarer fargene i atomene i modellbyggesettene for 8.-klassingene og viser hvordan CO ₂ -molekylet skal bygges.	10.-klassingene har laget plakater om fire ulike kjemitemaer som presenteres for 8.- og 9.-klassingene som vurderer disse.	Aldersblandede elever jobber sammen i grupper med ulike spørsmål og aktiviteter, de observerer, diskuterer og forklarer.

Vi vil nå beskrive de ulike undervisningssekvensene nærmere.

Time 2

8.-klassinger grupperes sammen med 9.- og 10.-klassinger. Lærer Solveig forteller at elevene skal spille bingo med grunnstoffer, og at 8.-klassingene kan trenge hjelp. I starten av timen tar de opp igjen spørsmålet som de var uenige i i forrige time, nemlig om oksygen (O_2) er en kjemisk forbindelse eller ikke. Elevene har hatt i hjemmelektse å finne svar på dette spørsmålet. Læreren har også gjort noe forskning og undersøkt med ulike kilder (blant annet en professor). Elevene blir bedt om å snakke i grupper om hva de har funnet ut, og de blir bedt om å øve på å begrunne påstandene sine. Solveig poengterer at alle gruppene må finne en løsning. Én elev i en gruppe må forklare to 8.-klassinger hva en kjemisk forbindelse er. Til slutt oppsummeres svarene i klassen, og læreren poengterer at det er uenighet blant kjemikere om oksygen er et grunnstoff eller en kjemisk forbindelse.

Det neste begreper som tas opp, er ioner, og 9.- og 10.-klassingene i gruppene blir bedt om å forklare 8.-klassingene hva et ion er. Læreren sier: «Dere må hjelpe, for vet en 8.-klassing hva et ion er?» Etter kort tid defineres begrepene ion og salt av elevene og repeteres av læreren i hel klasse. På slutten av denne sekvensen spør lærer Solveig etter kjennetegn ved kjemiske reaksjoner og gjør en demonstrasjon der hun blander natron og eddik. En elev sier at det har skjedd en kjemisk reaksjon. Solveig ber klassen finne begrunnelser for denne påstanden. I de siste 10 minuttene av timen spiller de bingo med periodesystemet, og 10.-klassingene får beskjed om å hjelpe 8.-klassingene i gruppa.

Koding av sekvensen: Kategoriene *lærerrolle*, *elevdeltakelse* og *klasseromssamtaler* er i disse to sekvensene kodet i den øvre delen av skalaen siden Solveig legger godt til rette for aktiviteter og elevsamtaler, og elevene er engasjerte og fokuserte. Solveig spør etter forklaringer og utdypinger av begrepene, og elevene responderer på hverandres utsagn. Koden for *praktisk aktivitet* går opp fra 1 til 3 når elevene starter å spille bingo, siden spillet er knyttet opp mot å lære naturfaglige begreper.

Time 3

Gruppa gjør et forsøk etter oppskrift der de skaper en reaksjon som gir gul farge, utvikler varme og fører til at det dannes gass (VVG-reaksjonen). Elevene ser etter kjennetegn på at det har skjedd en reaksjon, og blir bedt om å hjelpe hverandre. Etter en diskusjon i grupper og i hel klasse om hva kjennetegnene er, kommer klassen frem til at det har blitt utviklet

CO₂-gass. Lærer Solveig deler så ut molekylbyggesett til gruppene og ber elevene om å bygge en modell av et CO₂-molekyl. Elevene på 9. og 10. trinn blir bedt om å forklare for elevene på 8. trinn fargekodingen på kulene i byggesettet og hvorfor karbon bare kan danne fire bindinger. Deretter bygger elevene en modell av CO₂-molekylet, og det oppsummeres i plenum at det må være dobbeltbindinger i molekylet, og at det er lineært. Til slutt i sekvensen trekker Solveig inn CO₂-molekylets betydning i fotosyntesen og celleåndingen, og hun relaterer dette til klimadebatten.

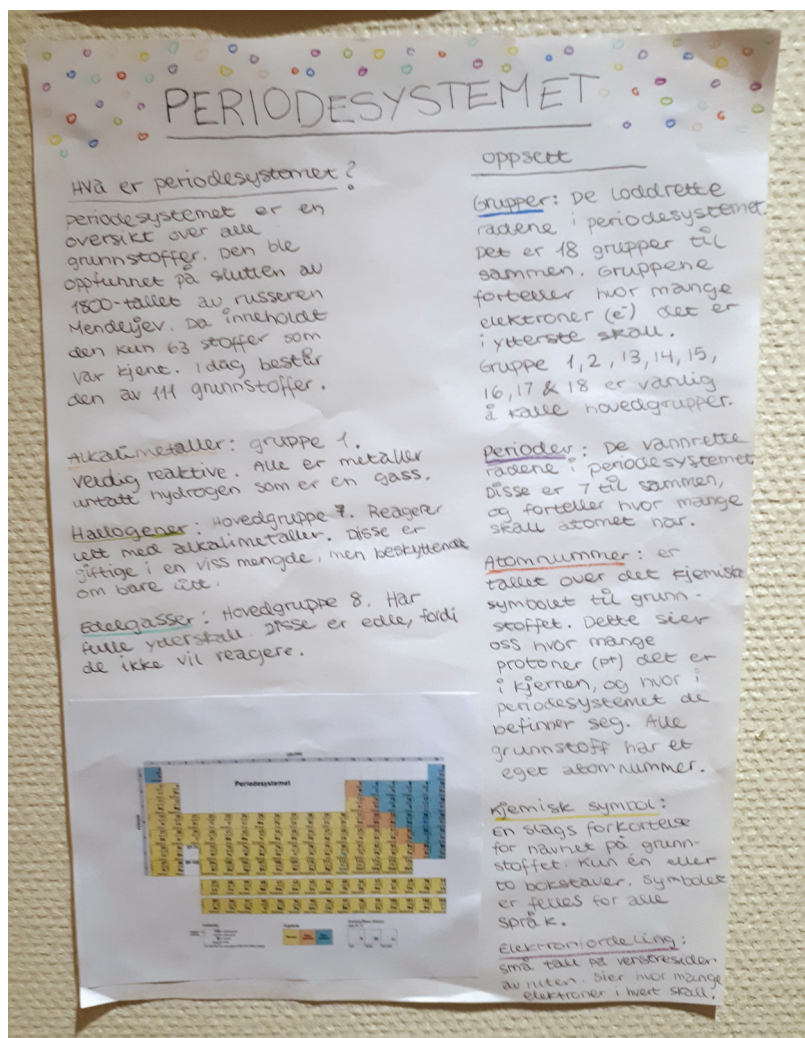
Koding av sekvensen: Kategoriene *lærerrolle* og *elevdeltakelse* har begge fått kode 4 siden lærer Solveig gjennomgående og effektivt legger til rette til både modellbygging og samtaler mellom elevene, først i grupper og deretter i plenum. Elevene arbeider sammen for å få bygget molekylet, og de er engasjert og tydelig fokusert på oppgaven gjennom hele sekvensen. Kategorien *opptak av elevinnspill* har fått kode 3 siden det er likevekt mellom korte responser fra læreren og lærerens spørsmål om forklaringer og utdypinger. Siden det er hovedvekt av lærerstyrt samtale, og det varierer hvor mange elever som deltar i samtalene, har også kategorien *mulighet for elevsamtale* fått kode 3. Koden for *praktisk arbeid* er satt til 4 siden reaksjonen og modellbyggingen er knyttet opp mot læring av naturfaglige begreper, og det kommer frem under samtalene at elevene knytter aktivitetene til begrepene.

Time 4

Elevene i 10. klasse som kalles «kjemieksperter», har laget hurtigplakater i grupper som de presenterer ved fire ulike bord. 8.- og 9.-klassingene sitter i grupper rundt bordene og skal stille «kjemiekspertene» spørsmål. De skal også gi en skriftlig vurdering av presentasjonene og svarene på spørsmålene. Lærer Solveig fremhever at elevene må spørre kjemiekspertene om det er begreper de ikke forstår, eller om noe er uklart. 8.- og 9.-klassingene har fått et vurderingsskjema med kriterier som at 10.-klassingene snakker tydelig uten manus, får frem de viktigste funnene, har en plakate med farger og svarer godt på spørsmålene. Elevene får også beskjed om å skrive positive «fremovermeldinger» slik at 10.-klassingene vet hva de må gjøre for å bli bedre. Solveig sier at hun på sin side får vite hvordan de yngste elevene vurderer de eldste, og hvordan de yngste klarer å lytte og skrive samtidig.

Når 10.-klassingene kommer inn med plakatene sine, får de vite at 8.- og 9.-klassingene har vurderingsark, og at de kan stille spørsmål. 10.-klassingene ruller mellom bordene og presenterer i totalt ca. 25 minutter. Vurderingsarkene samles inn, og plakatene henges opp i klasserommet.

Koding av sekvensen: Kategoriene *lærerrolle*, *elevdeltakelse* og *klasseromsamtaler* er i disse to sekvensene kodet i den øvre delen av skalaen



Figur 12.1 Et eksempel på en plakat som 10.-klassingene la frem for 8.- og 9.-klassingene.

siden lærer Solveig legger godt til rette for elevsamtaler. 10.-klassingene legger frem fagstoff for de yngste elevene, som stiller dem spørsmål som må utdypes. På videoen ser vi at elevene er fokusert under fremleggene. Siden læreren responderer i liten grad på fremleggene og samtalene mellom elevene, er *opptak av elevinnspill* kodet 2. *Mulighet for elevsamtale* er kodet 3 siden mange av elevene lytter aktivt under fremleggene, men kun en del deltar i samtalene etterpå. Siden det ikke er praktisk aktivitet i disse sekvensene, er koden for denne kategorien satt til 1.

Time 6

Elevene er delt inn i fem grupper og skal jobbe ved seks stasjoner, som er 1) pictionary med laboratorieutstyr, 2) puslespill med ioner og salter, 3) praktisk kromatografioppgave med tusjer og vann, 4) praktisk oppgave med indikatorløsninger, 5) påvisning av stivelse i rå og kokt potet og 6) en grubleoppgave om sure appelsiner. Gruppene er aldersblandet, og de eldste skal hjelpe de yngste. Læreren sier om puslespillet med ioner: «Der er dere i 10. ganske gode og må hjelpe de andre. Start med å snakke om hva ioner er.» Læreren går rundt og veileder ved stasjonene. Ved puslespillgruppa blir en elev bedt om å forklare for de andre hvordan mange positive og negative ioner som kan settes sammen til et nøytralt salt.

Læreren sier til eleven: «Her har du en viktig oppgave.» Ved kromatografioppgaven blir elevene bedt om å forklare for hverandre det de observerer. Læreren sier: «Lær dere å observere, begrunne og tenke.» I time 7 oppsummerer elevene resultatene fra fem av stasjonene og deler så resultatene på tvers av gruppene ved å danne nye grupper. Til slutt deler elevene resultatene med medelevene i de opprinnelige gruppene, og det konkluderes. På denne måten får elevene diskutert og lært av hverandre, både i egen gruppe og på tvers av gruppene.

Koding av sekvensen: Alle kategoriene er kodet i den øvre delen av skalaen. Under aktivitetene ved stasjonene er elevene aktive både praktisk og muntlig, og læreren ber elevene i alle gruppene om å forklare og utdype for medelever. Flere av aktivitetene er praktiske, og vi har derfor kodet 3 for praktisk aktivitet.

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

Denne casen gir mange eksempler på varierte undervisningsformer der elevene må være aktive og engasjerte i sin læring av naturfaglige begreper. Undervisningen veksler mellom formidling fra lærers side, klasseromsdiskusjoner og aktiviteter i grupper der elevene uttrykker seg både muntlig og skriftlig. Lærer Solveig er veileder og holder læringsaktivitetene i gruppene i gang ved at hun alltid er innom hver elevgruppe for hver aktivitet og stimulerer til naturfaglige samtaler.

Noe som kommer tydelig frem i episodene, er at Solveig minner de eldste om at de har mer kunnskap. På denne måten får de økt ansvar både for egen og også andres læring. Samtidig ber hun de yngste elevene om å vurdere de eldste. Det virker som om dette ansvaret aktiviserer og engasjerer elevene. De eldste elevene brukes til å hjelpe de yngre elevene rent praktisk, men også til å forklare kjemibegreper. Casen viser et eksempel på et klasserom der læreren hele tiden tilrettelegger for elevaktivitet i grupper, og hun oppsummerer og stimulerer til diskusjoner i plenum. Elevene tar i stor grad tar ansvar for egen og andres læring, noe som viser at det sosiokulturelle perspektivet på læring er sentralt i denne klassen. Casen gir eksempler på hvordan lærere i større grad kan aktivisere elevene, og hvordan medelever kan brukes i undervisningen og til vurdering av hverandre.

Ved å bruke observasjonsmanualen til LISSI (vedlegg A) kan lærere analysere sin egen eller andres undervisning. De kan bli mer bevisst på hvordan de kan legge til rette for større grad av elevdeltakelse i undervisningen, og hvordan elever kan brukes til å lære og vurdere medelever. Manualen indikerer også hva gode klasseromsamtaler er, ved at fagbegreper brukes aktivt i en kontekst, og hvordan elevene kan trekkes inn i utforskende samtaler i naturfag.

KAPITTEL 13

HVORDAN FREMME FANTASI OG KREATIVITET I NATURFAG?

Magdalena Kersting, Marianne Ødegaard og Johannes Sæleset

Hvilken rolle spiller kreativitet og fantasi i naturfag?

Hvordan tilrettelegger en lærer for bruk og utvikling av forestillingsevnen når elevene lager produkter i fellesskap?

Hvordan skaper lærere et læringsmiljø der elevene får utvikle sin kreativitet uten å være redd for å feile?

Denne casen drøfter muligheter for å fremme fantasi og kreativitet i naturfagundervisning på barnetrinnet. Vi ser på undervisningsstrategier som inviterer elevene til å lage et produkt og utvikle sin forestillingsevne i fellesskap med andre. Noen av våre observasjoner viser hvordan undervisning kan kodes høyt på kategorier som er relevante for fantasi og kreativitet i naturfag: *elevdeltakelse, bruk av læringsmateriale, kobling til tidligere kunnskap, presentasjon av fagstoff, lærerrolle og tilbakemelding.*

INTRODUKSJON: FANTASI, FORESTILLINGSEVNE OG KREATIVITET I NATURFAG

«(...) imagination is as necessary in geometry as it is in poetry. Everything that requires artistic transformation of reality, everything that is connected with interpretation and construction of something new, requires the indispensable participation of imagination»

(Vygotsky, 1998, s. 153)

Er naturfag et fag der elevene får utvikle sin fantasi og forestillingsevne? Selv om kanskje ikke alle kobler fantasi og kreativitet til naturfag, byr faget på spennende muligheter for å utvikle forestillingsevne og idémangfold blant elever.

Fantasi og kreativitet er en del av naturvitenskapens egenart, og dermed også sentralt i naturfag. Naturvitenskapelige prosesser er både kreative og logiske, og det er samspillet mellom rasjonaliteten og forestillingsevnen som fører til ny kunnskap. Det trengs fantasi, forestillingsevne og kreativitet når hypoteser dannes, fremgangsmåter vurderes og tankeeksperimenter gjennomføres.

Å lære naturfag innebærer å utforske fenomener som ikke kan observeres direkte. Naturfaglige problemstillinger gir dermed rom til å tenke kreativt og lage produkter og representasjoner av naturfaglige begreper og abstrakte ideer. Men det er ikke bare den enkelte som utfordres av naturfaglige spørsmål. Nye tanker tenkes ofte i fellesskap, og det er ved felles innsats at både forskere og elever får innsikt i naturvitenskap.

Ifølge Kind og Kind (2007) kan kreativitet i naturfagundervisning forstås på tre ulike måter:

1. kreative undervisningsformer som skiller seg fra den tradisjonelle, det vil si lærersentrerte, undervisningen
2. undervisning om kreativitet i naturfag, det vil si undervisning om naturfagets egenart (blant annet at naturfag involverer logisk resonnering, kritisk tenkning, forestillingsevne og kreativitet)
3. undervisning som fremmer kreativitet blant elever

Vi har valgt denne casen for å presentere gode undervisningsstrategier i tråd med den første og tredje forståelsen av kreativitet. Vi ser på en naturfaglærer som tilrettelegger for elevenes bruk av fantasi og forestillingsevne i en time om paleontologi og dinosaurer på barnetrinnet. Oppmerksomheten rettes mot hvordan forestillingsevnen kommer fysisk til uttrykk når elevene lager egne fantasidinosaurer, og hvordan læreren støtter elevene i den kreative prosessen ved å oppmuntre dem til å kombinere kjente elementer på nye måter. Vi legger også vekt på fellesprosesser som en viktig del av fantasifull og kreativ tenkning. I tillegg belyser vi betydningen av et godt og trygt læringsmiljø som utgangspunkt for å fremme kreativitet og fantasi i undervisningen.

FAGDIDAKTISK BAKGRUNN: ET SOSIOKULTURELT SYN PÅ FANTASI, FORESTILLINGSEVNE OG KREATIVITET

Fantasi, forestillingsevne og kreativitet er komplekse begreper, og det finnes mange forskjellige måter å forstå og tolke begrepene på. Vi tar utgangspunkt i Vygotsky (1998, 2004) som hevdet at fantasi og kreativitet spiller sentrale roller i barns tanke- og læringsprosesser. Når barn leker, utvikles evnen til å kombinere inntrykk og erfaringer fra den virkelige verden til noe nytt som ikke eksisterer i den virkelige verden, eller som ikke er fysisk til stede. Ifølge Vygotsky er fantasi en internalisering av lek: ved å leke tilegner barn seg omverdenenes ideer, normer og regler og gjør dem gyldige for seg selv.

I denne sammenhengen forstår vi fantasi som evnen til å tenke på det mulige og ikke bare det faktiske. Ofte kommer fantasi til uttrykk som mentale bilder av objekter eller situasjoner som ikke finnes i virkeligheten, eller som ikke er tilgjengelige for sansene våre. Likevel er materialet for disse mentale produktene hentet fra den virkelige verden. Når barn blir eldre, utvikler fantasien seg til forestillingsevnen (imanasjon) som da blir et sentralt verktøy for kreativ handling. Forestillingsevnen inneholder et meningsskapende element, det vil si at elevene bruker kunnskap og tidligere erfaring ikke bare for å leke eller drømme, men for å skape mening i form av mentale eller fysiske produkter (Hadzigeorgiou, 2016; Vygotsky, 2004). Selv om fantasi og forestillingsevne har mye til felles, skiller vi mellom begrepene for å understreke at forestillingsevnen er meningsskapende.

I større grad enn fantasi og forestillingsevne kan kreativitet ses på som sammensatt av flere aspekter, som originalitet, bruk av forestillingsevne og kombinerende av kunnskap (Ødegaard & Melhus, 2017). Kreativitet er målrettet, og det er kreativitet som gir fantasi en ønsket retning ved å bygge på variert kunnskap. Kreativ tenkning er ikke begrenset til individuelle aktiviteter; fantasi og forestillingsevne kan også utvikles i fellesskap (Steier & Kersting, 2019). Det er for eksempel gjennom bruk av språk og gester, tegninger og modeller og andre fysiske samhandlinger at vi bygger på hverandres fantasi og kreativitet. Elever som inviteres til å sette seg inn i hverandres tanker og erfaringer, får muligheten til å kombinere tilgjengelige tanker og elementer på nye måter. Slik kan fantasi og kreativitet brukes som en drivkraft i undervisning gjennom gruppearbeid.

Bruk av observasjonsmanualen:

Observerbare kjennetegn knyttet til fantasi og kreativitet i naturfag

Vi benytter dette sosiokulturelle perspektivet på læring og fantasi for å knytte observerbare kjennetegn på god naturfagundervisning til kreativitet. Vi har valgt å se på seks kategorier som er spesielt relevante med tanke på tilrettelegging for kreativ og fantasifull undervisning: *elevdeltakelse* og *bruk av læringsmateriale* illustrerer i hvilken grad elevene engasjeres aktivt i kreative prosesser, som for eksempel når de lager nye produkter. *Kobling til tidligere kunnskap* og *presentasjon av fagstoff* legger vekt på hvordan tidligere og nye kunnskapselementer kombineres for å tenke nye tanker. *Lærerrolle* og *tilbakemeldinger* gjør det mulig å beskrive hvordan interaksjoner mellom læreren og elevene kan fremme idémangfold og variasjon i tenkning. Det er læreren som kan oppmuntre elevene til å bruke sin fantasi i målrettede kreative prosesser. Kategoriene beskrives nærmere i observasjonsmanualen (vedlegg A).

FEM MULIGHETER FOR Å FREMME KREATIVITET OG FANTASI I NATURFAGUNDERVISNING

I denne casen kaller vi læreren med 25 års undervisningserfaring for Mari. Hun har godkjent lærerutdanning med 31–60 studiepoeng i naturfag. Det er omtrent 20 elever i klassen hennes på 4. trinn, og en del av dem har minoritetsspråklig bakgrunn. Vi ser på to timer som har fokus på å lage og lære om dinosaurer. Tabellene 13.1 og 13.2 presenterer koderesultater på de utvalgte kategoriene for begge timer. Dette gir en oversikt over hva som skjer i hver time, og hvordan kodene varierer i løpet av timene. Vi ser at Mari varierer mellom faser der elevene får faglig påfyll i plenum (der *presentasjon av fagstoff* og *kobling til tidligere kunnskap* er kodet høyt), og der elevene aktiviseres i gruppeøvelser (*elevdeltakelse* og *lærerrolle* er kodet høyt). Videoobservasjonene suppleres med data fra et intervju med Mari.

Funnene våre presenteres i form av fem muligheter for å fremme kreativitet og fantasi i naturfagundervisning. Dette for å gjøre det enklere å tilrettelegge for undervisning som kobler elevenes kreativitet og fantasi til naturfaglig innhold:

1. Skap et trygt læringsmiljø der elevene får lov til å prøve og feile.
2. Gi faglig påfyll før elevene jobber med kreative aktiviteter.

3. Presenter et konkret mål, men la elevene velge egne fremgangsmåter.
4. Velg tema som har avstand til her og nå.
5. La elevene bygge på hverandres erfaringer og ideer.

For å kunne identifisere disse mulighetene tok vi utgangspunkt i et intervju med Mari der hun beskrev og reflekterte over undervisningspraksisene sine. I intervjuet spurte vi ikke eksplisitt etter kreative undervisningsformer eller undervisning som fremmer kreativitet, men stilte mer

Tabell 13.1 Time 1: Lage dinosaur

	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Hva skjer?	Klassen snakker om dyr som ikke lenger finnes.	Klassen snakker om dinosaurer. Elevene får i oppdrag å lage sin egen dinosaur av plastilin.	Elevene henter tegnebøker og lager skisse til dinosaurer. De sitter sammen i små grupper.	Elevene modellerer dinosaurer mens Mari går rundt og gir tilbakemeldinger.	Elevene fortsetter å lage dinosaur.	Alle dinosaurer samles, og Mari tar en oppsummering i plenum.
Elevdelta-kelse	2	2	4	4	4	2
Bruk av læringsmateriale	2	2	2	2	1	1
Kobling til tidligere kunnskap	3	2	1	1	1	1
Presentasjon av fagstoff	3	2	1	1	1	1
Tilbakemelding	2	2	2	2	2	2
Lærerrolle	1	1	4	4	3	2

Tabell 13.2 Time 2: Lage dinosaur

	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Hva skjer?	Klassen snakker om rødlista og ser på en kort film om hvordan dyrelivet utvikler seg.	Klassen jobber med tekster i <i>Nysgjerrigper</i> og <i>Gaia</i> . Mari forklarer ord som er vanskelige, og elevene deler erfaringene sine.	Klassen jobber med tekster i <i>Nysgjerrigper</i> og <i>Gaia</i> . Mari forklarer ord som er vanskelige, og elevene deler erfaringene sine.	Elevene lager fotavtrykk av dinosaur og sorterer dinosaurer som var plante- og kjøttetere.	Elevene lager fotavtrykk av dinosaur og sorterer dinosaurer som var plante- og kjøttetere.
Elevdelta- kelse	2	2	4	3	2
Bruk av lærings- materiale	2	4	4	2	2
Kobling til tidligere kunnskap	2	2	1	1	1
Presentasjon av fagstoff	3	3	1	1	1
Tilbake- melding	3	3	2	3	2
Lærerrolle	1	1	4	3	2

generelle spørsmål om utforskende undervisning og praksiser som fremmer læring og et godt læringsmiljø. Praksisene som Mari beskrev, ble derfor sammenliknet med videoobservasjoner og forskningslitteratur som har kartlagt muligheter for å fremme kreativitet i naturfagundervisning (Hadzigeorgiou, 2016).

For eksempel sa Mari at det å veksle mellom faglig påfyll og utforskende aktiviteter fungerte veldig bra for henne. Videoobservasjonene bekreftet denne påstanden. Ved hjelp av videoanalysen identifiserte vi et

mønster der Maris undervisning fikk høye koder på *presentasjon av fagstoff* og *kobling til tidligere kunnskap* tidlig i økten før elevene kom i gang med kreative aktiviteter. I disse aktivitetene fikk undervisningen blant annet høye koder på *elevdeltakelse* og *lærerrolle* fordi Mari hjalp elevene med å bruke sin forestillingsevne til å lage en fantasidinosaur. Også i litteraturen om kreativitet i naturfagundervisning leser vi at «science content knowledge is a prerequisite for thinking and hence a prerequisite for creative thinking» (Hadzigeorgiou, 2016, s. 136). Med utgangspunkt i intervjudata og i tråd med videoobservasjoner og forskningslitteratur endte vi altså opp med muligheten «Gi faglig påfyll før elevene jobber med kreative aktiviteter».

Skap et trygt læringsmiljø der elevene får lov til å prøve og feile

Det å utvikle kreativitet henger sammen med å komme med nye ideer og tenke nye tanker. Et viktig utgangspunkt for undervisning som fremmer kreativitet, er altså et læringsmiljø der elevene føler seg trygge til å dele tanker, bruke fantasi, prøve å kombinere ideer og kanskje også feile.

Mari er opptatt av å skape et slikt miljø. I intervjuet beskriver Mari hvordan hun oppmuntrer elevene til å dele det de tenker, og hvordan hun pleier å reagere om noen ideer er litt utenom det vanlige:

«Jeg opplever at i noen klasser så kan dette med å lage hypoteser og komme med sine egne innspill, hvis man ikke er trygg på klassen sin, så kan det være ganske skummelt for elevene. For hvis man kommer med en litt sånn crazy hypotese (...), så kan det jo være andre som rett og slett opplever det som et nederlag når de andre kanskje ler litt av hypotesen eller «det var rart», de får kommentarer på det. (...)

Veldig ofte så lager vi hypoteser sammen, og da slipper jeg alltid til de som er litt sånn trygge, først og så kan det komme (...) morsomme, rare hypoteser. Hvis jeg ser at eleven er litt utrygg, så kan jeg si at «dette var veldig spennende», og da baker jeg dette inn sånn at de andre ikke helt forstår at det var teit, hvis du skjønner hva jeg mener? Jeg kan si da at «jeg synes det var kjempespennende at du tenker på den måten, sånn har ikke jeg tenkt, men dette her var interessant», ikke sant, at jeg bruker, gjør det litt spennende for de andre sånn at de blir litt sånn avvæpnet i å kommentere det på en negativ måte da.»

Ut fra observasjonene våre ser Mari ut til å lykkes med å skape et trygt miljø der elevene er ivrige til å dele tanker uten å være redd for å bli latterliggjort. At Mari er opptatt av et trygt klima, er også noe som kommer til uttrykk i begynnelsen av den første timen der LISSI-forskere er med i klasserommet. Mari forklarer at alle skal forestille seg at det er en vanlig time:

«Nå teller jeg snart til tre, og da skal vi tenke at vi er i klasserommet vårt på helt vanlig time. Disse damene her fra universitet som er forskere, de er ikke her. Jeg har ikke på meg mikrofon, og elev 1 og elev 2 har ikke på seg hodekamera. (...) Nå skal dere være flinke og gå inn i en liten rolle på det. Så da teller jeg til tre litt sånn magisk, og så starter vi timen, 1, 2, 3.»

Gi faglig påfyll før elevene jobber med kreative aktiviteter

I tråd med Vygotsky tenker vi oss forestillingsevnen som evnen til å kombinere tidligere erfaringer og kunnskap på nye måter. Det betyr også at forestillingsevnen er avhengig av tidligere naturfaglig kunnskap. Elevene trenger derfor en solid kunnskapsbase som forutsetning for å kunne tenke kreativt i naturfag. Jo flere naturfaglige begreper og teorier elevene har, jo mer sannsynlig blir det at nye ideer oppstår i undervisningssammenheng.

En strategi for økt naturfaglig kreativitet i klasserommet er å utruste elevene med kunnskapselementer tidlig i økten. Disse elementene kan settes sammen og kombineres på kreative måter senere i timen. Det å veksle mellom faser der elevene får faglig påfyll, og der elevene kan være kreative (for eksempel ved å lage produkter eller nye hypoteser), er noe som kjenner seg ut i undervisningen til Mari.

I begge økter observerer vi at de første segmentene kodes høyt på *presentasjon av fagstoff* og *kobling til tidligere kunnskap* når Mari utrustet elevene med begreper, ideer og kunnskap som forberedelse på kreative aktiviteter. Begge kategorier kodes lavt når elevene kommer i gang med aktivitetene senere i øktene og får mulighet til å uttrykke sin fantasi gjennom å lage sin egen dinosaur av plastilin.

For eksempel ser vi i den første økten at Mari begynner undervisningen med at hele klassen snakker om dyr som ikke finnes lenger. I timen før

hadde de sett på en film om dinosaurer, og Mari er flink til å knytte nye begreper som planteeter og kjøtteter eller tidsskalaer til det elevene har sett i filmen. Mari stiller mange spørsmål og inviterer elevene til å dele erfaringer og kunnskap som kan kobles til temaet.

Mari: «Vi hadde 70 millioner år siden dinosaurer ikke fantes lenger. Og så levde de 200 millioner år før det igjen, så det er så lenge siden. Hvordan tror dere verden så ut med dinosaur, husker dere hvordan så det ut på filmen? Ikke tenk på dinosaurer, tenk på filmen, hvordan så det ut på filmen, naturen?»

Elev 1: «Det så litt grått ut.»

Mari: «Du syns det så litt grått ut, okay. Hva syns du, elev 2?»

Elev 2: «Det var veldig tørt, det så veldig tørt ut.»

Mari: «Du syns det så litt tørt ut. Men ja, kanskje det, Elev 3, hva tenker du?»

Elev 3: «Det var vakkert.»

Mari: «Du syns det var vakkert, hva var det som var vakkert i naturen?»

Elev 3: «Trær og gress og planter.»

Mari: «Det var tre, gress og planter, som forskere har funnet ut at det var der. Fordi vi hadde jo planteetere, og de spiste planter og drakk vann fra vannene.»

Elev 4: «Og havet.»

Mari: «Og havet. Hva tenkte du, elev 5?»

Elev 5: «Jeg tenker det var akkurat det samme som nå, bare uten veier og byer.»

Mari: «Akkurat, uten at mennesker hadde bygget noen ting, det var bare natur, bra tenkt.»

Det er i det første segmentet at Mari får høye koder på *kobling til tidligere kunnskap* og *presentasjon av fagstoff*. I dette segmentet utrunder Mari elevene med kunnskapsbiter de får bygge på og kanskje også kombinere på nye måter når de modellerer fantasidinosaurer. Dette gjelder kunnskap om dinosaurernes tid, for eksempel om plantelivet og klimaet. På denne måten tilrettelegger Mari for kreativ bruk av forestillingsevnen når elevene designer egne dinosaurer.

Presenter et konkret mål, men la elevene velge egne fremgangsmåter

Et viktig aspekt ved forestillingsevnen som skiller den fra den barnslige, lekende fantasien, er dens skapende natur. At elevene bruker forestillingsevnen for å skape mening, er noe som vi kan utnytte i naturfagundervisningen. Om elevene vil løse en konkret oppgave uten at de får en oppskrift på hvordan de faktisk skal gjøre det, får de bruke sin kreativitet som en drivkraft for å løse oppgaven. Derfor finnes det overlapp mellom utforskende undervisning og undervisning som fremmer kreativitet og forestillingsevne. I intervjuet beskriver Mari det sånn:

«Først må de få lov til å dille litt og tulle litt og ordne litt og prøve litt først. Det har i alle fall jeg god erfaring med. Så utforskende det er jo å ha oppgaven for øye, men allikevel få lov til å gjøre det på litt forskjellige måter fra gruppe til gruppe da, hvis de jobber på grupper.»

I den første økten ser vi at Mari er veldig flink til å gi elevene et mål som de får jobbe mot, mens hun også skaper rom for fantasi og kreativitet. Elevene skal lage dinosaurer av plastilin, og Mari bruker god tid til å forklare hva som er hensikten med oppgaven. Hun fremhever at meningen ikke er å kopiere en kjent dinosaur, men å lage sin egen fantasidinosaur. I tillegg er Mari opptatt av å berike idémangfold og den kreative prosessen ved å la elevene tegne en skisse av dinosauren før de kommer i gang med modellering (figur 13.1). Hun understreker flere ganger at en skisse



Figur 13.1 Mari ber elevene tegne en skisse før de setter i gang med å modellere sin dinosaur. Dette er en fin måte å fremme idémangfold og kreativitet på.



Figur 13.2 Elevprodukter som et fysisk uttrykk for kreativitet i naturfag.

ikke er en fin tegning, men bare en enkel tegning som gjør det mulig å generere mange ideer uten å bruke altfor mye tid på detaljer.

Det ser ut som Mari klarer å finne en god balanse når det gjelder den begrensede lærerstyringen, og hun er flink til å legge til rette for elevaktiviteter. Elevene styrer aktiviteten i stor grad selv mens Mari går rundt, følger opp enkelte elever og gjør ulike ideer tilgjengelig for elever ved å gi tilbakemeldinger. Mari roser elevene og sier for eksempel: «Det er mange veldig fine skisser her» eller «Dette var kjempefint» når hun ser hvordan elevene forestiller seg dinosaurer.

Hun henter mer materiell og kommer med forslag til hvordan elevene kan bygge videre på skissen eller modellen sin. Det er i disse segmentene at undervisningen kodes høyt på *elevdeltakelse* og *lærerrollen*. Og det er den gode interaksjonen mellom Mari og elevene som gjør ulike ideer tilgjengelige for elevene, og som fremmer bruken av forestillingsevnen. At elevene har både frihet og oppgaven for øye, gjør det mulig å orientere kreative prosesser mot et gitt mål (figur 13.2).

Velg tema som har avstand til her og nå

En mulighet til å fremme kreativ tenkning i naturfag er å velge temawer som krever at elevene setter seg inn i situasjoner som de ikke har erfart direkte. Det å integrere temaer i undervisningsaktiviteter som dreier seg om frem- eller fortiden, eller som har stor romlig avstand til elevenes

hverdag, kan oppmuntre elevene å tenke på det mulige, ikke bare på det faktiske.

I undervisningen til Mari ser vi at paleontologi, vitenskapen om forhistoriske dyr og planter, byr på glimrende muligheter til å la elevene tenke på situasjoner som ikke er tilgjengelige for dem i hverdagen. Ved å forestille seg livet som det var i fortiden, og ved å lære om forbindelser mellom dyr og miljøene deres får elevene omarbeide kunnskapen sin. I denne korte episoden ser vi for eksempel hvordan én elev kobler kunnskap om utdødde dyrearter til sitt eget liv, og hvordan Mari bygger på innspillet til eleven og oppmuntrer han til å tenke på fremtiden og hvordan våre handlinger vil påvirke den.

Mari: «Nå skal vi reise lang tilbake i tid og snakke litt om de dyrene som ikke finnes lenger.»

Elev: «Det er ikke vår skyld.»

Mari: «Nei, det er ikke vår skyld. Men det er noen mennesker som kan ha skylden. Men verden er sånn at ting utvikler seg, så vi må bare passe på for å ikke gjøre noe galt.»

I intervjuet gir Mari flere eksempler på hvordan temaer som har stort avstand både i rom og tid (for eksempel vikingtiden eller andre planeter), fører til kreativt og fantasifullt engasjement blant elevene:

«Jeg kan for eksempel huske tilbake til da vi jobbet med noe som het *story tell* på 90-tallet. Vi reiste, for eksempel, ut i verden, altså hvis vi var fra vikingtiden, da kunne vi bruke romskip og reise til vikingtiden, og vi hadde veldig mye hengende oppe i klasserommet. Vi laget romskipet, vi brukte kanskje tre dager på romskipet som egentlig ikke var det vi skulle lære om i det hele tatt, vi skulle kanskje til vikingtiden, men vi så at elevene hadde et enormt engasjement. Og når de da endelig kom til vikingtiden med dette romskipet, og de lot som de ikke skjønte noen ting av dette og kom fra andre planeter og skulle undersøke dette her, så var de veldig sånn lekne og engasjerte i dette her.»

Mari forklarer her hvordan tenkte situasjoner skaper rom for fantasi, og dermed også for engasjement for læring.

La elevene bygge på hverandres erfaringer og ideer

Selv om forestillingsevne ofte forstås som dannelsen av mentale bilder og representasjoner, betyr det ikke at den bare er en individuell aktivitet. Det er ofte i fellesskap og gjennom faglige samtaler at elevene genererer nye ideer. Og det er et mangfold av ideer som gjør det mulig å sette sammen ideer på nye måter, det vil si å delta i kreative aktiviteter. Både i den første og i den andre økten ser vi eksempler på hvordan forestillingsevne og kreativitet fremmes i fellesskap.

I den første økten er det fantasidinosaurer som blir det fysiske uttrykket for kreativ tenkning. Ved å skape fysiske produkter i små grupper kan et objekt (for eksempel en dinosaur laget av plastilin) bli utgangspunkt for videreutvikling av forestillingsevnen i fellesskap.

I den følgende samtalen snakker tre elever med hverandre mens de modellerer sine dinosaurer. Elevene kommer med forslag til hvilke farger de skal bruke. Vi ser at de trekker på tidligere inntrykk og kombinerer det til noe nytt: Én elev forbinder fargene svart og hvit med kuer, og en annen elev foreslår at også dinosaurer kan ha svarte og hvite farger på seg. Det å lage dinosaur blir her altså en kreativ gruppeprosess:

Elev 1: «Jeg skal ha svarte bein.»

Elev 2: «Jeg trenger masse grå.»

Elev 3: «Se alle sammen, jeg skal ha alt hvitt.»

Elev 1: «Skal du blande brun inn i grå-en din?»

Elev 2: «Nei, det skal være brunt på toppen.»

Elev 3: «Ja, det kan være en ku, se her!»

Elev 1: «Nei, det kan være en dinosaur med hvit og svart og grå kropp.»

Elev 3: «Okay, jeg kan prøve (ler).»

I den andre økten ser vi gode eksempler på hvordan elevene inviteres til å sette seg inn i andres erfaringer og forestille seg andre situasjoner når de har en samtale i plenum. Det er i segment 2 og 3 at undervisningen skårer høyt på *bruk av læringsmateriale*. Klassen sitter sammen, og hver elev har en utgave av *Nysgjerrigper* og teksten boken *Gaia*. Mari er flink til å koble faglig innhold til elevenes hverdag, og hun bruker tekstene til å forklare naturfaglige begreper. Mari legger til rette for at elevene deltar aktivt, ved å la dem dele ideer og inntrykk. Hun inviterer elevene til å dele sine erfaringer og så diskutere hverandres ideer. Det er på denne

måten at elevene får bygge på hverandres kunnskap og tenke nye tanker på ulike måter – med andre ord at elevene utvikler forestillingsevne og naturfaglig forståelse i fellesskap:

Mari: «Og så kan dere se en paleontolog på fossiljakt.»

Elev 1: «Hvilket fossil er det?»

Elev 2: «Det er et skjelett.»

Elev 3: «Det er en fot.»

Mari: «De graver ut et skjelett, ja.»

Elev 3: «Det er en fot.»

Elev 1: «Nei, det ser ikke ut som et menneske.»

OPPSUMMERING OG DISKUSJON

Hvilken rolle spiller fantasi og forestillingsevne i naturfag? Og kan naturfagundervisning fremme elevenes kreativitet? I dette kapitlet har vi undersøkt naturfagundervisning der elever på barnetrinnet fikk lage egne dinosaurer av plastilin i en økt om paleontologi og utvikling av dyrelivet. Ved første øyekast kan en økt med stort fokus på å lage fantasidinosaurer stå for kritikk: er det kanskje bare form og farge og ikke naturfag? Finnes det en motsetning mellom kreative og faglige aktiviteter?

For å kunne svare på dette spørsmålet har vi intervjuet Mari om hennes undervisningsstrategier og jamført utsagnene hennes med analyser av klasseromsobservasjoner. Ut fra analysene våre har vi identifisert fem strategier som Mari brukte for å legge til rette for elevenes kreativitet og bruk av forestillingsevne i undervisning:

1. Skap et trygt læringsmiljø der elevene får lov til å prøve og feile.
2. Gi faglig påfyll før elevene jobber med kreative aktiviteter.
3. Presenter et konkret mål, men la elevene velge egne fremgangsmåter.
4. Velg tema som har avstand til her og nå.
5. La elevene bygge på hverandres erfaringer og ideer.

Disse strategiene stemmer godt overens med en casestudie om kreativitet i utforskende undervisning knyttet til prosjektet *Forskerføtter og leserøtter* (Ødegaard & Melhus, 2017). Ødegaard og Melhus fant blant annet at den utforskende aktiviteten bør skje i et læringsmiljø der elevene ikke er redd

for å gjøre feil. Villighet til å ta sjanser kan få elevene til å gjøre og tenke nytt, noe som er en forutsetning for individuell originalitet. Forfatterne fant i tillegg at kreativitet også kan fremmes i fellesskap, for eksempel ved å diskutere forklaringer knyttet til utforsking. I slike diskusjoner kan elevene vurdere hverandres bidrag, bygge på hverandres ideer og videreutvikle sine forklaringer.

Et viktig poeng som casen i dette kapitlet fremhever i større grad enn casen til Ødegaard og Melhus, er fokus på faglig påfyll. Vi har sett at Mari veksler mellom faglige og kreative faser og oppmuntrer elevene til å bruke naturfaglig kunnskap når de lager fantasiprodukter. I timene vi observerte, handlet det faglige påfyllet om forhistorisk liv, planter og dyr som ikke finnes lenger, og om fossiler. Mari brukte blant annet materiale fra *Nysgjerrigper* og *Gaia* og rettet oppmerksomhet mot ulike typer dinosaurer (plante- og kjøttetere) før elevene kom i gang med kreative aktiviteter. Ved å gjøre ulike naturfaglige ideer og begreper tilgjengelig for elevene la Mari til rette for elevenes bruk av forestillingsevne: hun lot elevene i fellesskap samle naturfaglig kunnskap om dinosaurenes tid som de brukte videre. Det å bruke kreativitet som en drivkraft i undervisning er i tråd med det som Kind og Kind (2007) kaller for kreative undervisningsformer som også fremmer kreativitet blant elever.

Naturvitenskapelige prosesser er både kreative og logiske, og undervisningen til Mari viser at god naturfagundervisning kan fremme begge deler. Vi ser at Mari var flink til å hjelpe elevene med å bruke forestillingsevne til å forme et kreativt produkt i en ønsket retning. Denne observasjonen stemmer godt overens med vår forståelse av kreativitet som en skapende evne sammensatt av ulike aspekter, som originalitet, kombineringskunnskap og bruk av fantasi og forestillingsevne. Både kreativitet og forestillingsevne er målrettede og meningsskapende handlinger. Derfor kan kreativitet og forestillingsevne bli verdifulle elementer i naturfagundervisning som fremmer elevenes faglige handlekraft.



Del V

Fagdidaktiske implikasjoner – videre satsing på naturfag?



KAPITTEL 14**DISKUSJON – TETTERE
PÅ NATURFAG I KLASSEROMMET**

Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli, Magdalena Kersting, Solveig Karlsen,
Mai Lill Suhr Lunde, Magne Olufsen og Johannes Sæleset

Hva kjennetegner naturfagundervisning som har god kvalitet?

Hvordan kan elevene oppmuntres til å se verdien av kunnskap i naturfag og bruke naturfaglig kunnskap i fremtiden?

I dette avsluttende kapitlet oppsummerer vi de sentrale funnene i boka og drøfter implikasjoner for utvikling av naturfagundervisning. Formålet med kapitlet er å vise hvordan elevenes kunnskapsbase og faglige handlekraft kan styrkes.

KVALITET I NATURFAGUNDERVISNING

Vårt hovedmål i denne boka har vært å avdekke faktorer som har betydning for kvaliteten på naturfagundervisning i norske klasserom. God naturfagundervisning finnes i mange former. Vårt rammeverk for kvalitet gjenspeiler derfor bredden i gode undervisningspraksiser og variasjonen som finnes i naturfag. I tråd med Wittek og Kvernbekk (2011) forstår vi kvalitet i utdanning først og fremst som transformasjon og en kontinuerlig endringsprosess: Ved å oppleve faglig og personlig utvikling kan elever forstå verden på nye måter. Vi tolker transformasjon både som styrking av elevers handlekraft og økning av kunnskap. Handlekraft og

kunnskap er derfor to av grunnpilarene i rammeverket vårt. Den tredje pilaren, læringsmiljø, er farget av et sosiokulturelt læringssyn: eleven er ikke et isolert individ, men i interaksjoner med medelever og i møte med verden. De er avhengig av trygge omgivelser i sitt læringsarbeid. God naturfagundervisning utrunder elevene til å se naturfag i sammenheng med andre områder og fremmer forståelse for fellesverdier som demokratisk dannelse og etisk bevissthet.

Felles for de tre pilarene er at de gjennom fem dimensjoner (*utforskning, tilrettelegging for elevdeltakelse, faglig fordypning, kognitiv aktivering og klasseledelse*) belyser hvordan undervisningspraksis henger sammen med hvordan elever lærer i naturfag. Naturfag er et mangfoldig fag som blant annet inneholder praktisk arbeid, demonstrasjoner, undring over og utforskning av naturfenomener og tolkning av ulike typer representasjoner. Mange former for kunnskap og undervisningspraksis går på tvers av de tre grunnpilarene kunnskap, handlekraft og læringsmiljø.

I dette avsluttende kapitlet ønsker vi derfor å rette oppmerksomhet mot noen overordnede sammenhenger. Først vil vi gi en kort oppsummering av noen sentrale funn for hver grunnpilar før vi drøfter relevante temaer som har vært gjennomgående i boka, og diskuterer implikasjoner for videre satsing. I denne studien har vi videofilmet 20 klasserom og gjennomført en test med LISSIs naturfagprøve og spørreskjema som er besvart av over 1200 elever for å belyse naturfagundervisningen i norske klasserom. Skoler og elever i videostudien er ikke valgt ut tilfeldig. Skolene er rekruttert på bakgrunn av at de har deltatt i en eller annen form for naturfagprosjekt, og at de ligger i nærrområdene til Universitet i Oslo og Universitetet i Tromsø (Norges arktiske universitet). Vi vil understreke igjen at studien ikke er generaliserbar, men vi mener allikevel at den vil kunne gi et viktig innblikk i sentrale trekk ved naturfagundervisningen. I tillegg belyser våre funn og eksempler naturfagets mangfold og – ikke minst – mulighetene som ligger i faget.

OPPSUMMERING

Oppsummeringen følger strukturen i boka: først presenteres handlekraft med sitt fokus på utforskende undervisning, deretter drøftes kunnskap og læringsmiljø på tvers av kapitlene.

Handlekraft

Handlekraft i denne studien forstås som vilje og evne til handling og er representert gjennom to dimensjoner av undervisningskvalitet: *utforskinger* og *tilrettelegging for elevdeltakelse*. I kapittel 4 og 5 har vi analysert elementer av utforskende undervisning i detalj. I kapittel 6 har vi undersøkt i hvilken grad praktisk arbeid gir muligheter for økt elevaktivitet og faglig fordypning.

I de observerte klassene var det mange undervisningstimer som hadde utforskende elementer, men få eksempler som inkluderte alle tre faser av en utforsking (*forberedelse*, *datainnsamling* og *konsolidering*). For å identifisere undervisning med utforskende elementer undersøkte vi undervisningstimer med høy kvalitet (kode 3 eller 4) på kategoriene for minst én av utforskingstasene nevnt over. Disse utgjorde et lite mindretall av de observerte naturfagtimene. Ut fra intervju med lærere og videoobservasjoner av deres undervisning har vi identifisert tre dilemmaer som lærerne hadde knyttet til handlekraft: frihet versus kontroll, implisitt versus eksplisitt undervisning, middel versus mål. Dilemmaene beskriver utfordringer og manglende overensstemmelse mellom lærernes tanker om utforskende undervisning og klasseromspraksisene vi observerte.

Det første dilemmaet gjelder spenningen mellom elevenes frihet og lærerens kontroll under utforskinger. I intervjuene sa lærerne at elevene oppnår større selvstendighet og engasjement når undervisningen blir mindre lærerstyrt, og at dette er et viktig mål ved utforskende undervisning. Samtidig syntes lærerne at det var en utfordring å gi fra seg kontroll når elevene jobbet utforskende. Dette fordi lærerne må kunne tåle litt kaos og være trygge på at det blir en bra økt. Videoanalysene viste at elevene sjelden fikk mulighet til å utforske med stor frihet. For eksempel var elevene i liten grad med på å utvikle egne forskningsspørsmål, hypoteser eller prediksjoner. Da er det interessant at nettopp det å stille egne spørsmål ble trukket frem når lærerne beskrev viktige elementer i utforskende undervisning.

De to andre dilemmaene var mellom eksplisitt undervisning og implisitte forventninger til elevenes læring og mellom utforsking som mål eller middel. I intervjuene omtalte lærerne eksplisitt at utforsking kan være et mål i seg selv. De la vekt på viktigheten av naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter når de snakket om formålet med utforsking. Det at de ikke la vekt på at utforsking kan føre til økt innholdskunnskap,

trenger ikke å bety at de ikke hadde fokus på dette. De kan like godt ha sett på det som en selvfølge. Videoobservasjonene tydet i hvert fall på at utforskende undervisning stort sett ble brukt som et middel for å fremme innholdskunnskap som for eksempel forståelse av naturfaglige begreper. I praksis benyttet lærerne altså utforskende undervisning mer som en pedagogisk strategi enn å se på det som et sett av ferdigheter som skal læres av elevene. Det å øve på vitenskapelige fremgangsmåter kan være et mål i seg selv siden «forskerspiren» hadde flere kompetansemål knyttet til vitenskapelige praksiser. Eksplicit undervisning om vitenskapelig fremgangsmåte hørte til sjeldenhetene.

Dilemmaene som vi har identifisert, står i sammenheng med reelle utfordringer lærere må forholde seg til i skolehverdagen. Disse dilemmaene er sentrale når lærere skal velge fokus i forbindelse med utforskende undervisning. På den ene siden ønsket lærerne å gjøre naturfag til et fag der elevene får utforske sine egne spørsmål og i mindre grad bli fortalt hva de skal lære. Samtidig var noen av lærerne tydelige på at det er mye naturfaglig innhold som skal læres i løpet av grunnskolen.

I kapittel 6 undersøkte vi hvordan praktisk arbeid ble gjennomført i klasserommene. Praktisk arbeid har vi definert som undervisning som inneholder aktiviteter der elevene observerer eller manipulerer fysiske objekter eller materialer eller jobber praktisk med naturfaglige fenomener. I de klassene vi studerte, var praktisk arbeid en arbeidsmetode som ofte ble brukt. I 45 % av timene var det innslag av praktiske aktiviteter. Vi så at de praktiske aktivitetene bidro til at elevene var aktive i lærings-situasjonene. Under de praktiske aktivitetene observerte vi blant annet at elevene var aktive i faglige samtaler. I de observerte klassene både på barne- og ungdomstrinnet så vi at faglig forståelse ble mindre vektlagt mens elevene gjorde praktiske aktiviteter enn i undervisning uten praktiske aktiviteter. Men vi så også at for- og etterarbeidsfasen i stor grad ble brukt til å formidle fagkunnskap og i så måte var sentrale faser for å knytte observasjonene opp mot faglig teori. Det var også interessant at for- og etterarbeidsfasen ble brukt ulikt i de observerte klassene på barne- og ungdomstrinnet. På ungdomstrinnet ble faglig forståelse vektlagt mer i etterarbeidsfasen, mens på barnetrinnet ble dette mer vektlagt i forarbeidsfasen. I denne studien sammenlignet vi også korte og lange praktiske aktiviteter, og det var tydelig at faglig forståelse og kognitive utfordringer ble vektlagt i større grad i korte praktiske aktiviteter.

Kunnskap

Hvordan kan det legges til rette for naturfagundervisning som gir en solid kunnskapsbase? Vi har to dimensjoner, *kognitiv aktivering* og *faglig fordypning*, som dekker relevante aspekter ved kunnskap i naturfag. I del III har vi belyst disse to dimensjonene nærmere. Kapittel 7 har sett på hvordan lærere legger opp til naturfagundervisning som fremmer kunnskap og engasjerer elevene i naturfagrelaterte aktiviteter. Kapittel 8 har undersøkt hvordan lærerens undervisning kan knyttes til elevenes læringsutbytte, mens kapittel 9 har rettet oppmerksomhet mot undervisningsstrategier som bidrar til dypere forståelse av naturfag.

I kapittel 7 har vi sett at lærerne stort sett evnet å bruke gode undervisningsstrategier når det passet med tanke på undervisningen. Timene vi observerte, hadde hovedsakelig høy kvalitet når det gjaldt *faglig fordypning*, *kognitiv aktivering* og *klasseledelse*. Det vil si at lærere i de observerte timene i stor grad brukte faglig språk – for eksempel ved å introdusere, fremkalle, inkludere og understreke fagbegreper ofte og ved å gi elevene mange muligheter til å bruke begrepene. Som nevnt vil det ikke alltid være gunstig for læreren i forkant å presentere fagstoffet grundig med bruk av modeller og fagspråk hvis elevene skal utforske et emne selv. Når det gjelder å få elevene til å reflektere over sin egen læring, var det imidlertid rom for forbedring både på barne- og ungdomstrinn.

I kapittel 8 undersøkte vi hvilke undervisningskvaliteter som ser ut til å påvirke elevens læringsutbytte. Analysene gir et komplekst bilde der mange av variablene påvirker hverandre. Men noe peker seg ut. Det å ha epistemologisk kunnskap, det vil si kunnskap om naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, har en tydelig positiv sammenheng både med prestasjoner i og interesse for naturfag. Videre ser vi at lærere som skaper engasjement, og som gir gode tilbakemeldinger, har en direkte påvirkning på interesse og dermed også en indirekte påvirkning på naturfagprestasjoner. Når vi sammenlignet de tre videoklassene med høyt læringsutbytte med de andre videoklassene, så vi at undervisningen i klassen med høyt læringsutbytte holdt et høyere faglig nivå, blant annet ved at faglige begreper ble brukt oftere enn i de andre klassene. I disse klassene var også elevene mer aktive, spesielt gjennom klasseromsamtaler. Denne sammenhengen mellom undervisningskvalitet og læringsutbytte stemmer godt overens med tidligere forskning som viser at naturfagundervisning har avgjørende betydning for elevresultater

(Seidel & Shavelson, 2007). Denne sammenhengen kan bety at LISSI-manualen setter fokus på elementer i naturfagundervisning som får betydning for elevenes læringsutbytte.

Funnene i kapittel 9 viser at lærere tilrettelegger en god del for faglig fordypning. Når det gjelder kategoriene for *faglig dybde* og *brukt av faglig språk*, ser vi at dette er vektlagt langt mer i undervisningen på ungdomstrinnet enn på barnetrinnet. Vi ser derfor et potensial til at elevene, spesielt på barnetrinnet, i større grad kan bruke fagbegreper i ulike sammenhenger og anvende disse i forskjellige situasjoner. Det er også et potensial til å gi elevene flere kognitivt utfordrende oppgaver på begge trinn ved at de må jobbe mer utforskende, det vil si å stille spørsmål, samle inn data, gjøre analyser og trekke konklusjoner. Kategorien *elevdeltakelse* ble kodet høyt på begge trinn, noe som viser at elevene i norske klasserom er aktive i sin læring. Kategorien *kobling til tidligere kunnskap* ble generelt kodet lavt, noe som viser at lærere har et potensial til i større grad å trekke inn elevenes kunnskaper og erfaringer i undervisningen.

Læringsmiljø og gode eksempler på undervisningspraksis

Kvalitet i naturfagundervisning er avhengig av et godt læringsmiljø. Et trygt og inkluderende læringsmiljø er en forutsetning for at elevene skal være aktive og kunne tilegne seg kunnskap. Resultater fra TIMSS 2015 viser at det er en forholdsvis sterk sammenheng mellom læringsmiljø og prestasjoner i naturfag, sammenhengen er noe sterkere på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet (Nilsen, 2016). I rammeverket vårt er dette beskrevet i dimensjonen *klasseledelse*, som er delt i to kategorier, *atferd* og *tidsbruk*. Den første kategorien viser til graden av forstyrrelser fra elever i undervisningen og hvorvidt læreren må bruke mye tid på å få ro i klasserommet. Den andre viser til i hvilken grad læreren legger opp til effektiv tidsbruk i undervisningen. De observerte klasserommene på begge trinn var stort sett velorganiserte med varierte undervisningsformer. Læringsmiljøet var i så måte vel tilrettelagt for elevenes læring. Selv ved mye praktisk arbeid var det lite tid som gikk med til utenomfaglige forstyrrelser. Som nevnt tidligere er ikke LISSI-lærerne et tilfeldig utvalg av norske lærere. I forbindelse med forespørselen om å delta ble de klar over at det skulle gjøres videoopptak i klasserommene.

En av målsetningene med boka var å få frem gode eksempler på undervisningspraksiser i naturfag. Slike eksempler kan danne grunnlag for utvikling av læreres faglige og fagdidaktiske kompetanse. I de ulike kapitlene har vi derfor trukket frem mange gode eksempler fra de observerte praksisene. Vi har også presentert fire casestudier som illustrerer bredden av undervisningspraksiser i naturfag (kapittel 10–13). Vi har sett hvordan elevene selv får utvikle forskbare spørsmål i undervisningen, hvordan læreren kan stimulere elevene til å undre seg og stille spørsmål, og hvordan elevenes handlekraft kan styrkes også på digitale arenaer. Dessuten har vi hatt fokus på hvordan yngre elever kan lære naturfag av eldre elever i et klasserom med aldersblanding, og hvordan naturfagundervisning kan fremme elevenes kreativitet og forestillingsevne. Felles for alle casene er at lærerne har vært flinke til å skape et godt læringsmiljø.

I casene har vi sett hvordan LISSIs observasjonsmanual kan operasjonaliseres. Vi har tatt i bruk manualen for å belyse ulike kvalitets-tegn i undervisning og sett nærmere på hvordan lærere har variert undervisningspraksiser i tråd med elevenes behov. Manualen kan også være et refleksjonsverktøy som lærere og lærerutdannere kan bruke for å kartlegge hva som skjer i klasserommet. Vi håper at manualen kan hjelpe lærere til å bli mer bevisst på hvordan de kan øke kvaliteten på undervisningen sin, for eksempel gjennom høyere kvalitet på elevsamtaler og utforskinger.

Når vi presenterer eksempler på god undervisningspraksis, er det viktig å nevne at kompetanse i naturfagundervisning ikke begrenser seg til å velge riktig opplegg eller fremgangsmåte. Gode lærere baserer sine handlinger på en velutviklet kunnskapsbase (Sæleset, 2021). Lærere som vil utvikle sin praksis, kan utvikle egen kunnskap om naturen, om egne og andre elever generelt og om hvordan spesifikke begreper og fenomener kan gjøres tilgjengelig for dem (Sæleset, 2021).

UTFORDRINGER I NATURFAGUNDERVISNING

Med bakgrunn i våre funn vil vi nå drøfte noen sentrale temaer i naturfagundervisningen som ligger på tvers av handlekraft, kunnskap og læringsmiljø. Ved å belyse utforskinger, naturvitenskapens praksiser og tenkemåter og spørsmålstilling håper vi å fremheve noen overordnede sammenhenger i rammeverket vårt.

Utforskinger

Det er viktig at elever får sentral og relevant kunnskap om naturen, og at de vet hvordan denne kunnskapen er skapt. Men like viktig er det at elever skal oppleve et personlig engasjement, at de forstår og kan bruke kunnskapen og erfaringer de har, og at de selv kan skaffe til veie kunnskap de trenger. Målet er at de skal bli i stand til å produsere egen kunnskap. Selv om vi har behandlet utforsking under delen *handlekraft*, ser vi at utforsking binder sammen alle våre grunnpilarer. Vi håper at funnene i boka vår har synliggjort at utforsking ikke bare gjennomføres for utforskingsens skyld. Gjennom utforsking opplever elevene at de har en idé og får utforske den, og at de faktisk selv kan gjøre noe for å forstå verden litt bedre. Med andre ord kan utforskende undervisning gi elever tro på sin handlekraft – alene og i fellesskap med andre. Ved å overføre kjent kunnskap til bruk i nye situasjoner ser elevene verdien av kunnskapen og vil forhåpentligvis også bruke den senere.

Når det gjelder sammenhengen mellom utforsking og kunnskap, ser vi at undervisning som vektlegger konsolidering og til dels datainnsamling, også vektlegger faglig fordypning. Naturfagdidaktikere har for eksempel argumentert for at praktiske aktiviteter må ha kognitive utfordringer for å la elevene oppleve hva naturvitenskapelige prosesser går ut på: det trengs både «hands on»- og «minds on»-aktiviteter når elevene lager en hypotese, samler inn data og tolker data kritisk i lys av teori. I vår studie ser vi tydelig et potensial til å gjøre dette i større grad, spesielt i den forberedende fasen ved at elevene lager egne forsknings-spørsmål og planlegger utforsking som kan gi svar på det de undres på. For å forstå hva som er et forskbart spørsmål, må elevene samtidig vite noe om forskningsprosesser.

Når lærerne i LISSI-studien sa at de var opptatt av å engasjere elevene gjennom praktiske aktiviteter under utforsking, er det viktig å understreke at utforsking ikke alltid er praktisk arbeid (og vice versa). I denne boka har vi valgt en ganske snever definisjon av praktisk arbeid som gjør det lettere å skille mellom utforskende undervisning og praktisk arbeid. At elevene jobber praktisk med naturfaglige fenomener, er noe som skiller naturfag fra de fleste andre fag, og av den grunn ville vi gjerne studere det nærmere. Utforskende undervisning omfatter mange ulike fremgangsmåter, blant annet bruk av sekundære kilder. Forsøk med digitale hjelpemidler ble for eksempel ikke tatt med i definisjonen av praktisk arbeid.

Det som er avgjørende både for praktisk arbeid og utforskende undervisning, er hvordan aktivitetene struktureres. Siden full frihet ikke nødvendigvis gir mest læring, burde lærere veksle mellom frihet og kontroll (for eksempel i form av stillaser som gir retning) i ulike utforskende faser (Bjønness & Kolstø, 2015). Når det gjelder praktisk arbeid, har vi sett at faglig forståelse og kognitive utfordringer ble mer vektlagt i korte enn i lange praktiske aktiviteter, et funn som også tyder på viktigheten av god struktur. Det kan være rimelig å tro at det er lettere å holde god struktur ved kortere praktiske aktiviteter, men det kan også bety at lengre aktiviteter er mer komplekse og dermed mer krevende å forstå. Noen funn om elevenes læringsutbytte kan også ses i sammenheng med praktisk arbeid og hvordan det struktureres. For eksempel har konstruert *eleuforsøk*, som består av sju utsagn i elevspørreskjemaet, en negativ sammenheng med elevenes faglige prestasjoner på ungdomstrinnet. Dette er i tråd med resultater fra PISA 2006 og 2015, der elever som sier de gjør forsøk i alle eller nesten alle timene, presterer svakere enn dem som sier at de gjør det i noen av timene (Jensen & Kjærnsli, 2016a; Kjærnsli et al., 2007). Resultatene i de samme studiene sier ikke noe om kvaliteten på denne typen undervisning, bare hvor ofte de ulike aktivitetene forekommer. Ut fra våre funn kan den negative sammenhengen mellom praktisk arbeid og læringsutbytte muligens forklares ved at det er lite fokus på faglig forståelse under praktiske aktiviteter. Når det ofte gjennomføres praktiske aktiviteter og den faglig forståelse blir lite vektlagt, vil dette mest sannsynlig svekke elevenes faglige læringsutbytte. Dette understøttes av våre resultater som viser at det er vanskeligere å holde et høyt faglig nivå under lange praktiske aktiviteter. Funnene våre tyder på at kvaliteten på de praktiske aktivitetene er avgjørende for elevenes læringsutbytte.

Det har i mange år vært en diskusjon om hva som er den viktigste hensikten med utforskende undervisning, og hvilket læringsutbytte den gir. Forskningen peker i flere retninger. Noen har funnet at denne tilnærmingen til undervisning gir mindre læringsutbytte enn tradisjonell, lærerstyrt undervisning (Kirschner et al., 2006). Andre studier viser imidlertid at utforskende arbeidsmåter kan forbedre elevenes læring, gi økt begrepsforståelse og øke engasjementet (Minner et al., 2010; Nilsen & Frøyland, 2016; Schroeder et al., 2007). Elevforsøk er en viktig del av naturfaget og spiller en viktig rolle i å engasjere og motivere elevene (Schwartz et al., 2004). I LISSI-studien har vi sett at undervisning med

praktiske aktiviteter som både holder et høyt faglig nivå, får elevene engasjert, og tiden blir brukt effektivt. Men samtidig har vi sett at det varierer i hvilken grad det opprettholdes et høyt faglig nivå og kognitive utfordringer i disse timene, noe som er viktig for et godt læringsutbytte.

Utforskende undervisning der elevene gis stor frihet, har potensial til å strekke seg utover læreplanens temaer og avsatt tid. I dette ligger en utfordring for naturfaglærere. På den ene siden opplever de at skolesystemet, samfunnet og gjerne de selv ønsker at elevene skal lære mest mulig av det faglige innholdet i læreplanen og prestere godt på tester og eksamen. Faginnholdet i læreplaner og tester er ikke tilfeldig utvalgt. Det er basert på elementer fra naturvitenskapen som er grundig utvalgt til å undervises i den aktuelle samfunnssituasjonen (Deboer, 2002). Elever kan åpenbart ikke gjenskape dette utvalget og på egen hånd strukturere sin egen læring for å oppnå denne kunnskapen. På den andre siden lærer elever naturfag best når de får utforske egne spørsmål og er delaktige i å konstruere egen kunnskap (Anderson et al., 1994; Crawford, 2014; Sæleset, 2021). Det utdannere, foreldre, media, organisasjoner og myndigheter må bli klar over, er at kvalitetsutdanning ikke først og fremst handler om å gjøre elever rike på kunnskap om så mange faglige begreper som mulig. Kvalitetsutdanning handler mer om å la de unge øve på å bruke et begrenset antall begreper, slik de gjør i utforsking (Deboer, 2002). Lærere møter her en utfordring når de må velge mellom på den ene siden å skape situasjoner der elevene får reell mulighet til å konstruere kunnskap om spørsmål de lurer på, og på den andre siden å sørge for at de lærer den naturfaglige kunnskapen som læreren selv eller andre mener at er essensiell. Lærere trenger anerkjennelse for at dette er en reell utfordring, støtte til å velge riktig balanse og ressurser og tid nok til å gjøre den til en realitet. Gode skoler og læringssituasjoner gir handlingsrom for elevenes frie vilje. Et mål er at elever får genuin interesse for sentrale temaer og oppriktig begynner å lure på hvordan den verden de en gang skal ta over, egentlig fungerer.

Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter

Et annet viktig tema på tvers av de tre grunnpilarene våre er epistemologisk kunnskap og naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter. Tidligere forskning har vist at mange naturfaglærere ikke underviser eksplisitt om naturvitenskapens egenart, selv om de tror de gjør det, og mange lærere ser

ikke på kunnskap om dette på lik linje med kunnskap om faglige begreper (Lederman & Lederman, 2019). Dette stemmer overens med funnene våre i LISSI studien. Selv om lærerne i intervjuene vektla perspektiver som gikk ut på naturfagets egenart, virket det som om lærerne antok at elevene fikk forståelse av hva som ligger i vitenskapelige tenkemåter og prosesser, ved å jobbe utforskende. Lærerne knyttet i liten grad de utforskende elementene eksplisitt til naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, men vektla i større grad begrepsforståelse og faglig kunnskap i utforskningene. Våre funn om at lærerne legger liten vekt på naturvitenskapens egenart, er i tråd med funn fra PISA 2015 der nesten 30 % av elevene sier at klassen aldri eller nesten aldri diskuterer vitenskapelige spørsmål (Jensen & Kjærnsli, 2016a). PISA 2015 viser også at norske elever presterer noe svakere på naturfaglige oppgaver som handler om å vurdere og planlegge naturvitenskapelige metoder, enn på oppgaver som handler om å kunne bruke naturvitenskapelige teorier, begreper og fakta (Kjærnsli & Jensen, 2016b; OECD, 2016). Dette forsterkes igjen av våre LISSI-funn i kapittel 8 som viser at det å ha kunnskap om naturvitenskapelige tenkemåter og metoder har en tydelig positiv sammenheng både med prestasjoner i og interesse for naturfag.

En mulighet til å trekke inn naturvitenskapens egenart mer eksplisitt er å oppmuntre elevene til å formulere spørsmål og hypoteser og forklare hvordan hypoteser utgjør en viktig del av naturfagets egenart. På den ene siden kan elevene få eierskap til både spørsmål og data som besvarer spørsmålene, og i større grad engasjeres i diskusjoner rundt data og funn. På den andre siden kan arbeid med dannelsen av spørsmål og hypoteser knyttes til en mer eksplisitt tilnærming til naturvitenskapens egenart: Om lærere formidler eksplisitt at det å lage forskbare spørsmål og hypoteser er en viktig del av den naturvitenskapelige prosessen, er det større sjanse for at elevene også utvikler kunnskap om naturvitenskapelige praksiser og arbeidsmåter. Her er det viktig å understreke at begrepet *hypotese* kan forstås på forskjellige måter. Tidligere forskning har vist at lærere ofte bruker hypoteser som middel til å aktivisere elevenes tidligere kunnskap (Gyllenpalm et al., 2010). I denne sammenhengen brukes *hypotese* ofte for å gjette på hva som vil skje i en konkret situasjon, og ikke som en tentativ forklaring på et naturvitenskapelig fenomen som kan testes empirisk (Sjøberg, 2021). Likevel er det klart at ikke alle hypoteser er gjetting, og at elever også får lage hypoteser ut fra hvilke erfaringer og kunnskap de har om et fenomen.

Praktisk arbeid gir også muligheter for å gjøre naturfagets egenart til et eksplisitt tema i undervisningen. Osborne (2015) hevder at naturfag i bunn og grunn handler om ideer om den materielle verden. Ideene er et produkt av kreativ tenkning og logisk resonnering, og praktisk arbeid, for eksempel eksperimenter og forsøk, tjener til å teste disse ideene. Med andre ord: selv om eksperimentering er et viktig trekk ved naturvitenskapen, er det ikke det som definerer den. Det grunnleggende formålet med praktisk arbeid er derfor å hjelpe elever til å knytte den virkelige verden og naturfaglige fenomener til den naturvitenskapelige verden av ideer. Vi har sett at det var denne oppfatningen av praktisk arbeid som læreren uttrykte i casen om integrasjon av nettbrett i praktiske forsøk, selv om vi ikke så at han eksplisitt formidlet formålet i undervisningen sin. Det å eksplisitt forklare at praktisk arbeid belyser ideer og bygger teori, kan skape forståelse av naturfagets egenart og er derfor en god undervisningsstrategi.

Vi har sett at undervisning der lærere vektlegger naturvitenskapelige metoder og tenkemåter, også har høye koder for faglig fordypning: Kategorien *naturvitenskapens egenart* korrelerer godt med alle kodene for *faglig fordypning*. Det tyder på at en lærer som eksplisitt viser til naturvitenskapens tenkemåter og metoder i undervisningen, kan sette naturfaget i en større faglig kontekst. Med andre ord: ved å fokusere på naturfagets egenart gis faget en større kontekst for elevene. I læreplanen LK20 er aspekter av naturfagets egenart vektlagt i stor grad. Lærere har derfor muligheter til å øke kvaliteten på undervisningen ved å trekke inn ulike aspekter ved naturvitenskap og hvordan forskere jobber.

Våre funn viser i tillegg at kunnskap om naturvitenskapelige metoder og tenkemåter har betydning både for elevenes faglige prestasjoner i og interesse for naturfag. Dette er i tråd med funn fra PISA 2015 (Jensen & Kjærnsli, 2016b; OECD, 2016). For at elever skal kunne delta aktivt i dagens samfunn, er kunnskap om naturfagets tenkemåter og metoder kanskje viktigere enn noen gang. Vi blir stadig stilt overfor problemstillinger der det er viktig å kunne skille vitenskapelige undersøkelser fra andre undersøkelser, og det er ofte krav til å kunne vurdere kritisk og argumentere for funn der naturvitenskapelige argumenter inngår (Knain & Kolstø, 2019; Lederman & Lederman, 2019; Sjøberg, 2009). Men kunnskap om naturvitenskapens egenart er ikke tilstrekkelig i seg selv, det må kunne knyttes til faglig kunnskap (Lederman & Lederman, 2014).

Forskbare spørsmål

Et annet sentralt element i god naturfagundervisning som har vært et gjennomgående tema i boka, er det å undre seg og stille spørsmål. Her ligger det et stort potensial til å fremme god naturfagundervisning. Samtidig betyr egne spørsmål ikke alltid selvvalgte temaer, men det å kunne stille forskbare spørsmål som man kan finne svaret på. «Hva lurer du på her?» «Hva er det mulig å finne svaret på?» «Hvordan skal vi finne ut dette?» Å stille forskbare spørsmål må ses i sammenheng med planlegging av utforskning.

At elevene får mulighet til å stille egne spørsmål, kan være en effektiv læringsstrategi ved at elevene selv setter fokus på det de ikke forstår eller ønsker å vite mer om (Chin & Brown, 2002). For læreren er elevenes spørsmål verdifulle i den forstand at de kan gi informasjon om hva elevene har tilegnet seg av kunnskap i en undervisningsaktivitet, og hvor i læringsprosessen de befinner seg, avhengig av type spørsmål elevene stiller. Å finne svar på spørsmål som elevene selv har utformet, kan være motiverende og drive en utforskningsprosess, og det gir elevene en mulighet til å lære om naturvitenskapelig metode. At elevene skal lære seg å formulere spørsmål i naturfag, er også nedfelt i læreplanen, både knyttet til grunnleggende ferdigheter og naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter.

Våre funn viser at lærerne i liten grad arbeider aktivt med elevproduserte spørsmål i undervisningen, hverken i utforskende arbeid eller i andre undervisningsaktiviteter. Dette er heller ikke en vanlig aktivitet i naturfagundervisning. Når elever stiller spørsmål, er det gjerne lukkede spørsmål av prosedural art, eller faktaspørsmål (Chin & Brown, 2002). De har imidlertid ikke for vane å stille åpne spørsmål som kan hjelpe dem til å bygge kunnskap og til å oppnå dypere læring. Det kan være ulike årsaker til dette, for eksempel at elevene ikke føler seg trygge nok i læringsmiljøet til å stille spørsmål, eller at lærerens kunnskapsnivå eller læringssyn er et hinder for å legge til rette for dette. Det er imidlertid læreren som må innføre strategier for å hjelpe elevene med å bli mer aktive i sin egen læreprosess og skape et miljø der det er rom for undring og nysgjerrighet.

For å legge til rette for elevproduserte spørsmål kan læreren for eksempel gi elevene i oppdrag å stille spørsmål til en tekst de skal lese, eller spørsmål knyttet til en praktisk aktivitet. Det viser seg imidlertid at elevene stiller mer åpne spørsmål når aktivitetene de er involvert i, har en mer utforskende og problembasert tilnærming (Chin & Brown, 2002).

Med støtte fra læreren kan også disse elevspørsmålene være utgangspunkt for argumentasjon mellom elever, for å utveksle ideer og finne forklaringer i fellesskap (Chin & Osborne, 2010).

En av lærerne på barnetrinnet beskriver hvordan hun kontinuerlig arbeider med elevspørsmål i sin undervisning (se kapittel 10). Hun oppfordrer elevene generelt til å undre seg og stille spørsmål om det de observerer rundt seg, og arbeider aktivt med disse spørsmålene som utgangspunkt for deltakelse i Nysgjerrigper-konkurransen. Hun legger opp til mye undring i sin naturfagundervisning, samtidig som hun vektlegger hvordan elevenes spørsmål kan være forskbare spørsmål. I tillegg bruker læreren aktivt lesestrategier der elevene blir oppfordret til å stille spørsmål når de leser tekster. Denne praksisen ser vi i liten grad i andre klasser i LISSI-prosjektet, og det er ingen andre lærere som arbeider eksplisitt med elevenes egne forskningsspørsmål. Det vil være interessant å se nærmere på hvorfor dette gjøres i så liten grad i de naturfagtimene vi har observert.

IMPLIKASJONER – VIDERE SATSING PÅ NATURFAG

Hensikten med LISSI-studien har vært å få frem gode eksempler på naturfagundervisning og utvikle et solid kunnskapsgrunnlag for bedre å forstå hva som kjennetegner klasseromspraksis i naturfag, og hvordan ulike former for undervisning henger sammen med elevers læring, motivasjon og engasjement i naturfag. Ved å beskrive faktorer som har betydning for kvaliteten på naturfagundervisningen i norske klasserom i dag, ønsker vi også å diskutere implikasjoner for videre satsing på naturfag i fremtiden.

Hva er god naturfagundervisning? Og hva ønsker vi at elevene tar med seg videre i livet? I denne boka har vi presentert og diskutert klasseromsaktiviteter som styrker både elevenes faglige handlekraft og deres kunnskapsbase. Vi har sett at naturfagundervisning kommer i mange former, og at *handlekraft*, *kunnskap* og *læringsmiljø* kan bringes sammen som god naturfagundervisning på flere spennende måter. I fremtidens samfunns- og arbeidsliv vil elevene møte behov for å kunne omstille seg og utforske nye situasjoner, innhente ny informasjon, være kritiske og vurdere nye løsninger for stadig nye problemstillinger. Å ha kompetanse i utforskende måter å arbeide på og i naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter vil kunne styrke elevenes handlekraft og deres naturfaglige

kunnskap. Naturfagene er viktige, og god naturfagundervisning kan gjøre elevene bedre i stand til å forstå verden og delta i samfunnet vårt.

Det er særlig det samfunnsmessige perspektivet som stadig blir viktigere i elevenes utdanning. Elevene må kunne ta stilling og forholde seg kritisk til naturfaglige og etiske problemstillinger de ser rundt seg i media og nærmiljø. Slike problemstillinger knyttes for eksempel til miljø, helse, bærekraftig utvikling eller demokrati og medborgerskap. Det er ingen tvil om at naturfag utgjør en viktig del av allmenndannelsen, og at det kreves at elevene har naturfaglig kunnskap og faglig handlekraft for å kunne ta viktige avgjørelser i vårt moderne samfunn.

Samfunnet har endret seg betydelig de siste årene, ikke minst med tanke på teknologi og dens rolle i hverdagen vår. Det er ikke overraskende at vi også ser at naturfagundervisningen er i endring. I dag ser vi mye mer variasjon i organiseringen av undervisningsaktivitetene enn for noen år siden. Dette er spennende! Ved å dekke et stort spenn av temaer, fra utforskinger og praktiske aktiviteter i naturfag til naturfagets egenart og faglig fordypning, håper vi at denne boka har relevans for undervisning, inviterer til refleksjon over naturfagets rolle i samfunnet og ikke minst blir et verktøy for videreutvikling av fagdidaktisk kompetanse hos naturfaglærere.

Lærerne og elevene vi har observert og beskrevet i denne boka, har fulgt Kunnskapsløftet 2006. «Forskerspiren» er et hovedområde som skal integreres i de andre områdene i naturfag. Det står at elevene skal: utvikle kreativitet, kritisk evne, åpenhet og aktiv deltakelse i situasjoner der naturfaglig kunnskap og ekspertise inngår. I tillegg skal naturfag bidra til at barn og unge utvikler kunnskaper og holdninger som gir dem et gjennomtenkt syn på samspillet mellom natur, individ, teknologi, samfunn og forskning. Denne studien er hverken en evaluering av Kunnskapsløftet 2006 eller av elevenes måloppnåelser fra læreplanen, men en studie av naturfagundervisning med utgangspunkt i kvalitetskriterier som vi håper kan favne over både Kunnskapsløftet 2006, Kunnskapsløftet 2020 og elevers fremtidige utfordringer. Vi håper at LISSI-studien også kan fungere som sammenlikningsgrunnlag for eventuelle andre fremtidige naturfagstudier.



KAPITTEL 15**KOMMENTARER TIL BOKENS
RESULTATER OG DISKUSJONER**

Stein Dankert Kolstø

Samfunnet knytter ambisiøse mål til skolens naturfag. Elevene skal lære naturvitenskapens fakta, teorier, og tenkemåter, og de skal kunne utforske problemstillinger og utøve kritisk tenkning. De skal også kunne anvende kunnskapen i møte med samfunnsaktuelle problemstillinger, situasjoner i arbeidslivet og egen hverdag. Dette er målsettinger som lenge har stått sentralt i læreplaner i naturfag.

Utforskende arbeidsmåter har av mange, både forskere og lærere, blitt sett på som en mulig arbeidsmåte for å dyktiggjøre elever til å nå mange av disse målene. Samtidig har det vært stilt spørsmål om utforskende arbeidsmåter krever spesialisert kompetanse hos læreren for å gi gode resultater. LISSI er et forskningsprosjekt som undersøker kjennetegn på god naturfagundervisning, med et spesielt fokus på utforskende arbeidsmåter. Prosjektet gir oss dermed innsikt i kvaliteter og utfordringer knyttet til bruk av utforskende arbeidsmåter i en norsk kontekst. Dette gjør resultater og vurderinger fra LISSI svært interessante å lese.

Jeg er selv blant dem som har forsket på utforskende arbeidsmåter. Jeg prøver også selv å undervise basert på prinsipper for utforskende arbeidsmåter. I min forskning og undervisning av lærerstudenter har jeg særlig vært opptatt av to spørsmål: Hva kjennetegner utforskende arbeidsmåter som fungerer for elever med ulike interesser og faglige grunnlag? Og hvordan kan utforskende arbeidsmåter brukes for å jobbe med ulike mål for opplæringen?

LISSE-prosjektet har jobbet med liknende spørsmål. Et av de interessante resultatene fra prosjektet er observasjonsmanualen som forskerne håper kan fungere som verktøy for lærere som ønsker å utvikle undervisningen sin videre. I dette kommentarkapittelet vil jeg diskutere en del funn fra LISSE-klasserommene og kategorier i observasjonsmanualen i lys av forskningen jeg kjenner til. Jeg vil også løfte frem noen aspekt ved utforskende undervisningspraksis som teori og datagrunnlaget kanskje gjorde at de ikke ble så tydelige i observasjonsmanualen. Her vil jeg særlig fokusere på dialogens betydning for læring.

Mitt mål er å prøve å få frem noen råd for bruk av utforskende arbeidsmåter i lys av forskning og resultater fra LISSE samt mine egne erfaringer og vurderinger. Jeg vil i første del kommentere på tre elementer som jeg mener er særlig sentrale for vellykket bruk av utforskende arbeidsmåter: en god start gjennom praktisk arbeid, bruk av inkluderende faglig samtale og planlegging basert på helhetlig tenkning om læring. Deretter vil jeg kommentere resultater fra LISSE med henblikk på de mange ulike målene i naturfaget. Til slutt vil jeg reflektere over bruk av observasjonsmanualen som verktøy for utvikling av undervisningspraksis.

BRUK AV PRAKTISKE EKSPERIMENT I NATURFAG

I eksemplene på utforskende arbeidsmåter fra LISSE-prosjektet står elevers praktiske arbeid sentralt. Praktisk arbeid regnes som et kjerneelement i utforskende arbeidsmåter. I kapittel 5 pekes det på at praktisk arbeid gir elevene mulighet for å lage gode koblinger mellom praktiske aktiviteter og fagkunnskap. Lærere som ble intervjuet, snakket om at elevene skulle lære å koble teori til naturfaglige fenomener. Den underliggende utfordringen er at naturvitenskap ikke bare dreier seg om å beskrive med hverdagsord det vi kan observere i naturen. Naturvitenskap innebærer også å identifisere mønstre i observasjoner og å utvikle forslag til forklaringer av observasjoner og mønstre (Duschl, 2003). Observasjoner skal forstås i lys av teori, og teori skal forstås i lys av observasjoner (Tiberghien, 2000). Denne koblingen mellom observasjon og teori kan gjøre naturvitenskap krevende å lære.

I praksis kan det kanskje se ut som at ikke alle elever trenger å bygge på observasjoner for at teoretiske fagbegreper skal gi mening. Jeg tror dette er feil. Når jeg lytter til lærere eller lærerstudenter som legger frem

fagstoff, bruker de alltid eksempler. Eksempler henviser til konkrete erfaringer og observasjoner som læreren håper elevene kjenner seg igjen i. Det ser likevel ikke ut til at slike verbale eksempler er tilstrekkelig for alle elever, og kanskje kjenner ikke alle elevene seg igjen i alle eksemplene. Praktisk arbeid kan her gi observasjoner som kan bidra til å gi mening til fagstoffet.

Like viktig er kanskje den andre begrunnelsen for praktisk arbeid som LISSI-lærere fremhever; praktisk arbeid kan fremme elevenes engasjement. Dette inngår også i kategorien *forberedelse* i observasjonsmanualen. Uten dette engasjementet begynner ikke elevene å fundere over observasjoner og eksempler, og de begynner ikke å reflektere over mulige forklaringer som kan kobles til observasjonene. Erfaringsmessig er praktiske erfaringer med reelt utstyr, direkte observasjon og rom for manipulering mer engasjerende for de fleste elever enn verbale reproduksjoner fra lærer. I kapittel 8 er det for eksempel omtalt et forsøk der elevene skulle lage sitt eget lim. Elevene kunne selv velge blant ulike ingredienser og velge mengder. De jobbet i små grupper, og de ser ut til å ha vært spente når ulike lim skulle testes og sammenliknes. Mange av oss har erfart at det å la elevene manipulere med utstyr, og ikke minst å selv kunne velge hvordan de vil bruke utstyret, engasjerer dem. Dette er også i tråd med motivasjonsteori. Ifølge selvbestemmelsesteorien vil elever lettere engasjere seg i aktiviteter kjennetegnet av at de selv kan gjøre valg, samtidig som den sosiale situasjonen er god og de har tro på at aktiviteten vil gi et resultat (Ryan & Deci, 2000).

Samtidig ligger det en utfordring her. Utvikling av faglig forståelse forutsetter at elevenes praktiske engasjement får en faglig retning. Gjennom valg av eksperiment kan læreren legge til rette for at elevene kan erfare mønstre eller kontraster i observasjonene som kan stimulere til undring og forsøk på forklaringer (Schwartz et al., 2011). Fysikdidaktikeren Cedric Linder har utviklet det han kaller *variasjonsteori* (Ingerman et al., 2009), der han og kolleger hevder at variasjon er nødvendig for å erfare mønstre i naturen som så gir grunnlag for utvikling av forklarende teori. Ofte er det også slik at observasjon av et fenomen ikke vekker interesse før vi erfarer kontraster eller variasjoner.

Jeg besøkte en gang en 7. klasse i timen før de skulle ha naturfag-prøve om blant annet forskjellen på jevne og ujevne blandinger. Tidligere i læringsløpet hadde de gjort et eksperiment der de hadde løst en teskje

med salt i et glass vann. Likevel viste det seg at ingen i klassen kunne svare på lærerens spørsmål om hva som var forskjellen på jevne og ujevne blandinger. I samtalen etter timen kom det frem at elevene ikke hadde fått erfaringer med stoffer som gav ujevn blanding med vann. I et mer utforskende opplegg kunne kanskje elevene ha undersøkt hvordan det fungerte når de prøvde å løse for eksempel salt, potetmel, sukker og sagapon i vann. Da ville elevene fort kunnet se kontrasten mellom jevne og ujevne blandinger og blitt utfordret til å beskrive forskjeller de så. De ville da ha vært i gang med å utforske fenomenene og begrepene de skulle lære. Eksperiment med slike tydelige og relevante faglige kontraster eller mønstre kan gi elevenes utforsking faglig retning.

Eksempelen kan selvfølgelig hevdes å være for komplekst. Forskjeller i løselighet kan ha flere årsaker, og grad av løselighet kan variere. Men skal elevene forberedes på å bruke de naturfaglige begrepene i den komplekse verden utenfor skolen, må de kjenne begrepene på litt mer kompleks form enn bare som jevne eller ujevne løsninger. En av fordelene med å jobbe utforskende er nettopp at diskusjoner om variasjoner i naturen kan dukke opp.

Bruk av kontrastfylte observasjoner kan ha vært for spesifikt til at det dukket opp i analysene i LISSI. Prinsippet kan være en støtte når lærer skal planlegge eksperiment som skal stimulere elever til å bli på nysgjerrige på å finne faglige forklaringer.

SAMTALE, DELTAKELSE, SPRÅK OG LÆRING I NATURFAG

I data fra LISSI-klasserom var det et mønster der bruk av korte praktiske aktiviteter i større grad var knyttet til forekomst av *faglig fordypning*. De nevnte eksperimentene med å lage lim og med jevne og ujevne blandinger er enkle og hurtige å utføre. Dette gjør at elevene ikke trenger å fundere lenge på hvordan utstyr skal kobles og eksperimentet skal gjennomføres. Elevenes fokus kan da lettere bli på observasjoner, på variasjon i observasjoner og på funderinger over disse, og det blir mer til faglig utforskende samtale. Dette er i tråd med de siste årenes kritikk av bruk av komplekse elevøvelser basert på oppskrifter med mange trinn (Abrahams & Millar, 2008).

Resultater fra LISSI presentert i kapittel 5 og 7 får tydelig frem at det ikke er praktisk arbeid i seg selv som gir læring, men hvordan det praktiske

arbeidet inngår i en helhet med for- og etterarbeid. I noen klasserom med mye praktisk aktivitet var det mindre læring enn i klasserom med lite praktisk arbeid. Hypotesen som legges frem, er at disse mønstrene kan forklares ved at det er for lite fokus på fag og forståelse under praktiske aktiviteter. Samtidig kan vektlegging av fag og forståelse gjøres på mange måter, og detaljene i tilretteleggingen kan være avgjørende for elevenes utbytte. De siste tiårene har forskningen gitt økt innsikt i den rollen elevenes språk og språkutvikling spiller i læringsprosesser (Mork & Erlien, 2017). Fenomener og mønstre skal beskrives, og forslag til forklaringer skal formuleres. Det å beskrive og forklare er språklige aktiviteter. Forskere må ofte utvikle nye ord og begreper for å kunne snakke presist om nye fenomener. Elevene skal også utvikle språket sitt. Kanskje passer ikke hverdagsord helt godt når eleven skal prøve å forklare, og ordene må liksom «vris» litt for å prøve å få frem nye betydninger (Mestad & Kolstø, 2014). Tilrettelegging som gjør at elevene formulerer seg språklig underveis i læringsarbeidet, kan gi økt læring for flere (Mercer, 2008).

Utvikling, formulering og deling av ideer

Lærerne som ble intervjuet i LISSI, viste til verdien av praktisk arbeid for å få elevene engasjert og for å se fenomen og illustrere teori. Det ser ikke ut til at de la frem tanker om hvordan identifisering av fenomen og kobling mellom observasjoner og forklarende teori kunne bygges gjennom utforskning og samtale. I forskningen er det i dag økende grad av enighet om at elevenes formulering og diskusjon av egne forslag til beskrivelser og forklaringer er sentralt for læring gjennom utforskende arbeidsmåte (Furtak et al., 2012; Zhang & Cobern, 2021). Bare da kan eleven få tilbakemelding og høre om tankene gir mening for andre. Kanskje må beskrivelser og forklaringer videreutvikles i fellesskap. I observasjonsmanualen er det flere kategorier og koder knyttet til bruk av samtale og stimulering til språkliggjøring av tenkning. Kategoriene *opptak av elevinnspill* og *mulighet for elevsamtale*, under hovedkategorien *klassemtale*, får frem viktigheten av at elever formulerer sine tanker og forklaringer verbalt og får tilbakemelding på disse. Oppfølging med opptak der elevers forslag gjentas, reformuleres og bygges ut, er godt kjent fra forskningen som sentrale grep for å fremme læring (National Research Council, 2005). Opptak har også den positive effekten at den normalt oppleves

av eleven som verdsetting, noe som er med på å opprettholde elevenes engasjement i klassesamtalen (Dysthe, 1995). En annen kategori i observasjonsmanualen er *tilbakemelding*. Et sentralt poeng med tilbakemelding som ikke synes i tittelen på kategorien, men som inngår i beskrivelsen av koder, er at tilbakemelding er knyttet til «spesifikke elevarbeider og ideer». Med andre ord er det en forutsetning at læreren har gitt elevene oppgaver som utfordrer dem til å uttrykke tenkningen sin gjennom tale, tekst, regning eller tegning (Hattie, 2013).

Det er rett og slett et kjernepunkt i all læring at elevene må formulere sine tanker og forståelser for å kunne utvikle språket sitt, for å kunne utvikle forståelsen sin og for å kunne få tilbakemeldinger slik at deres språk og tenkning kan utvikle seg videre. Noen elever greier å lære naturfag gjennom taus gjennomtenkning og tilbakemeldinger fra skriftlige kilder. Dette er derfor et fellestrekk ved god utforskende undervisning og god «tradisjonell» undervisning der fagstoff legges frem uten innledende utforskning. Elever flest trenger en lærer som stimulerer til verbalisering i et trygt og stimulerende sosialt miljø (National Research Council, 2005).

Det er selvfølgelig vanskelig for elevene å bruke fagets språk når de ikke har forstått begrepene ennå, og når de ikke føler at de kan svare på lærerens faglige spørsmål. Samtidig vil ikke naturfaglig kunnskap kunne læres uten at elevene bruker og videreutvikler språket sitt. For meg er dette en sentral utfordring for tilrettelegging for læring. Siden jeg ikke fant dette diskutert i bokens kapitler, vil jeg derfor legge frem mine tanker om dette.

En beskrivelse av muligheter for å stimulere elever til å bruke språk kan vi få ved å se på språkets rolle i ulike faser av en læringsprosess. I utforskende arbeid ser vi for oss en læringsprosess der elevene begynner med praktisk aktivitet og observasjon. Elevene må da bruke språk og tegning til å beskrive sine observasjoner og forslag til observerte fenomen og mønstre. Elevene kan da bruke sitt hverdagsspråk og det de kan fra før av fagspråk. Elever med gode forkunnskaper vil kunne bruke disse, men alle elever vil likevel kunne utfordres til å bidra. Ofte får ikke alle elevene med seg de relevante observasjonene, og noen legger merke til ting som kanskje er mindre relevante. Gjennom deling og samtale om observasjoner vil alle elevene få tilgang til observasjoner og mulige mønstre som de kanskje ikke så selv. Da kan alle elevene få et bedre grunnlag for videre arbeid. Lærer kan spørre hva den enkelte elev eller gruppe så, og trenger ikke vurdere

svarene langs rett–galt-aksen. Det er eleven som sitter med fasiten for egne observasjoner, og eleven kan få erfare at læreren er interessert i elevens bidrag. Det kan da bli lav terskel for å bidra. De ulike observasjonenes kvalitet og relevans avklares gjennom videre felles diskusjon.

I mange modeller for utforskende arbeidsmåter er det et kjennetegn at elevene selv skal komme med forslag til beskrivelser og forklaringer av observasjoner og mønstre fra det praktiske arbeidet (Kolstø, 2018). Et hovedmål med dette er å få elevene til å begynne å tenke i årsaker og sammenhenger (Schwartz et al., 2011). Det er slik tenkning naturvitenskapen er kjennetegnet av. I praksis innebærer dette at elevene prøver å tenke abstrakt og utvikle teori. Det er slik forskere jobber. Et viktig mål er at elevene opprettholder engasjementet fra det praktiske arbeidet også når det skal jobbes med forklaringer, med faglig fordypning. Elevenes forslag til beskrivelser og forklaringer vil normalt ikke være faglig korrekte. Det er heller ikke målet. Ulike grupper og elever kommer gjerne med ulike forslag. Noen sliter kanskje med å komme på ideer. Gjennom deling og diskusjon av forslag vil alle elever få tilgang til flere forklaringsforslag. I «tradisjonell undervisning» vil læreren forklare fagstoffet før forklaringene diskuteres i klasserommet. Men lærerens forklaring vil for mange være vanskelig tilgjengelig. Ofte vil den inkludere ordbruk som er litt ny for elevene. I utforskende arbeidsmåter prøver vi å bruke elevenes nysgjerrighet fra det praktiske arbeidet til å utfordre dem til å bruke sin kreativitet og lage egne forslag til forklaringer. Når elevene utfordres til å lage egne forklaringer, vil de kunne formulere ideene med egne ord. Det er da mulig for alle elever å bidra i faglige samtaler. I forsøket gjengitt i kapittel 8, der elevene skulle lage sitt eget lim, ser det ut til at ulike elever kom med ulike forslag til forklaringer basert på egne observasjoner, kreativitet og forkunnskaper. Noen elever kan ha mye forkunnskaper og baserer i stor grad forslagene sine på disse. Andre elever kan ha lite forkunnskaper i naturfag, men kan likevel være kreative og formulere forklaringsforslag. Dette er et nøkkelpoeng med utforskende arbeidsmåte; å få flere elever til å begynne å tenke i mønstre, årsaker og sammenhenger, og dermed begynne å utvikle en mer teoretisk og naturvitenskapelig måte å tenke på.

I en kjent studie ble elever i flere klasser gitt oppgaver der de i smågrupper skulle studere kontrastfylte data og lage en formel som beskrev mønstre i data (Schwartz et al., 2011). I noen av klassene forklarte lærer fagstoffet før elevene begynte på oppgavene. Basert på videoopptak av

samtaler i gruppene fant forskerne at elevene typisk prøvde å huske lærerens forklaring og bruke denne litt mekanisk til å løse oppgaven. I de andre klassene gjorde elevene oppgavene først og fikk faglig forklaring av læreren etterpå. Analysene av videopptakene viste at disse elevene brukte mye tid på å diskutere og sammenlikne de kontrastfylte observasjonene og prøve å finne forklarende mønstre. Tre uker senere gav forskerne elevene en anvendelsesoppgave som krevde dybdeforståelse. Den siste gruppen av elever gjorde det da svært mye bedre enn den først gruppen, og de faglig svakeste elevene i de siste klassene gjorde det like bra som de faglig dyktigste i klassene som hadde fått forklaringen først.

Når skal så læreren legge frem korrekt forklaring av fagstoffet, og hvordan? I eksempelet ovenfor ble det mer dybdelæring for elever som måtte fundere og utvikle egne forslag før de fikk forklaring av læreren. Forskernes hypotese er at elevenes arbeid med å lage egne forklaringer gjorde dem bedre forberedt for å forstå lærerens forklaring etterpå. De hadde da allerede tanker om mønstre og sammenhenger som de kunne sammenlikne lærerens forklaring med, og de kunne derfor lettere forstå litt mer av denne. I den kanskje mest kjente modellen for utforskende arbeidsmåte, 5E-modellen, skal elevene lage sine egne forklaringsforslag før lærer legger frem naturvitenskapens forklaring. Det er godt dokumentert at undervisning basert på 5E-modellen fremmer elevers læring (Bybee et al., 2006). I en analyse av 37 studier av utforskende arbeidsmåter fant Furtak, Seidel, Iverson og Briggs (2012) generelt positive læringseffekter. Men størst effekt på læring fant de når den utforskende undervisningen innebar at elevene skulle utvikle og begrunne forklaringer, presentere og diskutere sine forklaringer i klassen, og at lærer knyttet disse til forkunnskaper og faglige begreper.

En av kategoriene i observasjonsmanualen er *bruk av faglig språk*. Bruk av faglig språk inneholder samtidig et dilemma. Hvis elever blir oppmuntret til å bruke faglig språk før begrepene gir mening, er det vanskelig for dem å lage meningsfulle setninger med begrepene. Noen elever liker å prøve ut egen forståelse i klasseromsamtaler, mens andre elever synes det blir sosialt krevende å få korrigerende tilbakemeldinger. Min erfaring fra naturfagklasserom er at svært mange elever velger å ikke delta i klassesamtaler og vegrer seg for å svare på faglige spørsmål. Hvis vi presser elever til å prøve å snakke naturfaglig korrekt for tidlig, vil vi lett miste deres engasjement og deltakelse. Resultatet kan bli mindre

læring. Utforskende arbeidsmåter gir rom for at elevene først formulerer observasjoner, mønstre, beskrivelser og forklaringer med egne ord.

Fagspråk vil kunne innføres når elevene har tilstrekkelig grunnlag i observasjoner og egne forklaringsforslag. Da er det tid for å utfordre elevene til å formulere egne tolkninger av faglige begreper lærer har innført, og utvikle disse videre gjennom diskusjon. Kategorien *elevrefleksjon* får frem hvordan elevene etter utforsking og samtaler trenger å samle tankene og oppsummere hva de har lært, gjennom å skrive eller fortelle fagstoffet med egne ord og med bruk av fagspråk.

Noen lærere erfarer at de mister engasjementet til mange elever selv når de legger frem fagstoff etter en utforskende fase. Et alternativ til å legge frem faglig stoff i en egen bolk er at læreren bruker klassesamtaler og korte gruppediskusjoner til å utfordre elevers forslag og å dele eller minne om kunnskaper som kan støtte elevene i videreutvikling av egne forslag. Gjennom bruk av eksperiment kan forslag testes mot empiri. Gjennom diskusjoner kan nye ideer spilles inn fra lærer og medelever, og noen av elevenes forklaringsforslag kan begynne å virke mindre sannsynlige. I en kjent rapport som oppsummerer forskning på læring i naturfag, er denne metoden for læring og konsolidering beskrevet (National Research Council, 2005, se kapittel 10, tilgjengelig på www.nap.edu). De peker på at slike sykluser med utprøving av forslag fremmer læring og kan gi en kunnskapsbyggende prosess fra elevenes mange ulike forslag til «slik vi i vår klasse tenker». Ved å søke på frasen *Teacher Moves* (se f.eks. Tytler & Aranda, 2015) vil en kunne finne tekster som gir eksempler fra forskning på grep og spørsmål som lærere bruker for å drive slike læringssamtaler på gode måter.

Vektlegging av korrekt forklaring og faglig språk må selvfølgelig tilpasses elevenes modning. På lavere trinn vil det være naturlig å utvikle og diskutere forslag til beskrivelser sammen og dele forslag til forklaringer, og noen ganger stoppe der. Andre ganger, særlig på ungdomstrinnet, vil det være mulig å jobbe med å utvikle elevenes forklaringsforslag og språkbruk til å nærme seg naturvitenskapens etablerte forklaringer.

Å tilrettelegge for deltakelse

I kapittel 4 kom det frem at lærerne som ble intervjuet, var særlig opptatt av opplevelsedimensjonen ved utforskende arbeidsmåte. I bokens analyser kom det også frem at i mange av de observerte situasjonene med praktiske

aktiviteter ble det ikke satt av nok tid til konsolidering, og at denne i flere tilfeller hadde liten faglig dybde. Fordypning innebære å gå ut over det praktiske og inn i bygging av hypoteser og forklaringer.

En mulig forklaring på lav kvalitet på konsolidering kan være at mange lærere mangler metoder for å jobbe med fordypning med utgangspunkt i praktisk arbeid på måter som samtidig opprettholder elevenes engasjement. Kanskje er mange ukjent med metoden med å oppmuntre elevene til å utvikle egne ideer som så kan deles og diskuteres uten at en i første runde korrigerer elevforslag i lys av en faglig fasit. Kodene knyttet til kategorien *konsolidering* kan gi støtte til videreutvikling av egen praksis på dette området.

En annen mulighet er at en del lærere mangler konkrete grep for hvordan få mange elevene til faktisk å *delta* i slike konsolideringsprosesser. Vi vet fra forskning at hovedtradisjonen i norsk skole, og i mange andre land, er å stille elevene spørsmål som etterspør rett svar (Hodgson et al., 2012; Markussen & Seland, 2013; Scott et al., 2006). Dette kan passivisere mange elever og går dårlig overens med formålet med utforskende arbeidsmåter. I mange beskrivelser av modeller for utforskende arbeidsmåter vil en kunne se at læreren, i stedet for å gjengi faglig kunnskap, anbefales å etterspørre elevenes egne tanker og tolkninger (Kolstø, 2018): Hva tenker du? Hva har dere som forslag til forklaring? Eksplisitt bruk av «du» og «dere» ser ut til å gjøre flere elever trygge på at det faktisk er deres tanker lærer er interessert i å høre. Erfaringsmessig er mange elever så vant med fasitorienterte spørsmål at endring til utforskende måter å snakke på må klargjøres tydelig.

Mange elever vil likevel være usikre på om deres tanker er verd å nevne foran klassen. Et godt grep som nå blir mer og mer vanlig i naturfagklasserom, er å be elevene diskutere i smågrupper, gjerne etter litt individuell tenketid, og dele sine forslag med klassen. I kategorien *mulighet for elevsamtale* vektlegges gruppesamtaler som er kjennetegnet av at elever lytter aktivt og responderer på hverandres ideer. Slike tegn på kvalitet i gruppesamtaler ser ikke ut til å være kjent for alle lærere. Forskningen til blant annet Karen Littleton og Neil Mercer (2013) finner at mange elever lærer lite av samtaler i grupper. Samtidig finner de at god opplæring i utforskende samtale gjør at flere elever begynner å diskutere på mer lærerike måter under gruppearbeid. Inspirert av denne forskningen burde kanskje samtaletrekkene «vi deler ideer» og «vi etterspør begrunnelser når

vi er uenige» vært inkludert i kategorien når den skal brukes som guide for utvikling av egen praksis.

Når elever har fått delt og diskutert sine tanker i smågrupper, åpnes det også en mulighet for at læreren ikke trenger å be elevene rekke opp hånden hvis de vil ha innspill, noe som lett passiviserer mange. Læreren kan i stedet velge ut grupper og elever hun vil skal dele. Dette gir mulighet for å aktivere alle elever til å delta i klassesamtalen (Thorsheim et al., 2016). Gjennom hyppig bruk av deling etter korte gruppediskusjoner om observasjoner, mønstre og forklaringsideer underveis når elevene jobber praktisk, vil læreren samtidig styre elevenes arbeid og få bedre kontroll. For å få en god diskusjon av elevers ideer kan disse noteres stikkordmessig på tavlen før de tas opp til diskusjon. Da reduseres muligheten for at noen elever opplever at de kommer i fokus for en diskusjon som inkluderer kritiske spørsmål til deres ideer, og ideer kan sammenliknes og diskuteres i fellesskap. Når læreren kan sikre at elever er trygge, vil hun lettere kunne utfordre flere elever til å delta i konsoliderende samtaler.

I kategorien *intellektuell utfordring* inngår viktige praksiser som at elever utfordres til å komme med ideer, vurdere ideer og begrunne svar og slutninger. Forekomsten av høyt nivå for denne kategorien var mindre enn ønskelig. En endring mot mer utforskende samtale vil kunne gjøre det lettere å bruke mer utfordrende oppgaver og spørsmål. Når spørsmålene etterspør elevenes egen tenkning, er knyttet til elevenes observasjoner under praktisk arbeid og er diskutert i grupper, vil læreren lettere kunne be alle grupper dele sine svar på slike spørsmål. I forskningsprosjektet Argument (argument.uib.no) var det flere lærere som melde tilbake at denne måten å jobbe på, med forberedt deling av ideer fra flere elever før diskusjon av disse, var en ny praksis som de erfarte som svært verdifull. Et eksempel på bruk av denne strategien så vi i kapittel 5 der elevene skulle blande CaCl_2 , NaHCO_3 og BTB i en pose og observere. Én elev hevdet: «Ja, det ble mer luft i posen.» Uten å diskutere svaret valgte læreren å utfordre flere elever og fikk inn flere andre svarforslag.

I praksis vil bruk av utforskende samtale for mange lærere innebære en ny måte å snakke på, og å stille spørsmål på, i faget. En ny kunnskapsbyggende kultur. I observasjonsmanualen og i bokens kapitler er dette berørt flere steder. Under *konsolidering* vektlegges det at elevene skal lage forklaringer, i kapittel 4 blir det oppfordret til å formidle til elevene at uenighet er positivt og ønsket. I kategorien *lærerrolle* er samtaler mellom

elever en kode på 4. nivå, og tilsvarende vektlegger *klasseromsamtale* at læreren tilrettelegger for at elever utvider og forklarer tenkningen sin.

En lærer som har som vane å bruke tradisjonelle fasitorienterte spørsmål, vil kanskje likevel tolke disse rådene uten å tenke at de utfordrer til helt ny tenkning. Så lenge elevene allerede tidlig i læringsprosessen erfarer at svar blir evaluert langs aksene rett–galt, vil lærere flest streve med å få flere elever til å delta i faglige samtaler i læringsprosessen. Et uttalt mål i denne boken er at observasjonsmanualen skal kunne brukes som inspirerende guide for lærere som vil utvikle egen praksis. Grepene med å identifisere flere nivåer der læreren kan utvikle sin praksis steg for steg, gir rom for gradvis utvikling av egen praksis. Jeg tror samtidig at det et sted i utviklingsprosessen trengs et sprang i tenkning og praksis hvis utforskende arbeidsmåte, så vel som mer tradisjonell undervisning, skal gi mer dybdelæring for mange. Dette spranget dreier seg om troen på verdien av elevenes ufullstendige språklige formuleringer av uferdige og feilaktige ideer, inkludert felles deling og samtale om disse, som en nødvendig del av læringsprosessen.

Nødvendigheten av at elevene formulerer egne tolkninger og tester dem ut, er like viktig enten tolkningene bygger på egne observasjoner, som i utforskende arbeidsmåte, eller på forklaringer fremlagt av lærer. Med en slik tenkning om læring blir det klare likhetstrekk mellom god utforskende undervisning og god tradisjonell undervisning. I dette perspektivet blir vektlegging av generelle kjennetegn på god undervisning, representert blant annet med observasjonsmanualen, mulig og viktig.

MODELLER FOR UTFORSKENDE UNDERVISNING OG LÆRING

I forskning på utforskende undervisning er det tradisjon for å tenke i stegvise modeller som veileder læreren i planlegging og gjennomføring av undervisning (Kolstø, 2018). Slike modeller bygger på forskning på hvordan elever lærer, og kan derfor støtte utvikling av god praksis (Bybee et al., 2006; Kolstø, 2018). Modellene har mange fellestrekk. Ett av disse er syklisk tenkning om læring, der elevers forslag testes, videreutvikles og forbedres i flere runder (Kolstø, 2018). Modeller for utforskende undervisning gir også et godt grunnlag for å forstå hvordan utforskende arbeidsmåter har fellestrekk med naturvitenskapelig kunnskapsutvikling. Med dagens læreplaners fokus på mangfoldet av naturvitenskapelige praksiser

kan en helhetlig modell som får frem at samspillet mellom slike praksiser være viktig. I tillegg kan dette tydeliggjøre at utforskende arbeidsmåte ikke bare har enkeltelement felles med naturvitenskapen, men fellestrekk i tenkemåter om hvordan kunnskap utvikles.

I LISSI er utforskende arbeidsmåte beskrevet som en prosess med de tre fasene *forberedelse*, *datainnsamling* og *konsolidering*. Forenkling til tre faser gjør denne modellen lett å huske. Samtidig vil noen sentrale element bli mindre synlige. Siden noen av disse elementene er sentrale i tenkning om læring gjennom utforsking, vil jeg skissere 6-trinnsmodellen som John Dewey i sin tid la frem. Denne modellen beskriver det Dewey (1909) kaller «en helhetlig tankeprosess», og mange modeller for utforskende arbeid bygger på ulike måter på denne (Bybee et al., 2006; Kolstø, 2018).

Dewey sitt utgangspunkt er at utvikling av abstrakt kunnskap gjennom læring, og gjennom forskning, alltid inkluderer tankeprosesser. En sentral tankeprosess er å gjette på en mulig forklaring, men denne gjetningen kan være feil. En annen sentral tankeprosess er å tenke ut noen mulige konsekvenser av gjetningen som må være tilfellet hvis gjetningen er riktig. Dewey betegnet samspillet mellom disse to tankeprosessene for «dobbel refleksjonsbevegelse» (Dewey, 1909). Gjennom videre testing av mulige konsekvenser kan holdbarheten av gjetningen bli avklart. Slike gjetninger på mulige forklaringer vil vi i dag kalle hypoteser, og konsekvensene som utledes, kalles gjerne forutsigelser. Denne kombinasjonen av hypoteseutvikling og utledning av testbare konsekvenser er grunnsteinen i det som kalles hypotetisk-deduktiv forskningsmetode. Påstanden til Dewey er at enten vi observerer, leser eller lytter til en forklaring, så vil utvikling av forståelse forutsette at vi prøver å gjette på tolkninger som vi så vurderer eller tester i lys av forkunnskaper og ytterligere informasjon. Dewey sin modell får derfor frem viktigheten av å stimulere elevene til å formulere tolkninger, men også til å teste tolkningenes holdbarhet. Ensidig fokus på én av prosessene gir ikke solid kunnskap. Dewey sin modell kan derfor veilede oss til å inkludere og kombinere idégenererende og uttestende faser og samtaler i vår undervisning.

Den første fasen hos Dewey er som i LISSI: Undring skal vekkes. En opplevelse av at noe er overraskende, uavklart eller spenningsfylt, driver enhver utforskende prosess og utforskende samtale. Denne opplevelsen av undring kan så resultere i formulering av forskbare spørsmål. I LISSI og i observasjonsmanualen fremheves verdien av at elevene formulerer

og utforsker egne spørsmål. Selv om det neppe er tilsiktet, kan denne formuleringen misforstås i retning av at elevene helst bør jobbe med ulike utforskinger. Dette kan også gi bekymring for problemer med å holde kontroll, slik noen LISSI-lærere nevner. Forskningen finner at utforskende arbeid der elevene jobber uten tilstrekkelig lærerstøtte, gir lite læring (Hmelo-Silver et al., 2007). Det sentrale i Dewey sin modell er at spørsmålet som skal utforskes, oppstår i møte med en erfart situasjon. Utvikling av ett eller flere felles spørsmål i klassen kan gi mulighet for å bygge på elevenes engasjement i spørsmålet samtidig som det blir rom for samarbeid og felles diskusjon. Dette gir mulighet for at lærer kan legge til rette for deling av ideer og for klasseromsamtaler som alle opplever som relevante for egen utforskning. På denne måten kan elevens arbeid bli stimulert av det sosiale samspillet, og elever som trenger mye dialogisk støtte, kan få dette.

Den andre fasen hos Dewey er å undersøke situasjonen nærmere for bedre å forstå utfordringen og konteksten som gav opphav til undring. Før elevene skal utvikle egne ideer basert på et eksperiment, peker Dewey på viktigheten av å studere eksperimentsituasjonen grundig for å få et godt grunnlag for hypoteseutvikling. Hvis elevene skal observere to tente stearinlys under to glasskolber med ulik størrelse, vil de lett se at den ene flammen slukker før den andre. Hvis elevene i tillegg legger merke til kjennetegn ved glassene, vekene, bordplaten og annet, vil hypoteseforslag lettere kunne bli relevante for fenomenet som skal forstås. Aktivisering av relevante forkunnskaper og erfaringer, som fremheves i observasjonsmanualen, tjener samme formål. I observasjonsmanualen er utvikling av hypotese plassert i forberedelsesfasen, før elevene har gjort innledende observasjoner. Dewey sin analyse av kunnskapsbygging kan her minne oss på at utvikling av hypoteser og relevante spørsmål må bygge på innledende erfaringer og overraskende observasjoner. I tillegg kan vi utfordre våre studenter og elever til også å undersøke konteksten rundt fenomenet. Der LISSI-modellen kan leses som at all datainnsamling kan samles i én fase, tydeliggjør Deweys modell at observasjoner er nødvendig i flere faser: innledningsvis som grunnlag for utvikling av hypoteser og senere som spørsmål- eller hypotesestyrt innsamling av data som kan støtte eller svekke elevenes forklaringsforslag.

Den tredje, fjerde og femte fasen hos Dewey er den doble refleksjonsprosessen beskrevet ovenfor og påfølgende testing. Her skal elevene

utvikle egne forslag til forklaringer, foreslå behov for videre undersøkelser og gjøre ny datainnsamling for å sjekke om nye observasjoner støtter forklaringsforslaget. Hovedpoenget i disse fasene er at forklaringsforslag må testes mot nye observasjoner for å bli noe mer enn rene gjetninger. Dette er også et kjerneelement i naturvitenskapelig praksis og tenkemåte, og i kritisk tenkning. Det overrasket meg litt at dette ikke var mer eksplisitt løftet frem i observasjonsmanualen og i bokens diskusjoner. Kategorien *tilbakemelding* dekker klart et aspekt ved testing. Den innebærer testing av elevenes tenkning mot lærers autoritative kunnskap, men ikke nødvendigvis mot empiri. Koder knyttet til kategorien *intellektuell utfordring* inkluderer analyse og begrunnelse, men nevner ikke testing eksplisitt. Kategorien *konsolidering* tolker jeg som ment å favne denne dimensjonen. Konkret nevner manualen blant annet at elevene lager forklaringer, trekker slutninger basert på data og diskuterer implikasjoner av observasjoner. Når begrepet testing ikke nevnes, kan dette viktige aspektet lettere bli usynlig når observasjonsmanualen brukes til analyse av egen praksis. Ikke overraskende avdekker LISSI at forekomsten av konsolidering er det som bidrar mest til faglig fordypning og elevenes kunnskapsbygging. Likevel avdekker ikke analysene det gjennomgående fokuset på konsolidering med faglig dybde som kunne være ønskelig. Når det er såpass få episoder med konsolidering, gir det god mening å bruke en samlekategori. Kanskje ville testing av forklaringsforslag gjennom eksperiment, lesing og diskusjon likevel være mulig å inkludere som et signal i kodene på høyt nivå.

Den sjettede fasen hos Dewey er vurdering av kvalitet på hypoteser i lys av innledende observasjoner, forkunnskaper, observasjoner fra testing og annen ny informasjon. Hvis slutninger er holdbare og empiri og kunnskaper ikke motsier forklaringsforslaget, fremstår forklaringsforslaget som relevant. Hvis nye observasjoner eller ny informasjon derimot ikke synes å passe med hypotesen, gir det grunnlag for forbedring av forklaringsforslag og ny uttesting. Også denne fasen kan forstås som inkludert i kategoriene *konsolidering* og *intellektuell utfordring*. Dewey sin modell kan her få frem verdien av å vurdere, forbedre og teste forklaringsforslag i flere runder. Slike runder med forbedring og fornyet testing kan noen ganger gjøres gjennom diskusjon i klassen med testing mot observasjoner ulike grupper har gjort, andre ganger gjennom ny eksperimentering. Et illustrerende eksempel fra 2. trinn der lærer og elever bygger modeller og tester ideer, finnes hos David Penner og kolleger (1997).

Kreativitet er pekt på som viktig og ønskelig i mange av denne bokens kapitler. Kreativitet regnes som et sentralt element i naturvitenskap, men er vel likevel ikke en tydelig del av tradisjonell naturfagundervisning. Dewey sin beskrivelse får frem at kreativitet er til stede på minst tre måter i læring og forskning: Når gjetninger eller hypoteser skal utvikles, når mulige empiriske konsekvenser skal utledes, og når mulige måter å teste hypoteser gjennom for eksempel eksperiment på skal utvikles. Aktiv tilrettelegging for elevenes faglige kreativitet, gjennom bruk av språk, tegning, modeller og symboler, er derfor ikke bare et middel til engasjement, men viktig for å støtte elevene i kunnskapsbyggingen.

Kategoriene i observasjonsmanualen har en styrke i at de er utviklet i møte med empiri fra naturfagklasserom og er erfart som observerbare i møte med videodata. Dette kan gjøre dem nyttige for oss alle. Kategoriene til Dewey har en styrke i at de synliggjør tankeprosesser vi trenger å stimulere frem hos elevene. Videre kan en undervisningspraksis som reflekterer dynamikken i Dewey sin modell, gi grunnlag for refleksjoner sammen med elevene som får frem viktigheten av kreativitet, testing og kritisk tenkning i naturvitenskapelig forskning – og i egen læringsprosess.

Dewey sin modell får også frem noen sentrale sider ved kritisk tenkning i naturvitenskap. I tillegg til verdien av testing av ideer mot data får den frem at forklaringsforslag bygger på gjetninger og et avgrenset antall tester. Det er derfor alltid mulig å stille kritiske spørsmål ved om hvorvidt alternative hypoteser kan forklare data, og hvorvidt testene er tilstrekkelige til å avklare saken.

Lærernes modeller for utforskende undervisning

Analysene i denne boken gir et variert bilde av kjennetegn på undervisning i videomaterialet. De presenterte funnene tilsier at lærerne i ulik grad og på ulike måter gjorde bruk av praktisk arbeid. Et fellestrekk ser likevel ut til å være at det ofte var relativt lav kvalitet på konsolidering og kunnskapsbygging basert på praktisk arbeid.

I kapittel 8 analyseres praksisen i tre klasserom der elevene viser høy interesse kombinert med gode faglige prestasjoner. Analysene viste at disse klasserommene fikk høye koder for *faglig fordypning*, *lærerrolle*, *elevdeltakelse*, *veiledning* og *klasseromsamtale*, det ble ofte lagt til rette for elevsamtaler og aktiviteter, og elevene brukte ofte naturfaglige begreper. Samtidig var disse

klasserommene kjennetegnet av at ble det brukt relativt lite tid på praktiske aktiviteter. Med mine ord synes disse klasserommene å være kjennetegnet av god presentasjon av fagstoff, engasjerende elevaktiviteter og tilrettelegging med kognitivt utfordrende samtale med relativt høy elevdeltakelse.

Faglig fordypning gjennom presentasjon av fagstoff med påfølgende bearbeiding er for meg typiske kjennetegn på såkalt tradisjonell undervisning. Men disse tre klasserommene var samtidig kjennetegnet av kognitivt utfordrende samtaler og høy elevdeltakelse. Slike samtaler vil gjerne inneholde diskusjoner basert på elevers forståelse av fagstoffet. Høy forekomst av veiledning tyder også på dette. Kanskje kan vi si at disse klasserommene ikke var preget av felles utforsking av observasjoner fra praktisk arbeid, men av felles utforsking av presentert fagstoff. For meg er dette et hovedkjennetegn på god tradisjonell undervisning og kan også gi mening i lys av Dewey sin tenkning om dobbel refleksjonsbevegelse. Samtidig blir kanskje de først fasene i praktisk utforsking, engasjere og observere, mindre vektlagt eller mindre praktiske i denne undervisningen.

I praksis vil læringsutbyttet fra presentasjon og diskusjon av fagstoff gjerne forutsette et minstemål av forkunnskaper og innsikt i stoff som allerede er gjennomgått. Dette kan gjøre at selv god tradisjonell undervisning har et «tak» for hvor stor del av klassen læreren kan greie å engasjere til dybdelæring. Et hovedmål med bruk av utforskende arbeidsmåter er å inkludere flere elever i læringen. Noen lærere ser ut til å kunne gjøre tradisjonell undervisning engasjerende og tilgjengelig for mange av elevene, men hovedbildet ser ut til å være at dette er krevende.

I andre LISSI-klasserom ble det brukt mer praktisk arbeid, men da ofte med lite faglig fordypning og konsolidering, og kanskje med vekt på opplevelsessiden. I disse klasserommene ser vekten ut til å ha vært på å engasjere og å observere. Uten aktiviteter knyttet til konsolidering stimuleres ikke elevene til dobbel refleksjonsbevegelse og testing, og det blir ingen faglig fordypning i tilknytning til det praktiske arbeidet. Gitt lærernes uttalelser om viktighet av at elevene blir kjent med fenomener, kan det være at fenomener i naturen ble tydelige for elevene. Dette kan igjen ha gitt et grunnlag for bedre å forstå fagstoff som ble jobbet med i andre deler av undervisningen. Konsolidering knyttet til det praktiske arbeidet synes uansett ikke å ha blitt tilstrekkelig vektlagt.

Variasjonen i LISSI-lærernes bruk av utforskende tilnærminger er helt sikkert større enn de to beskrivelsene jeg har prøvd meg på, antyder.

Likevel, sammen med de mer konkrete kategoriene i observasjonsmanualen kan formulering av slike hybride modeller for utforskende undervisning kanskje være med å stimulere til refleksjon over muligheter og utfordringer. Basert på analysene av de tre klasserommene som utmerket seg, er det min vurdering at noen lærere er gode på å drive utforskende samtale med elevene. Dette gir dem et godt grunnlag for å prøve ut kognitivt utfordrende samtale basert på elevers observasjoner i enkle forsøk. Lærere som ikke praktiserer kognitivt utfordrende samtaler knyttet til praktisk arbeid, trenger kanskje særlig å prøve ut nye spørsmål og måter å lede dialoger på. Andre har helt sikkert andre tanker om utviklingsmuligheter basert på resultatene fra LISSI.

ULIKE MÅL FOR OPPLÆRINGEN

I kapittel 1 beskrives naturfaglig allmenndanning som utgangspunktet for vurdering av hva som er kvalitet i undervisningen. Et bredt sett av verdier og mål tegnes opp. Langt på vei er de samme verdiene og målene reflektert i naturfaglæreplanen i fagfornyelsen. Jeg velger å knytte noen refleksjoner til funn knyttet til et utvalg av disse.

I observasjonsmanualen er *tilrettelegging for elevdeltakelse* en egen dimensjon, og *elevdeltakelse* en egen kategori. I lys av fokuset på elevenes læring er det kanskje ikke overraskende at elevdeltakelse dukker opp som viktig. Et slikt tydelig fokus på elevdeltakelse tror jeg at samtidig er avgjørende viktig for elevenes sosiale og personlige utvikling og opplevelse av tilhørighet i naturfagklasserommet. Elever som erfarer aktiviteter og samtaler som de ikke finner det naturlig å delta i, vil etter hvert ikke bare kjede seg, men sannsynligvis også begynne å erfare manglende mestring. Kanskje vil naturfaget etter hvert bli vurdert som en litt fremmed størrelse. For at deltakelse i faget skal bli erfart som reell, må denne inkludere positive erfaringer med innspill i samtaler rundt det som i observasjonsmanualen kalles intellektuelle utfordringer.

Kompetanse til å utforske

To tydelige mål i naturfagplanen, og i tenkningen uttrykt i denne boken, er utvikling av elevenes kompetanse i utforskende måter å arbeide på og innsikt i naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter. Forskning tilsier

at læring av ferdigheter og kompetanser krever erfaring med utøvelse (Bransford et al., 2000). Som antydnet med identifiseringen av de to hybride modellene ovenfor var det mitt inntrykk fra analysene i denne boken at det var få eksempler der elevene gjennomførte fullstendige utforskinger. Lærerne som deltok i LISSI, hadde tidligere deltatt i ulike utfordrende naturfagprosjekt. Bokens analyser ser likevel ikke ut til å ha resultert i eksempler på at lærerne stimulerte elevene til å reflektere over den utforskende prosessen for å forstå denne bedre. Skal elevene bli gode på selvstendig utforskning, trenger de trygghet på hva utforskning innebærer. Når det reflekteres lite, trengs det desto mer erfaring for på denne måten å utvikle gode vaner. Her ser det ut til å ligge en utfordring både for lærere og for oss lærerutdannere.

I denne boken beskrives bruk av ulike representasjonsformer som et sentralt trekk ved naturvitenskap og som verdifullt for elevenes læring. Naturen har utstrekning i tre dimensjoner, og utstyr, eksperiment, data og mønstre i data skal beskrives. Samtidig er naturvitenskapens forklaringsmodeller uttrykt gjennom ord, grafikk og symboler. Analysene i boken gir flere fine eksempler der elever bruker tegning av for eksempel dinosaurer og broer for å utvikle og uttrykke ideer. Samtaleutdrag viser at elevene bygget på hverandres ideer når de tegnet. For å tegne må eleven velge ut trekk som vurderes som sentrale ved det som skal tegnes. Gjennom tegning av saltkrystaller, etter å ha sett på slike i mikroskop, får elevene utviklet og uttrykt tanker om hvordan disse er bygget opp. Gjennom bygging av molekylmodeller får de en tredimensjonal og håndgripelig modell de kan sammenlikne egne tegninger med.

Et interessant trekk ved representasjonsformer i naturvitenskap er at de dels brukes til å få frem ulike visuelle beskrivelser av naturen, dels til å visualisere abstrakte begreper og sammenhenger (Veel, 1997). For noen elever vil det å lage beskrivende representasjoner, som i eksemplene ovenfor, være en tilgjengelig måte for å utvikle egne bidrag i faget. I tillegg er visuelle representasjonsformer unike stimuli for faglige diskusjoner om det tegningen, grafen eller formelen omhandler (Knain et al., 2021; Tytler et al., 2013). En tegning kan alle ha overblikk over og se på samtidig, og peking kan gjøre det enklere å følge hverandres resonnement. Bruk av tekst som diskusjonsgrunnlag krever at en forsøker å huske mange element i teksten, og det blir mindre igjen av arbeidsminnet for idéutvikling og formulering av argumenter. I forskningsprosjektet REDE

(gå til <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/rede/index.html>) ble det dokumentert mange situasjoner der oppgaver om å forklare tegninger førte til diskusjoner av sammenhenger og forklaringer, og dermed brakte elevene videre fra beskrivelser til forklaringer. Andre fine eksempler og arbeidsmåter finnes hos Tytler (2013) og Hubber et al. (2010).

I observasjonsmanualen er bruk av representasjon likevel bare nevnt under *presentasjon av fagstoff*. Med et begrenset empirisk materiale vil sannsynligvis enkelte lærerike praksiser ikke få det utslaget i analyser som den potensielle verdien tilsier. Elevers bruk av tegning og andre faglige representasjonsformer er likevel praksiser lærere burde bli oppfordret til å prøve ut.

Innsikt i naturvitenskapens egenart

Erfaring med utforskning kan også gi grunnlag for refleksjon over kjenne-tegn på naturvitenskapelig forskning. Bruk av kategorien *naturvitenskapens egenart* i eksempler i boken leser jeg som forslag om at slike refleksjoner kan gjennomsyre god utforskende undervisning gjennom at lærer trekker inn aktualiserte aspekt underveis. Det synes jeg er et godt innspill. Egne lengre økter med diskusjon av naturvitenskapens egenart kan lett få stor avstand til erfaringer som kunne gjort disse meningsfulle for elevene. Kodene i kategorien peker på viktigheten av at lærer er eksplisitt, og at elevene viser forståelse. Når elevene skal utvikle denne forståelsen, kreves tilrettelegging for refleksjon over forskjeller og likheter mellom utforskinger i klasserommet og profesjonell naturvitenskapelig forskning (Lederman & Lederman, 2014). I observasjonsmanualen savner jeg derfor stikkord som omhandler tilrettelegging for refleksjonsaktiviteter som kan fremme forståelsen vi er ute etter.

Analysene i denne boken tilsa at kortere utforskinger var mer effektive for elevenes læring enn lange. Forskerne fant også få eksempler med utforskning kjennetegnet av alle frihetsgradene beskrevet i observasjonsmanualen. Forskerne påpeker, som sant er, at i naturvitenskapen har ikke forskere en fasit når de utvikler og tester ut nye hypoteser. Dette peker mot et kjent dilemma; utforskende arbeid for å lære etablert fagstoff trenger litt andre tilrettelegginger enn utforskning som skal fremme innsikt i naturvitenskapens praksiser og egenart (Knain & Kolstø, 2019). Når lærerne har læring av etablert fagstoff som mål, er det forståelig at de

reduserer antall frihetsgrader i aktiviteter. Stor frihet for elever til å velge spørsmål og metoder er vanskelig å forene med systematisk arbeid mot et klart definert læringsmål (Knain & Kolstø, 2019). Skal elevene erfare utforskinger som på mer fullstendige måter etterlikner naturvitenskapelig utforskning, vil bruk av åpne og lengre utforskinger med mange frihetsgrader være nødvendig.

En tilleggsutfordring er at kvaliteten på naturvitenskapens metoder og resultater ikke lar seg forstå uten innsikt i kollektive praksiser i vitenskapen. Kollektive praksiser som fagfellevurdering, debatt om konkurrerende metoder og hypoteser, oppsummeringsstudier og konsensusutvikling er også viktig for å forstå grunner til å stole på konsensuell vitenskap i vår tid. Like viktig mener jeg det er at elevene forstår hvordan aktører i samfunnet påvirker valg av forskningsspørsmål, og hvordan begrenset ressurstilgang og kompleksitet i forskningsfelt kan gi stor usikkerhet i resultater (Funtowicz & Ravetz, 1993). I tillegg viser forskning at økonomiske og politiske interesser kan prøve å utnytte slik usikkerhet til å få frem et skjevt bilde av en situasjon (Oreskes & Conway, 2010). Dette er innsikt som gir grunnlag for mer velfundert kritisk tenkning i møte med argumentasjon som henviser til forskning. For et allmenndannende naturfag er slike praksiser og utfordringer derfor relevante å ta tak i, men krever selvsagt utvikling av metoder og innfallsvinkler som kan gjøre dette tilgjengelig på ulike trinn. Kategorien *naturvitenskapens egenart* dekker i prinsippet alle disse aspektene selv om praksis ikke alltid inkluderer dem. Uten kunnskaper om for eksempel kollektive praksiser i naturvitenskapene vil en lærer ikke så lett registrere at denne dimensjonen mangler i egen undervisning. Kanskje blir det i kategorien *naturvitenskapens egenart* ekstra tydelig at bruk av observasjonsmanualen til rike refleksjoner over egen undervisning forutsetter innsikt i begrepene som brukes i beskrivelser av kategoriene.

I introduksjonskapittelet løftes det frem at demokratisk deltakelse er en sentral verdi for et allmenndannende naturfag, og at elever trenger å kunne utforske informasjon og nye situasjoner. I praksis vil dette blant annet innebære deltakelse i debatter om samfunnsaktuelle problemstillinger gjennom bruk av skriftlige og muntlige medier og gjennom å diskutere og argumentere i ulike sammenhenger. I et eksempel i kapittel 11 jobbet elevene med CO₂-molekylet og var i den sammenheng innom klimadebatten. Likevel, for meg var det overraskende få eksempler på bruk av samfunnsaktuelle problemstillinger som kontekst for læring av fagstoff.

Det samme gjelder tverrfaglig arbeid. Forskning tilsier at elevenes evne til å anvende sine kunnskaper, som vektlegges tydelig i LISSI, styrkes når elevene får trening i slike anvendelser eller lærer fagstoffet gjennom aktuelle brukskontekster (Bransford et al., 2000). Beskrivelser av lærernes undervisning får frem noen slike kontekstualiseringer. I ett eksempel skulle elevene lære om årstider og varierende temperaturer i samspill med observasjoner av vintervær. I et annet eksempel skulle elevene hente ut informasjon fra en tekst om kompostering. Læring og bruk av kunnskap i kontekst av egen utforskning er berørt i observasjonsmanualen under kategorien *faglig dybde*. Trening i bruk av kunnskaper i nye kontekster ser samtidig ikke ut til å ha kommet opp som et klart kvalitetstrekk i analysene. Kanskje kan dette skyldes begrensninger i materialet, og det kan være mer til stede i lærernes klasserom enn det som ble fanget opp i timene med videoopptak. Interesserte vil kanskje kunne ha glede av å se på nettstedet til prosjekt Argument (argument.uib.no), der vi nettopp prøvde å kombinere utforskning fokusert på fag med utforskning av samfunnsaktuelle problemstillinger. Og PISA-testene mener jeg har vist oss at vektlegging og testing av elevers evne til å anvende kunnskap er mulig.

En grunnleggende spenning

Jeg tenker at utforskende arbeidsmåter har en iboende spenning som kan være med å forklare at vi alle noen ganger er letende og usikker på hvordan ta den i bruk. I en kjent forskningsartikkel beskrives en spenning mellom to måter å snakke på i klasserommet: åpen deling og diskusjon av elevers ideer versus lærerstyrt diskusjon av autoritative naturvitenskapelig fremstillinger (Scott et al., 2006). Idealet i utforskende arbeidsmåter er at elevene skal utforske spørsmål de selv har formulert, og selv utvikle forslag til svar. På den ene siden kan dette gi flere elever nødvendig engasjement for å jobbe fokusert, utvikle abstrakte tolkninger av data og delta aktivt i faglige samtaler i klassen. Dermed vil eleven kunne utvikle sin egen evne til å tenke metodisk, konstruktivt, kritisk og selvstendig. På den andre siden blir ikke elevens tolkninger og konklusjoner nødvendigvis faglig korrekte. Vil utvikling av korrekt forståelse av naturvitenskapelig kunnskap kreve overkjøring av elevenes ideer og utforskning? Vil lærerens autoritative forklaring i etterkant bli forståelig når det fremdeles er stor avstand mellom elevens og lærerens tenkemåte? Vil elevenes engasjement

svinne når elevene erfarer at egen utforsking og egne tolkninger på et punkt i undervisningen blir lagt til side og erstattet med korrekte forklaringer? Vil mange elever oppleve det som at deres egne ideer ikke var verdifulle likevel? Er dette en del av forklaringen på at noen lærere bare brukte praktiske aktiviteter til å engasjere og diskutere observasjoner, og kanskje brukte praktisk arbeid mindre under læring av fagstoff?

Selv tror jeg at vi kan få elever og studenter med på slike skift fra utforsking med idéutvikling og testing til presentasjon og diskusjon av korrekt forståelse så lenge vi snakker tydelig med elevene om dette. Elever og studenter vet at naturvitenskapen sitter med solide svar på mange av spørsmålene vi utforsker i klasserommet. Jeg tror de kan følge oss når vi forklarer at egen utforsking og diskusjon av forklaringsforslag muliggjør dypere forståelse av naturvitenskapens fenomener og forklaringer, i tillegg til at de samtidig lærer utforskende arbeidsmåter av stor verdi. Men kanskje er det ok at vi velger litt ulike løsninger på dette dilemmaet? Og kanskje forsvinner det litt på lavere trinn når observasjoner, fenomener, beskrivelser og fakta står i fokus?

UTVIKLING AV EGEN UNDERVISNING

I denne boken foreslås den utviklede observasjonsmanualen brukt som verktøy for refleksjon og profesjonsutvikling. Siden kategorier og kvalitetstrekk er identifisert i et samspill mellom tidligere forskningsresultater og analyser av norske naturfagkasserom, kan den bli en viktig ressurs for slik videreutvikling av praksis. Empirigrunnlaget bak observasjonsmanualen er rikt, men samtidig selvfølgelig begrenset, som i all forskning. I dette kommentarkapittelet har jeg derfor tillatt meg å komme med innspill til utdypninger og presiseringer av enkelte kategorier og koder på basis av min kjennskap til teori, forskning og klasseromspraksis.

Et aspekt ved observasjonsmanualen som jeg synes er særlig verdifullt, er at den har tydelige kategorier med fokus på hva lærer gjør, samtidig som den også har tydelige kategorier relatert til hva elevene gjør. Når alt kommer til alt, er elevenes læring bestemt av hva elevene gjør, men samtidig er dette i stor grad styrt av lærerens tilrettelegging.

I bokens casestudier gir forskerne selv eksempler på bruk av observasjonsmanualen til analyse og refleksjon over undervisningspraksis. Eksemplifisering er et godt pedagogisk grep, og jeg synes analysene er

gode og opplysende. Samtidig synes jeg casestudiene særlig fokuserer på å gi beskrivende analyser. Når vi skal utvikle vår undervisning, trenger vi også det kritiske blikket og analyser av mulige årsaker bak observert praksis; hva fungerte, og hvorfor, hva kunne vært bedre, hva oppnådde vi ikke, hva vil jeg prøve å endre?

På noen punkter er det uklart for meg hvordan observasjonsmanualen er tenkt brukt. Min forståelse er at enkelte av kategoriene beskriver kjennetegn på praksiser som vi gjerne vil ha mer av. Dette tenker jeg gjelder *elevdeltakelse*, *klasseledelse* og *tidsbruk*. Resten av kategoriene beskriver kjennetegn på god praksis, men det er ikke ønskelig med mest mulig av disse praksisene. Praksiser knyttet til *forberedelse* og *observasjon* er for eksempel viktige, men må ikke gå på bekostning av *konsolidering*. *Presentasjon av fagstoff* og *faglig dybde* er selvfølgelig nødvendig, men må praktiseres til rett sted og tid i et læringsløp. For meg ser det ut til at balansen og samspillet mellom praksiser som kategorier og koder beskriver, er avgjørende viktig. Analysene i casestudiene signaliserer for meg at dette også er synspunkt forskerne deler, og er verd for oss andre å være bevisst på.

Min forståelse av kategorier og koder i observasjonsmanualen tilsier at det varierer i hvilken grad den signaliserer til brukeren hvilke grep en kan gjøre i undervisningen for å heve kvaliteten. Mange av kodene har detaljerte formuleringer som kan guide mot utprøving av ny praksis. Andre koder, som *elevdeltakelse*, elevers kobling av nytt stoff til tidligere kunnskap, mulighet for elevsamtale på høyt nivå og elevenes forståelse av naturvitenskapens egenart, gir færre råd om hvordan en kan tilrettelegge slik at elevene utfører den ønskede praksis med kvalitet. Dette er egentlig ingen kritikk, for en observasjonsmanual kan ikke være en lærebok. Samtidig tilsier dette at manualen må brukes i kombinasjon med ytterlige støtte når steget skal tas fra beskrivende analyse til utvikling og utprøving av nye praksiser. Utvikling av ideer til nye måter å gjøre undervisning på og endring av egen praksis kan være krevende. Kanskje burde observasjonsmanualen ledsages av råd for bruk sammen med kolleger for felles idéutvikling og støtte, i tråd med dagens fokus på kollegaveiledning.

Gitt det store antall kategorier og koder i observasjonsmanualen vil det kanskje være lettere å få til fokusert utvikling hvis kolleger setter seg ned og identifiserer satsingsområder. Kanskje kan de fem dimensjonene fungere som slike, og er kanskje også tenkt som slike. Forskning tilsier at utforskende helklassesamtaler og tilrettelegging for faglig utfordrende

utforskende samtaler i grupper er relevante steder å begynne (Hennessy & Davies, 2020; Mercer, 2008). Disse arbeidsmåtene er samtidig relevante innenfor både utforskende og mer tradisjonell undervisning. Gitt verdien av det engasjement som kan vekkes av observasjoner, deler jeg likevel bokens budskap om å starte med analyse av egen praksis og bruk av tankevekkende observasjoner til å utforske mulige endringer basert på diskusjon og støtte fra kolleger. Min erfaring er at de fleste lærere, meg selv inkludert, ikke ønsker å revolusjonere egen undervisning. Store radikale endringer kan slå feil, og en slik risiko synes uetisk å ta i møte med elever. De små stegs vei er også støttet av forskning på profesjonsutvikling (Clarke & Hollingsworth, 2002). Kanskje vil en av styrkene ved manualen vise seg å bli at den legger til rette for å velge å gjøre små endringer om gangen, slik kategorier og kodenivåer legger opp til, og slik forskerne eksplisitt foreslår.



FORFATTEROMTALE

Julius K. Björnsson er forsker ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning og leder av Enhet for kvantitative utdanningsanalyser (EKVA), Universitetet i Oslo. Björnsson har arbeidet mye med psykometri og kvalitetssikring av blant annet nasjonale prøver. Han har gjennom lang tid vært tilknyttet, arbeidet med og ledet internasjonale skoleundersøkelser.

Solveig Karlsen har doktorgrad i kjemi og er førsteamanuensis i naturfag/naturfagdidaktikk ved Institutt for lærerutdanning og pedagogikk, UiT Norges arktiske universitet. Hun har siden 2011 undervist både ved grunnskolelærer- og lektor 8–13-utdanningen, samt ved praktisk pedagogisk utdanning. Hennes forskning er rettet mot kvalitet i grunnskolelærerutdanningen og utforskende naturfagundervisning.

Magdalena Kersting har doktorgrad i fysikkdidaktikk og er postdoktor ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo. Kersting forsker blant annet på elevers begrepsmessige forståelse i naturfag og hvordan lærere tilrettelegger for god naturfagundervisning.

Marit Kjærnsli er førsteamanuensis ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo. Hun var prosjektleder for PISA-undersøkelsene fra PISA 2003 til og med PISA 2015. Kjærnsli har i sin forskning blant annet vært opptatt av elevers kompetanser og holdninger til naturfag samt elevers testmotivasjon.

Stein Dankert Kolstø er professor i naturfagdidaktikk ved Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen og har undervist i lektorutdanningen siden 1996. Han har bred erfaring fra forskning på elever og naturfagundervisning. Hans forskningsinteresser er bruk av utforskende arbeidsmåter, argumentasjon, læringsdialog og samfunnsaktuelle problemstillinger i naturfag.

Mai Lill Suhr Lunde er førsteamanuensis i naturfagdidaktikk ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitet i Oslo, og fra august 2021 ved Institutt for matematikk, naturfag og kroppsøving, Høgskolen i Innlandet. Lunde forsker blant annet på representasjoner i naturfag, utforskende undervisning og undervisningskvalitet og læreres profesjonsutvikling i naturfag.

Magne Olufsen er professor i naturfag/naturfagdidaktikk ved Institutt for lærerutdanning og pedagogikk, UiT Norges arktiske universitet. Han har siden 2012 undervist på grunnskolelærerutdanningen. Olufsen har i sin forskning vært opptatt av studentaktive arbeidsformer i naturfag og kvalitet i grunnskolelærerutdanningen.

Johannes Sæleset er grunnskolelærer og tidligere stipendiat ved UiT Norges arktiske universitet. Han har skrevet mastergrad om argumentasjonsferdighet i naturfag. Gjennom doktorgradsarbeidet studerte Sæleset hvordan lærerstudenter bruker naturfagdidaktisk kunnskap i undervisningssituasjoner, og hvordan de utvikler slik kunnskap.

Marianne Ødegaard er professor i naturfagdidaktikk ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo. Hun har ledet flere prosjekter om naturfag og utforskning (Explora, Forskerføtter og leserøtter og LISSI) og ledet en forskergruppe om bærekraft og utdanning. Hun er interessert i naturfag i sosiovitenskapelige og tverrfaglige sammenhenger.

REFERANSER

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087–2107.
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N.G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. & Tuan, H.L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>
- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Abrahams, I. & Reiss, M.J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035–1055. <https://doi.org/10.1002/tea.21036>
- Anderson, R.D.A., Beverly L., Varanka-Martin, M.A., Romagnano, L., Bielenberg, J., Flory, M., Mieras, B. & Whitworth, J. (1994). *Issues of Curriculum Reform in Science, Mathematics, and Higher Order Thinking Across the Disciplines*. U.S. Government Printing Office.
- Barber, J. (2009). *Inquiry-based Science in Seeds of Science/Roots of Reading*. University of California, Berkeley. <https://www.naturfagsenteret.no/binfil/download2.php?tid=1514773>
- Bergem, O.K. (2009). *Individuelle versus kollektive arbeidsformer* [Doktoravhandling]. Universitetet i Oslo.
- Biesta, G. (2015). What is education for? On Good education, teacher judgement, and educational professionalism. *European Journal of Education*, 50(1), 75–87. <https://doi.org/10.1111/ejed.12109>
- Bjønness, B. & Kolstø, S.D. (2015). Scaffolding open inquiry: How a teacher provides students with structure and space. *Nordic Studies in Science Education*, 11(3), 223–237. <https://doi.org/10.5617/nordina.878>

- Bjønness, B. & Sinnes, A.T. (2019). Hva hemmer og fremmer arbeidet med Utdanning for Bærekraftig Utvikling i videregående skole? *Acta Didactica Norge*, 13(2). <http://dx.doi.org/10.5617/adno.6474>
- Blikstad-Balas, M. (2017). Key challenges of using video when investigating social practices in education: Contextualization, magnification, and representation. *International Journal of Research and Method in Education*, 40(5), 511–523. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2016.1181162>
- Bransford, J.D., Brown, A.L., Cocking, R.R., Donovan, M.S. & Pellegrino, J.W. (Red.) (2000). *How People Learn. Brain, Mind, Experience and School*. National Academy Press.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Bybee, R.W. (2009). *The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills*. The National Academies Board on Science Education. https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasssite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origin and Effectiveness*. BSCS. <http://www.fremonths.org/ourpages/auto/2008/5/11/1210522036057/bscs5efullreport2006.pdf>
- Cerini, B., Murray, I. & Reiss, M. (2003). *Student Review of the Science Curriculum. Major Findings*. Institute of Education, University of London.
- Chetty, R., Friedman, J.N. & Rockoff, J.E. (2014). Measuring the impacts of teachers. I Evaluating bias in teacher value-added estimates. *American Economic Review*, 104(9), 2593–2632.
- Chin, C. & Brown, D.E. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521–549. <https://doi.org/10.1080/09500690110095249>
- Chin, C. & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883–908. <https://doi.org/10.1002/tea.20385>
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947–967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
- Cohen, J. & Goldhaber, D. (2016). Building a more complete understanding of teacher evaluation using classroom observations. *Educational Researcher*, 45(6), 378–387.

- Crawford, B.A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. I N.G. Lederman & S.K. Abell (Red.), *Handbook of Research in Science Education. Volume II* (s. 515–544). Routledge.
- Deboer, G.E. (2002). Student-centered teaching in a standards-based world: Finding a sensible balance. *Science & Education*, 11(4), 405–417.
- Dewey, J. (1909). *How We Think*. Heath.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. D.C. Heath & Co Publishers.
- Duschl, R. (2003). The assessment of argumentation and explanation. I D.L. Zeidler (Red.), *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education* (s. 139–161). Springer.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Dysthe, O. (1995). *Det flerstemme klasserommet: skrijving og samtale for å lære*. Ad Notam Gyldendal.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E. & Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: Dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, 29, 1–9.
- Fauth, B., Decristan, J., Decker, A.T., Büttner, G., Hardy, I., Klieme, E. & Kunter, M. (2019). The effects of teacher competence on student outcomes in elementary science education: The mediating role of teaching quality. *Teaching and Teacher Education*, 86, 102882. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102882>
- Ferguson, R.F. (2010). *A Guide to 'Tripod' s 7Cs Framework of Effective Teaching*. Tripod Education Partners.
- Ferreira, S. & Morais, A.M. (2020). Practical work in science education: Study of different contexts of pedagogic practice. *Research in Science Education*, 50(4), 1547–1574. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9743-6>
- Fischer, H.E. & Neumann, K. (2012). Video analysis as a tool for understanding science instruction. I D. Jorde & J. Dillon (Red.), *Science Education Research and Practice in Europe. Retrospective and Prospective* (s. 115–139). Sense Publishers.
- Frøylund, M., Remmen, K.B., Mork, S.M., Ødegaard, M. & Christiansen, T. (2015). Researching science learning from students' view – the potential of headcam. *Nordic Studies in Science Education*, 11(3), 249–267. <https://doi.org/10.5617/nordina.1424>

- Funtowicz, S.O. & Ravetz, J.R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, 25(7), 739–755.
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D.C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Grossman, P., Loeb, S., Cohen, J. & Wyckoff, J. (2013). Measure for measure: The relationship between measures of instructional practice in middle school English language arts and teachers' value-added scores. *American Journal of Educational Research*, 119(3), 445–470.
- Gyllenpalm, J., Wickman, P.O. & Holmgren, S.O. (2010). Teachers' language on scientific inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? *International Journal of Science Education*, 32(9), 1151–1172. <https://doi.org/10.1080/09500690902977457>
- Hadzigeorgiou, Y. (2016). *Imaginative Science Education – The Central Role of Imagination in Science Education*. Springer International.
- Hagset, K. (2019). *Tilretteleggelse for diskusjon i utforskende undervisning Hvordan tilrettelegger lærere for at elevene skal diskutere og argumentere i utforskende undervisning?* [Masteroppgave]. Universitetet i Oslo.
- Hansen, I.M. & Stålesen, A. (2021). *Er du på utkikk etter faglig engasjement? Gjør et forsøk som sier pang! En kvalitativ studie av faglig engasjement i utforskende naturfagsundervisning på ungdomstrinnet* [Masteroppgave]. UiT Norges arktiske universitet.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge.
- Hattie, J. (2013). *Synlig læring. Et sammendrag av mer enn 800 metaanalyser av skoleprestasjoner* Cappelen Damm Akademisk.
- Haug, B.S. & 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*, 44, 777–800. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9402-5>
- Heath, C., Hindmarsh, J. & Luff, P. (2010). *Video in Qualitative Research*. Sage.
- Hennessy, S. & Davies, M. (2020). Teacher professional development to support classroom dialogue. I N. Mercer, R. Wegerif & L. Major (Red.), *The Routledge International Handbook of Research on Dialogic Education* (s. 238–253). Routledge.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. & Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.

- Hodgson, J., Rønning, W. & Tomlinson, P. (2012). *Sammenheng mellom undervisning og læring. En studie av læreres praksis og deres tenkning under Kunnskapsløftet*. NF-rapport nr. 4. Nordlandsforskning.
- Hofstein, A. (2017). The role of laboratory in science teaching and learning. I K.S. Taber & B. Akpan. (Red.), *Science Education. An International Course Companion. New Directions in Mathematics and Science Education* (s. 357–368). Sense Publishers.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28–54.
- Hopfenbeck, T.N. (2014). *Strategier for læring. Om selvregulering, vurdering og god undervisning*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Hubber, P., Tytler, R. & Haslam, F. (2010). Teaching and learning about force with a representational focus: pedagogy and teacher change. *Research in Science Education*, 40(1), 5–28. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9154-9>
- Ingerman, Å., Linder, C. & Marshall, D. (2009). The learners' experience of variation: Following students' threads of learning physics in computer simulation sessions. *Instructional Science*, 37(3), 273–292. <http://dx.doi.org/10.1007/s11251-007-9044-3>
- Ireland, J.E., Watters, J.J., Brownlee, J. & Lupton, M. (2012). Elementary teacher's conceptions of inquiry teaching: Messages for teacher development. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 159–175. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9251-2>
- Jensen, B.B. & Schnack, K. (1997). The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163–178. <https://doi.org/10.1080/1350462970030205>
- Jensen, F. & Kjærnsli, M. (2016a). Elevers oppfatninger av naturfagsundervisning. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 94–106). Universitetsforlaget.
- Jensen, F. & Kjærnsli, M. (2016b). Holdninger til naturfag. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 72–93). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2016). Motivasjon. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 63–77). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H., Nilsen, T. & Blömeke, S. (2015). Lærerkompetanse. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 97–119). Universitetsforlaget.

- Kane, T.J. & Staiger, D.O. (2012). *Gathering Feedback for Teachers: Combining High Quality Observations with Student Surveys and Achievement Gains*. MET Project, Bill and Melinda Gates Foundation.
- Keys, C.W. & Bryan, L.A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631–645. <https://doi.org/10.1002/tea.1023>
- Kind, P.M. & Kind, V. (2007). Creativity in science education: Perspectives and challenges for developing school science. *Studies in Science Education*, 43(1), 1–37. <https://doi.org/10.1080/03057260708560225>
- Kirschner, P.A., Sweller, J. & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Kjærnsli, M. & Jensen, F. (2016a). Naturfag i PISA: definisjon og oppgaver. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 32–48). Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M. & Jensen, F. (2016b). Resultater i naturfag. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 49–71). Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M. & Lie, S. (2011). Students' preference for science careers: International comparisons based on PISA 2006. *International Journal of Science Education*, 33(1), 121–144. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518642>
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R.V. & Roe, A. (2007). *Tid for tunge løft. Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Universitetsforlaget.
- Klette, K. (2013). Hva vet vi om god undervisning? Rapport fra klasseromsforskningen. I R. J. Krumsvik & R. Säljö (Red.), *Praktisk pedagogisk utdanning: En antologi* (s. 173–200). Fagbokforlaget.
- Klette, K. (2015). Introduction: Studying Interaction and Instructional Patterns in Classrooms. I K. Klette, O. Bergem & A. Rode (Red.), *Teaching and Learning in Lower Secondary Schools in the Era of PISA and TIMSS* (s. 1–14). Springer.
- Klette, K., Blikstad-Balas, M. & Roe, A. (2017). Linking Instruction and Student Achievement. A research design for a new generation of classroom studies. *Acta Didactica Norge*, 11(3), 19. <https://doi.org/10.5617/adno.4729>
- Knain, E., Fredlund, T. & Furberg, A. (2021). Exploring student reasoning and representation construction in school science through the lenses of social semiotics and interaction analysis. *Research in Science Education*, 51(1), 93–111. doi:10.1007/s11165-020-09975-1

- Knain, E. & Kolstø, S.D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Knain, E. & Kolstø, S.D. (2019). Utforskende arbeidsmåter – en oversikt.
I E. Knain & S.D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 15–43). Universitetsforlaget.
- Kolstø, S.D. (2018). Use of dialogue to scaffold students' inquiry-based learning. *Nordina: Nordic Studies in Science Education*, 14(2), 154–169. <https://doi.org/10.5617/nordina.6164>
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- Kunnskapsdepartementet. (2010). *Realfag for framtida. Strategi for styrking av realfag og teknologi 2010–2014*. Kunnskapsdepartementet.
- Lederman, N.G. & Lederman, J.S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. I N.G. Lederman & S.K. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (s. 600–620). Routledge.
- Lederman, N.G. & Lederman, J.S. (2019). Teaching and learning of nature of scientific knowledge and scientific inquiry: Building capacity through systematic research-based professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 30(7), 737–762. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1625572>
- Lemke, J.L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Ablex Publishing.
- Littleton, K. & Mercer, N. (2013). *Interthinking: Putting Talk to Work*. Routledge.
- Liu, S., Bell, C., Jones, N. & McCaffrey, D. (2019). Classroom observation systems in context: A case for the validation of observation systems. *International Journal of Policy, Practice and Research*, 31(1), 61–95.
- Lotter, C., Harwood, W.S. & Bonner, J.J. (2007). The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(9), 1318–1347. <https://doi.org/10.1002/tea>
- Lunetta, V.N., Hofstein, A. & Clough, M.P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory. An analysis of research, theory and practice. I N.G. Lederman & S.K. Abell & (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (s. 393–441). Lawrence Erlbaum.
- Luoto, J.M. (2021). *Exploring, Understanding, and Problematising Patterns of Instructional Quality: A Study of Instructional Quality in Finnish–Swedish and Norwegian Lower Secondary Mathematics Classrooms* [Doktoravhandling]. Universitetet i Oslo.
- Markussen, E. & Seland, I. (2013). *Den gode timen. En kvalitativ studie av undervisning og læringsarbeid på fire ungdomsskoler i Oslo*. NIFU-rapport 2013:3. Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning.

- McHugh, M.L. (2012). Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276–282. <https://doi.org/10.11613/BM.2012.031>
- Meld. St. 28 (2015–2016). *Fag – Fordypning – Forståelse — En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/>
- Mercer, N. (2008). Talk and the development of reasoning and understanding. *Human Development*, 51(1), 90–100. <https://doi.org/10.1159/000113158>
- Mestad, I. (2019). Djupneforståing gjennom utforskende arbeidsmåtar. I Holt, Voll, & Øyehaug (Red.), *Dybdelæring i naturfag* (s. 236–260). Oslo: Universitetsforlaget.
- Mestad, I. & 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. <https://doi.org/10.1002/sce.21139>
- Millar, R. (2010). Practical work. I J. Osborne & J. Dillon (Red.), *Good Practice in Science Teaching: What Research Has To Say* (s. 8–34). McGrawHill Open University Press.
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Mogensen, F. & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the ‘new’ discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research*, 16(1), 59–74. <https://doi.org/10.1080/13504620903504032>
- Mork, S.M. & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (2. utg.). Universitetsforlaget.
- Murphy, S., MacDonald, A., Wang, C.A. & Danaia, L. (2019). Towards an Understanding of STEM Engagement: A Review of the Literature on Motivation and Academic Emotions. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 304–320. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00054-w>
- NAOB. (2021). Handlekraft. *Det norske akademis ordbok*. <https://naob.no/ordbok/handlekraft>
- National Research Council. (2005). *How Students Learn: Science in the Classroom*. The National Academies Press.
- Nilsen, T. (2016). Skolemiljø. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 78–96). Universitetsforlaget.

- Nilsen, T. & Frøyland, M. (2016). Undervisning i naturfag. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 137–157). Universitetsforlaget.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. OECD.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep Learning: How the Mind Overrides Experience*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Oreskes, N. & Conway, E.M. (2010). *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. Bloomsbury Press.
- Osborne, J. (2015). Practical work in science: Misunderstood and badly used? *Social Science Research*, 96(3), 16–24. <https://doi.org/10.1007/BF02972560>
- Pearson, P.D., Moje, E., & Greenleaf, C. (2010). Literacy and science: Each in the service of the other. *Science*, 328, 459–463.
- Pellegrino, J.W. & Hilton, M.L. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. National Academies Press.
- Penner, D.E., Giles, N.D., Lehrer, R. & Schauble, L. (1997). Building functional models: Designing an elbow. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 125–143.
- Praetorius, A.-K. & Charalambous, C.Y. (2018). Classroom observation frameworks for studying instructional quality: Looking back and looking forward. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 535–553.
- Praetorius, A.-K., Pauli, C., Reusser, K., Rakoczy, K. & Klieme, E. (2014). One lesson is all you need? Stability of instructional quality across lessons. *Learning and Instruction*, 31, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.12.002>
- Prøitz, T.S. (2016). Læringsutbytte. Slik lærere, forskere og politikere ser det. *Bedre Skole*, 2, 41–46.
- Reid, N. & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172–185. <https://doi.org/10.1039/B5RP90026C>
- Rosenshine, B., Meister, C. & Chapman, S. (1996). Teaching students to generate questions: A review of the intervention studies. *Review of Educational Research*, 66(2), 181–221.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.55.1.68>

- Schneider, R.M. & Plasman, K. (2011). Science teacher learning progressions: A review of science teachers' pedagogical content knowledge development. *Review of Educational Research*, 81(4), 530–565. <https://doi.org/10.3102/0034654311423382>
- Schroeder, C.M., Scott, T.P., Tolson, H., Huang, T.-Y. & Lee, Y.-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436–1460. <https://doi.org/10.1002/tea.20212>
- Schwartz, D.L., Chase, C.C., Oppizzo, M.A. & Chin, D.B. (2011). Practicing versus inventing with contrasting cases: The effects of telling first on learning and transfer. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 759–775.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G. & Crawford, B.A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>
- Scott, P.H., Mortimer, E.F. & Aguiar, O.G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90, 605–631.
- Seidel, T. & Shavelson, R.J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454–499. <https://doi.org/10.3102/0034654307310317>
- Sjøberg, M. (2021). *Teaching and Learning Through Scientific Practices in the Laboratory in Biology Education* [Doktoravhandling]. Universitetet i Oslo.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse*. Gyldendal Akademisk.
- Snell, J. (2011). Interrogating video-data: Systematic quantitative analysis versus micro-ethnographic analysis. *International Journal of Social Research Methodology*, 14(3). <https://doi.org/10.1080/13645579.2011.563624>
- Steier, R. & Kersting, M. (2019). Metaimagining and embodied conceptions of spacetime. *Cognition and Instruction*, 37(2), 145–168. <https://doi.org/10.1080/07370008.2019.1580711>
- Sæleset, J. (2021). *Teaching Science with Students in Mind. Pre-service Science Teachers' Knowledge and Teaching Practices* [Doktoravhandling]. UiT Norges arktiske universitet
- Tang, K.-S. & Tan, S.-C. (2017). Intertextuality and multimodal meanings in high school physics: Written and spoken language in computer-supported collaborative student discourse. *Classroom Discourse*, 8(1), 19–35. <https://doi.org/10.1080/19463014.2016.1263576>

- Thorsheim, F., Kolstø, S.D. & Andresen, M.U. (2016). *Erfaringsbasert læring: Naturfagdidaktikk*. Fagbokforlaget.
- Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. I R. Millar, J.T. Leach & J. Osborne (Red.), *Improving Science Education: The Contribution of Research* (s. 27–47). Open University Press.
- Treagust, D.F. & Tsui, C.-Y. (2014). General Instructional Methods and Strategies. I N.G. Lederman & S.K. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (s. 303–320). Routledge.
- Tytler, R. & Aranda, G. (2015). Expert teachers' discursive moves in science classroom interactive talk. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 425–446. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9617-6>
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P. & Waldrup, B. (Red.) (2013). *Constructing Representations to Learn in Science*. SensePublishers.
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplanverket for Kunnskapsløftet*.
- Utdanningsdirektoratet. (2016). *Læringsutbytte – Kvalitet i fagopplæringen*. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/kvalitet-i-fagoppleringen/Administrasjon/Laringsutbytte/>
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/?lang=nob>
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Veel, R. (1997). Learning how to mean – scientifically speaking: Apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. I F. Christie & J.R. Martin (Red.), *Genre and Institutions: Social Processes in the Workplace and School* (s. 161–195). Continuum.
- Vygotsky, L. (1998). *The Collected Works of L. S. Vygotsky* (R.W. Rieber & A.S. Carton, Red.; 5. utg.). Springer.
- Vygotsky, L. (2004). Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian and East European Psychology*, 42(1), 7–97.
- Wellington, J. (2005). Practical work and the affective domain: What do we know, what should we ask, and what is worth exploring further? I S. Alsop (Red.), *Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science* (Vol. 29, s. 99–109). Springer.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Open University Press.
- Wittek, L. & Kvernbeek, T. (2011). On the problems of asking for a definition of quality in education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 55(6), 671–684. <https://doi.org/10.1080/00313831.2011.594618>

- Zhang, L. & Cobern, W. W. (2021). Confusions on «guidance» in inquiry-based science teaching: A response to Aditomo and Klieme (2020). *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21(2), 207–212. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00116-4>
- Ødegaard, M. & Arnesen, N.E. (2010). Hva skjer i naturfagklasserommet? – Resultater fra en videobasert klasseromsstudie; PISA+. *Nordic Studies in Science Education*, 6(1), 16–32. <https://doi.org/10.5617/nordina.271>
- Ødegaard, M. & Melhus, F.A. (2017, 29. juni). Kreativitet på forskerfötter. *naturfag.no*. <https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2185638>
- Ødegaard, M., Haug, B.S., Mork, S.M. & Sorvik, G.O. (2014). Challenges and support when teaching science through an integrated inquiry and literacy approach. *International Journal of Science Education*, 36(18), 2997–3020. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.942719>
- Ødegaard, M., Haug, B.S., Mork, S.M. & Sørvik, G.O. (2016). *På forskerfötter i naturfag*. Universitetsforlaget.

VEDLEGG A: OBSERVASJONSMANUAL

LISSI observasjonsmanual for naturfagundervisning

Observasjonsmanualen ble utviklet av forskere på LISSI-prosjektet, et prosjekt med formål å undersøke sammenhengen mellom undervisning i naturfag og hvordan elevene lærer og engasjerer seg i faget.

Prosjektet er finansiert av Utdanningsdirektoratet

Av:

Marianne Ødegaard (prosjektleder)

Marit Kjærnsli

Solveig Karlsen

Mai Lill Suhr Lunde

Eva Kristin Narvhus

Magne Olufsen

Johannes Sæleset



UiO : **Institutt for lærerutdanning og skoleforskning**
Det utdanningsvitenskapelige fakultet



UiT Norges arktiske universitet



INTRODUKSJON

En sentral metode i forskningsprosjektet Linking Instruction in Science and Student Impact (LISSI) er analyse av videoopptak av naturfagundervisning i norsk skole. Denne observasjonsmanualen ble utviklet med det formål å analysere slike videodata. Utgangspunktet for LISSI-prosjektet var å studere utforskende arbeidsmåter i naturfag, men observasjonsmanualen retter seg også mot generelle undervisningspraksiser i klasserommet. Manualen er basert delvis på eksisterende observasjonsmanualer for undervisningskvalitet (Grossman et al., 2013; Marshall et al., 2009; Ødegaard et al., 2016) og inneholder kategorier fra disse manualene (referanser er notert til hver kategori). Noen av kategoriene er beholdt i sin opprinnelige form, men de fleste er modifisert for å kunne beskrive naturfagundervisning.

Kategoriene er organisert i fem dimensjoner av undervisning. De fem dimensjonene er *utforskning*, *tilrettelegging for elevdeltakelse*, *faglig fordypning*, *kognitiv aktivering* og *klasseledelse*. Observasjonsmanualen er organisert på følgende måte:

Utforskning	Tilrettelegging for elevdeltakelse	Faglig fordypning	Kognitiv aktivering	Klasseledelse
• Forberedelse • Datainnsamling • Konsolidering • Frihetsgrader • Naturvitenskapens egenart	• Bruk av læringsmateriale • Lærerrolle • Elevdeltakelse • Klasseromsamtale • Opptak av elevinnspill • Mulighet for elevsamtale • Praktisk aktivitet	• Presentasjon av fagstoff • Faglig dybde • Lærerpresentasjon • Elevkunnskap • Bruk av faglig språk • Tilbakemelding	• Kobling til tidligere kunnskap • Intellektuell utfordring • Elevrefleksjon	• Atferd • Tidsbruk

Når undervisning analyseres, gis kategoriene koder som beskriver undervisningskvalitet i hver kategori. Bruk av observasjonsmanualen baseres på 15-minutters undervisningssegmenter. Hvert segment vurderes opp mot alle kategoriene, som kodes fra 1 til 4. Kode 1 viser til ingen evidens for den aktuelle praksisen, kode 2 begrenset evidens, kode 3 viser evidens, men med noen begrensninger, og kode 4 indikerer sterk evidens. Kode 3

og 4 beskriver altså en høyere undervisningskvalitet enn kode 1 og 2. Noen kategorier kodes i underkategorier som slås sammen til en samlet kode. Siden hver kategori har fokus på enkeltelementer av undervisningskvalitet, er det ikke forventet at enhver undervisningstime skal oppnå høy kode i alle kategorier. Vi vil understreke at god undervisning kommer i ulike former, som også er avhengig av konteksten.

Utforsking

Denne dimensjonen består av fem kategorier: *forberedelse*, *datainnsamling*, *konsolidering*, *fribetsgrader* og *naturvitenskapens egenart*. De tre første tilsvarende viktige faser i utforskende undervisning. I forberedelsesfasen vekkes elevenes undring, det stilles spørsmål, og utforskingen planlegges. I datainnsamlingsfasen samler elevene data fra primære og sekundære kilder (egne observasjoner eller andres observasjoner/kunnskap). I konsolideringsfasen bygger elevene kunnskap på bakgrunn av innsamlede data. Disse kategoriene er utviklet spesifikt rettet mot utforskende undervisning i naturfag og for å kunne fange opp naturvitenskapens egenart. Kategoriene er egenutviklede med basis i litteraturen.

Forberedelse

Kategorien fokuserer på forberedelsesfasen i utforskende undervisning. Her legger læreren til rette for utforsking ved å vekke undring, og elever eller lærer stiller spørsmål, lager hypotese eller prediksjon.

Undervisning som gis lav kode, kan inneholde undringsaktiviteter, men det blir ikke utviklet en prediksjon, en hypotese eller et forskbart spørsmål. *Forberedelse* gis høy kode dersom lærer eller elever utvikler et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon som skal utforskes.

Ref.: Bybee et al., 2006; Knain & Kolstø, 2011; Ødegaard et al., 2016

Kode 1	Undervisningen inneholder ikke undringsaktiviteter, prediksjoner, hypotesedannelse, forskbart spørsmål eller aktivisering av forkunnskaper.
Kode 2	Læreren initierer undringsaktiviteter eller aktiverer elevenes forkunnskaper. Det blir ikke utviklet en prediksjon, en hypotese eller et forskbart spørsmål.
Kode 3	Lærer eller elever utvikler et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon. Eller Elevene planlegger en utforsking basert på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon som er gitt av lærer eller andre.
Kode 4	Elevene planlegger en utforsking basert på sine egne forskbare spørsmål, hypoteser eller prediksjoner.

Datainnsamling

Kategorien fokuserer på datainnsamlingsfasen i utforskende undervisning. Her gjør elevene observasjoner eller henter informasjon fra ulike kilder.

Undervisning som gis lav kode, inneholder ikke datainnsamling, eller data samles inn uten et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon som grunnlag. *Datainnsamling* gis høy kode dersom elever samler inn, dokumenterer og systematiserer data for å finne svar på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon.

Ref.: Bybee et al., 2006; Knain & Kolstø, 2011; Ødegaard et al., 2016

Kode 1	Elevene samler ikke inn data.
Kode 2	Elevene samler inn data. Et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon trenger ikke å være til stede.
Kode 3	Elevene samler inn data for på finne svar på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon. Dataene blir dokumentert.
Kode 4	Elevene samler inn data for på finne svar på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon. Dataene blir dokumentert og systematisert. Eksempel: Å lage en tabell er en form for systematisering eller kategorisering av data.

Konsolidering

Kategorien fokuserer på konsolideringsfasen i utforskende undervisning. Her lager elevene forklaringer og trekker slutninger på bakgrunn av innsamlede data, og diskuterer implikasjoner.

I undervisning som gis lav kode, diskuterer elevene ikke data, eller lager bare enkle forklaringer. *Konsolidering* gis høy kode dersom elevene trekker konklusjoner fra data, og diskuterer implikasjoner.

Ref.: Bybee et al., 2006; Knain & Kolstø, 2011; Ødegaard et al., 2016

Kode 1	Elevene diskuterer ikke observasjoner eller data.
Kode 2	Elevene lager enkle beskrivelser basert på observasjoner eller data. Eksempel: Bønnene falt av papiret med vann og salt, men ikke av papiret med mel og vann.
Kode 3	Elevene trekker konklusjoner fra data. De begrunner ut fra empiriske data. Eksempel: Lim av mel og vann fungerer bedre enn lim av salt og vann fordi bønnene ikke faller av mel og vann-papiret.
Kode 4	Elevene trekker konklusjoner fra data og diskuterer disse opp mot naturfaglig kunnskap og/eller diskuterer implikasjoner av konklusjonene. Eksempel: Lim av mel og vann fungerer bedre enn lim av salt og vann på grunn av at glutenet i melet gjør limet klissete.

Frihetsgrader

Kategorien fokuserer på graden av frihet i aktiviteten eller utforskningen elevene holder på med. Et sentralt element er om elevene har anledning til å planlegge eksperimenter eller finne egne spørsmål å utforske. Kategorien omfatter også i hvor stor grad resultatene er gitt på forhånd eller er kjent for læreren.

I undervisning som gis lav kode, tar elevene få valg i undervisningen. I undervisning med høy kode bestemmer elevene minst to av følgende momenter: problemstilling eller spørsmål som skal undersøkes, metode som brukes for å finne svar, og resultat eller svar.

Ref.: Gyllenpalm et al., 2010; Herron, 1971

- | | |
|--------|--|
| Kode 1 | Undervisningen har ikke elementer som innebærer at elevene tar valg (spørsmålsformulering, bruk av metoder eller tolkning av resultater). |
| Kode 2 | Det er én frihetsgrad. Elevene bestemmer selv ett av følgende momenter: <ul style="list-style-type: none"> • Problemstilling eller spørsmål som skal undersøkes. • Metode som brukes for å finne svar. • Resultat eller svar (elevene vet ikke resultatet på forhånd). |
| Kode 3 | Det er to frihetsgrader. Elevene bestemmer selv to av følgende momenter: <ul style="list-style-type: none"> • Problemstilling eller spørsmål som skal undersøkes. • Metode som brukes for å finne svar. • Resultat eller svar (elevene vet ikke resultatet på forhånd), |
| Kode 4 | Elevene bestemmer selv alle tre følgende momenter: <ul style="list-style-type: none"> • Problemstilling eller spørsmål som skal undersøkes. • Metode som brukes for å finne svar. • Resultat eller svar (elevene vet ikke resultatet på forhånd). |
-

Naturvitenskapens egenart

Kategorien fokuserer på om læreren inkluderer aspekter av naturvitenskapens egenart (NOS) i segmentet. Åtte aspekter som kan kjennetegne naturvitenskapen, er inkludert her.

To aspekter gjelder grunnleggende skiller i naturvitenskapen: Skillet mellom observasjon og slutning og mellom teori og lov.

Fem aspekter gjelder kjennetegn ved naturvitenskapelig kunnskap: 1) slik kunnskap er empirisk begrunnet (basert på og/eller avledet fra observasjoner av naturen), 2) naturvitenskap involverer nødvendigvis resonnering, kritisk tenkning, fantasi og kreativitet (involverer å komme med nye forklaringer), 3) naturvitenskap er foreløpig (i endring), 4) naturvitenskap er subjektiv (teoristyr), og 5) naturvitenskap er sosialt og kulturelt påvirket (naturvitere er påvirket av sosiale strukturer, maktstrukturer, politikk, sosioøkonomiske faktorer, filosofi og religion).

Ett aspekt gjelder enhet mellom de ulike naturfagene (fysikk, kjemi, biologi, geologi osv.). Dette aspektet fremhever integrering av kunnskap på tvers av naturfagene (kobler uttrykkelig sammen naturfagdisiplinene utover å undervise emner som relaterer til flere disipliner).

I undervisning som gis lav kode for naturvitenskapens egenart, inkluderer læreren ingen aspekter av naturvitenskapens egenart eksplisitt i undervisningen. Naturvitenskapens egenart gis høy kode dersom læreren refererer eksplisitt til minst ett aspekt av naturvitenskapens egenart på en måte som gir elevene forståelse av naturvitenskapens egenart.

Ref.: Lederman et al., 2013

Kode 1	Læreren inkluderer ikke aspekter av naturvitenskapens egenart.
Kode 2	Læreren inkluderer minst ett aspekt av naturvitenskapens egenart i undervisningen. Aspektene er likevel ikke referert til eksplisitt. Likevel, med slik undervisning over tid vil elevene utvikle forståelse av naturvitenskapens egenart. Eksempel: Utforsking uten at læreren uttrykkelig legger vekt på verdien av datainnsamling (empirisk begrunnet).
Kode 3	Læreren refererer eksplisitt til minst ett aspekt av naturvitenskapens egenart i undervisningen. Koblinger mellom naturvitenskapens egenart og dagens time er klare nok til å gi forståelse av naturvitenskapens egenart. Eksempel: Utforsking med uttrykkelig oppmerksomhet på nødvendigheten av empiriske bevis for å konkludere i et argument, og at naturvitenskapens egenart dermed har et subjektivt aspekt.
Kode 4	Læreren refererer eksplisitt til minst ett aspekt av naturvitenskapens egenart i undervisningen. Koblinger mellom naturvitenskapens egenart og dagens time er klare nok til å gi dyp forståelse av naturvitenskapens egenart. Elevene viser forståelse av naturvitenskapens egenart. Eksempler: • Sier noe selv om at de jobber som forskere. • Viser i prosessen at dette er en forskningsprosess. • Elevene uttrykker forståelse av hvordan de har brukt sine data til å forklare et begrep eller fenomen, og sammenligner dette med hvordan naturvitenskaplig utforsking blir utført • Læreren legger vekt på behovet for kreative løsninger i introduksjonen til utforsking og snakker om forskere som kreative.

TILRETTELEGGING FOR ELEVDeltakelse

Denne dimensjonen består av seks kategorier: *bruk av læringsmateriale*, *lærerrolle*, *elevdeltakelse*, *tilbakemeldinger*, *klasseromsamtale* og *praktisk aktivitet*. Disse kategoriene fokuserer på hvordan læreren legger til rette for at elevene kan delta aktivt i undervisningen. Det er i hovedsak hvordan læreren gjennomfører aktiviteter som har betydning for kodingen, men i kategorien *elevdeltakelse* vurderes elevene isolert fra læreren.

Bruk av læringsmateriale

Kategorien fokuserer på om læreren legger til rette for at elevene deltar i aktiviteter og diskusjoner som er basert på læringsmateriale. Eksempler på læringsmateriale: objekter, lærebøker, arbeidsark, diagrammer, nettsider, videoer, tavle, smarttavle eller annet undervisningsmateriale.

I undervisning som kodes høyt for *bruk av læringsmateriale*, bruker læreren materialet til å oppnå et større mål: at elevene skal få høy naturfaglig kompetanse. Elevene bruker læringsmaterialet aktivt over lengre tid for å fordype seg i naturfaglige begreper. I undervisning som kodes lavt for *bruk av læringsmateriale*, er det ikke læringsmateriale til stede, eller det er ikke i bruk.

Modifisert etter PLATO (Grossman et al., 2013)

- | | |
|--------|---|
| Kode 1 | Det er ikke læringsmateriale til stede i klasserommet, eller det er ikke i bruk. |
| Kode 2 | <p>Det er læringsmateriale til stede i klasserommet. Elevers referanser til materialet fokuserer på gjengivelse av spesifikke detaljer.</p> <p>Eksempel: Læreren viser en film. Etter at filmen er ferdig, ber læreren elevene om å fortelle læringspartner hva de har sett (gjengivelse).</p> |
| Kode 3 | <p>Læreren legger til rette for undervisningsaktiviteter eller diskusjoner som krever at elever aktivt bruker læringsmateriale.</p> <p>Elevene må bruke læringsmaterialet til å finne grunnlag for spesifikke faglige momenter og på denne måten danne seg en forståelse av naturfaglige begreper og fenomener.</p> <p>Eksempel: Læreren viser en film. Etter at filmen er ferdig, ber læreren elevene om å trekke slutninger eller forklare det de har sett.</p> |
| Kode 4 | <p>Læreren legger til rette for undervisningsaktiviteter eller diskusjoner som krever at elever aktivt bruker læringsmateriale over en lengre periode (mer enn 7 minutter).</p> <p>Elevene må bruke læringsmaterialet til å finne grunnlag for spesifikke faglige momenter og på denne måten danne seg en forståelse av naturfaglige begreper og fenomener.</p> |

Lærerrolle

Kategorien fokuserer på lærerens tilrettelegging for elevaktiviteter og samtaler mellom elever.

Undervisning der læreren står i fokus, kodes lavt. Undervisning gis høy kode dersom læreren ofte legger til rette for elevaktivitet eller samtale mellom elever.

Ref.: EQUIP (Marshall et al., 2009)

Kode 1	Det er læreren som står i fokus i timen. Det er sjelden at læreren legger til rette for elevaktiviteter eller samtaler mellom elever.
Kode 2	Det er læreren som står i fokus i timen. Læreren legger av og til til rette for elevaktiviteter eller samtaler mellom elever.
Kode 3	Læreren legger til rette for elevaktiviteter eller samtaler mellom elever i minst tre tilfeller.
Kode 4	Læreren legger gjennomgående og effektivt til rette for elevaktiviteter eller samtaler mellom elever. Halve segmentet inneholder samtaler mellom elever, eller elevene arbeider sammen for å løse en oppgave.

Elevdeltakelse

Kategorien fokuserer på elevenes deltakelse i aktiviteter: I hvilken grad elever er aktive eller passive, i hvilken grad elever deltar i flere aktiviteter, og hvor mange elever som er aktive. Aktiviteter kan være elevøvelser, diskusjoner og andre oppgaver.

Undervisning der elevene stort sett er passive, kodes lavt. Undervisning gis høy kode dersom elevene er aktive i sin læring.

Ref.: EQUIP (Marshall et al., 2009)

Kode 1	Elevene er gjennomgående passive i sin læring (de tar notater, leser). Elever er bare mottakere uten å delta aktivt.
Kode 2	Elevene er i liten grad aktive i sin læring. De er aktive i korte stunder eller i liten grad gjennom segmentet.
Kode 3	Elever er aktive i sin læring. De er involvert i diskusjoner, undersøkelser eller andre aktiviteter, men ikke gjennomgående og tydelig fokusert.
Kode 4	Elevene er gjennomgående aktive i sin læring. De er svært aktive flere ganger gjennom segmentet og tydelig fokusert på oppgaven.

Klasseromsamtale

Kategorien fokuserer på elevenes muligheter for utvidede naturfaglige samtaler med lærer eller med medelever, og i hvilken grad lærer og elever plukker opp, bygger videre på og avklarer hverandres ideer.

Klasseromsamtale kodes lavt når læreren snakker mesteparten av tiden. *Klasseromsamtale* kodes også lavt dersom lærer eller elever responderer sjelden eller kort på elevinnspill. I en slik klasseromsamtale bygger ikke lærer og elever på hverandres innspill. *Klasseromsamtale* kodes på høyt nivå når elevene er engasjert i utdypende, sammenhengende og fokuserte diskusjoner der lærer og elever bygger på hverandres bidrag og oppfordrer hverandre til å forklare og beskrive sine ideer nærmere.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013)

Under-kategorier	Opptak av elevinnspill	Mulighet for elevsamtale
Kode 1	Lærer eller elever responderer sjelden eller aldri på elevers innspill om naturfaglig innhold.	Det er få eller ingen muligheter for elever til å ha samtaler knyttet til naturfag. Lærer snakker, gir en lang introduksjon til en oppgave/aktivitet, eller lukket diskusjon i mindre enn 5 minutter.
Kode 2	Lærer eller elever responderer kort og overflatisk på elevers innspill, og responsen bidrar ikke til å utdype eller utvikle innspillene (f.eks. gjentar uten bruk av faglig språk, kun uttalelser som «Jeg er enig/uenig», som ikke refererer spesifikt til et tidligere innspill). Alternativt responderer lærer i hovedsak kort og overflatisk på elevinnspill, ispedd enkelte tilfeller av opptak på høyere nivå.	Det finnes enkelte muligheter for korte naturfaglige elevsamtaler, men disse er lærerstyrt. For eksempel lukket diskusjon i mer enn 5 minutter eller åpen diskusjon (i hel klasse, grupper, par) i mindre enn 5 minutter.
Kode 3	Lærers eller elevers bidrag har likevekt mellom korte responser og minimum 2 tilfeller med opptak på høyt nivå (f.eks. gjentakelse med faglig språk, spør etter forklaring, utdyping eller bevis). Det er mange tilfeller der lærer eller elever tar opp elevers innspill	Lærer gir mulighet for minst 5 minutter naturfaglig samtale mellom lærer og elever og/eller mellom elever. Noen elever deltar i samtalen og/eller lytter aktivt, men det er kun 2–3 elever som primært er deltakende. Det kan fortsatt være overvekt av lærerstyrt samtale med noen åpne spørsmål. Elevstyrte samtaler som etter hvert sporer av, hører også til dette nivået.

Kode 4	Lærer eller elever gjør gjennomgående opptak av elevenes innspill ved å respondere på måter som bygger ut elevenes ideer, eller ved å legge til rette for at elever utvider, forklarer og spesifiserer tenkningen sin.	Lærer gir mulighet for minst 5 minutter naturfaglig samtale mellom lærer og elever og/eller mellom elever. Flesteparten av elevene deltar i samtalen og/eller lytter aktivt, og elevene responderer på hverandres utsagn/ideer selv om det fortsatt er læreren som styrer samtalen. Spørsmålene som styrer samtalen, er hovedsakelig åpne, og samtalen er fokusert og på rett spor.
--------	--	---

Praktisk aktivitet

Kategorien fokuserer på om undervisningen inneholder praktiske aktiviteter der elevene bruker objekter utover materiale til lesing og skriving. Eksempler på praktiske aktiviteter er rollespill og forsøk.

Undervisning gis lav kode dersom elevene kun er involvert i aktiviteter der de bruker materiale til lesing og skriving, slik som bøker, papir, skrivesaker eller datamaskiner. Praktiske aktiviteter som knyttes eksplisitt til læring av naturfaglige begreper, gis en høy kode.

Ref.: Abrahams & Reiss, 2012; Millar, 2010

Kode 1	Elevene deltar ikke i aktiviteter som inneholder praktiske aktiviteter, eller aktivitetene er begrenset til bruk av materiale til lesing og skriving. Eksempel: Elevene leser på en nettside om biologisk mangfold.
Kode 2	Elevene deltar i aktiviteter der de bruker objekter utover materiale til lesing og skriving. Aktivitetene er imidlertid ikke eksplisitt knyttet til læring av naturfaglige begreper. Eksempel: Elevene gjør klart utstyr for et eksperiment eller henter ut en mineralsamling til pultene sine uten å få noen faglige instruksjoner eller diskuterer det de ser.
Kode 3	Elevene deltar i undervisningsaktiviteter der de bruker objekter utover de som trengs til lesing og skriving. Aktivitetene er eksplisitt knyttet opp mot læring av naturfaglige begreper. Eksempel: Elevene blir bedt om å hoppe opp og ned for å forbrenne energien i et flak potetgull.
Kode 4	Elevene er involvert i undervisningsaktiviteter der de bruker objekter utover de som trengs til lesing og skriving. Aktivitetene er eksplisitt knyttet opp mot læring av naturfaglige begreper, og det kommer frem at elevene knytter aktiviteten til læringen. Eksempel: Elevene blir bedt om å hoppe opp og ned for å forbrenne energien i et flak potetgull og diskuterer hvordan potetgullflaket blir forbrennes i kroppen.

FAGLIG FORDYPNING

Denne dimensjonen består av fire kategorier: *presentasjon av fagstoff, faglig dybde, bruk av faglig språk og tilbakemelding*. Disse kategoriene fokuserer på hvordan læreren formidler kunnskap om faglige begreper til elevene. Faglige begreper inkluderer naturfaglige begreper og fenomener, begreper for utstyr og forskerord. Kategorien faglig dybde berører også elevenes kunnskap.

Presentasjon av fagstoff

Kategorien fokuserer på hvordan læreren presenterer det naturfaglige fagstoffet i timen. Fokus er om fagstoffet presenteres korrekt og forståelig for elevene. *Presentasjon av fagstoff* er basert på Lee Shulmans (1987) begrep *pedagogical content knowledge* (PCK), som beskriver læreres kunnskap om hvordan spesifikke tema presenteres på en forståelig måte. Dette inkluderer kunnskap om gode representasjoner og hva som gjør temaet lett eller vanskelig. *Presentasjon av fagstoff* omfatter lærerens evne til å formidle fagstoff gjennom hensiktsmessige forklaringer, eksempler, illustrasjoner, modeller og analogier. Kun presentasjon som er observerbar, skal vurderes. (Bøker og arbeidsark som ikke diskuteres, skal ikke vurderes.) Både presentasjon for hele klassen og i dialog med enkeltelever og grupper er relevant for kodingen.

Presentasjon av fagstoff gis lav kode når læreren ikke presenterer fagstoff, eller presentasjonen har feil eller mangler. Når læreren gir nyanserte, klare presentasjoner og hjelper elever til å skille mellom begreper og tema som er forskjellige, gis en høy kode.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013)

- | | |
|--------|--|
| Kode 1 | Læreren presenterer ikke fagstoff, eller presentasjonen er preget av feil og mangler. |
| Kode 2 | Lærerens presentasjon er ufullstendig eller overflatisk og går ikke i dybden av fagstoffet. Representasjonene fungerer kun delvis for å belyse begrepet. |
| Kode 3 | Lærerens presentasjon er korrekt og presis og er tilstrekkelig for å belyse naturfaglige begreper. Læreren kan også oppklare eventuelle misforståelser hos elever, men legger ikke vekt på å nyansere begreper eller komme med eksempler for å skille mellom ulike sider ved relaterte begreper. |
| Kode 4 | Lærerens presentasjon er korrekt og presis og oppklarer elevs misforståelser. Læreren belyser nyanser ved ulike begreper og tema, gjerne med ulike eksempler og modeller eller ved å legge vekt på å nyansere begreper eller komme med eksempler for å skille mellom ulike sider ved relaterte begreper. |

Faglig dybde

Kategorien er todelt og består av lærerpresentasjon og elevkunnskap. Lærerpresentasjon fokuserer på om læreren presenterer fagstoffet med dybde, og om det settes inn i en større sammenheng. Elevkunnskap fokuserer på hvordan elever viser sin kunnskap.

Lærerpresentasjon gis lav kode når fagstoffet presenteres overflatisk. Dersom læreren presenterer fagstoffet med dybde og i sammenheng, kan det gis en høy kode. Elevkunnskap gis en lav kode når elevene viser lite eller overflatisk kunnskap. Høy kode for elevkunnskap kan gis når elevene viser forståelse av begreper i sammenheng.

Ref.: EQUIP (Marshall et al., 2009); Bravo et al., 2008; Haug & Ødegaard, 2014

Under-kategorier	Lærerpresentasjon	Elevkunnskap
Kode 1	Fagstoffet presenteres bare overflatisk.	Elevene viser kunnskap om hvordan begreper høres eller ser ut. Fagbegreper uttrykkes ikke nødvendigvis av elever.
Kode 2	Læreren presenterer til en viss grad faglig dybde, men setter ikke fagstoffet inn i en større sammenheng.	Elevene viser at de kjenner til eller kan definere naturfaglige begreper på et generelt nivå. Elevene viser liten forståelse av begrepenes betydning.
Kode 3	Læreren presenterer faglig dybde og setter fagstoffet delvis inn i en større sammenheng.	Elevene viser forståelse av sammenhengen mellom det aktuelle begrepet og andre ord og begreper. Eller: Elevene er i stand til å velge korrekte begreper i en kontekst. De kan bruke fagbegreper i ulike setninger.
Kode 4	Læreren presenterer faglig dybde og setter fagstoffet klart og tydelig inn i en større sammenheng.	Minst to elever bruker begreper i en kontekst når de arbeider utforskende. De setter begrepene i sammenheng med empiriske data og/eller i en større sammenheng. Eller: Minst to elever bruker fagbegreper som viser at de har begynnende forståelser av fenomenet det undervises i. De kan løse problemer i nye situasjoner ved å ta i bruk ervervet kunnskap.

Bruk av faglig språk

Kategorien fokuserer på hvordan læreren bruker naturfagbegreper i segmentet, om begrepene forklares, og i hvilken grad elever oppfordres til å bruke relevante fagbegreper.

Undervisning gis høy kode dersom lærer gjennomgående bruker og forklarer fagbegreper, og elever får anledning til å bruke disse. Undervisning gis lav kode dersom fagspråk ikke blir brukt eller ikke blir forklart.

Modifisert etter PLATO (Grossman et al., 2013)

Kode 1	Læreren verken introduserer, definerer eller ber elever bruke fagbegreper.
Kode 2	Læreren introduserer/definerer sjelden fagbegreper. Læreren og elevene bruker ikke fagbegreper i klasseromsdiskusjonen. Eller: Læreren bruker fagbegreper uten å forklare hva de betyr.
Kode 3	Læreren introduserer, fremkaller, inkluderer og understreker fagbegreper ofte.
Kode 4	Læreren introduserer, fremkaller, inkluderer og understreker fagbegreper regelmessig og gjennomgående i timen. Læreren gir elevene mange muligheter til å bruke begrepene.

Tilbakemelding

Kategorien fokuserer på kvaliteten på tilbakemeldinger som elever får når de bruker naturfaglige ferdigheter, begreper eller strategier. Tilbakemeldinger inkluderer både kommentarer på kvaliteten på elevarbeid og forslag til hvordan elever kan gjøre det bedre.

Tilbakemeldinger som kodes høyt, kjennetegnes av å være spesifikke og rettet mot sentrale ferdigheter i en aktivitet. Tilbakemeldingene hjelper elever til å forstå kvaliteten på eget arbeid, og hjelper dem til å prestere, siden de får bedre forståelse av hva en aktivitet går ut på. Tilbakemeldinger som kodes lavt, kjennetegnes av at de er vage og svakt knyttet til elevarbeid. Forslag til forbedringer er ofte prosessuelle, det vil si fokusert på instruksjoner for oppgaven i stedet for på ferdigheter og kunnskap som elevene trenger. Disse kommentarene hjelper ikke elever til å måle egen fremgang eller til å bli flinkere til å løse oppgaven. Det kan også hende at svake tilbakemeldinger skaper forvirring eller misforståelser.

Tilbakemeldinger kan gis mens elever jobber med en oppgave, eller etter at en oppgave har blitt fullført. Lærere kan også rette elevene mot en ny aktivitet ved å gi tilbakemelding på tidligere arbeid. For eksempel: «Jeg la merke til at mange av dere var flinke til å bruke fagbegreper da dere snakket om magneter, så vi kommer til å bygge videre på det når vi skal skrive rapporten om magneter.»

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013)

Kode 1	Læreren gir ikke tilbakemelding til elever.
Kode 2	Læreren eller elever gir tilbakemelding som er vage, repeterende eller misvisende (f.eks. «bra jobba», «riktig», «nei»). Forslag til hvordan elever kan bli flinkere, fokuserer heller på prosedyrer enn på fag. Lærerspørsmål som foreslår neste steg eller forbedringer, tilhører denne koden, f.eks.: «Har du tenkt å legge til flere detaljer?»

- Kode 3 Læreren eller elever gir tilbakemelding som er knyttet til spesifikke elevarbeider eller ideer.
Tilbakemeldinger er konstruktive og tydelige. Forbedringsforslag er en blanding av prosessuelle og faglige.
- Kode 4 Læreren eller elever gir regelmessig tilbakemelding som er knyttet til spesifikke elevarbeider eller ideer.
Tilbakemeldinger er konstruktive og tydelige. Forbedringsforslag er hovedsakelig faglige. Læreren gir tilbakemelding som hjelper elevene til å oppklare misforståelser/hverdagsforestillinger.

KOGNITIV AKTIVERING

Denne dimensjonen består av tre kategorier: *kobling til tidligere kunnskap*, *intellektuell utfordring* og *elevrefleksjon*. Disse kategoriene fokuserer på i hvilken grad undervisningen utfordrer elevene kognitivt og fremmer refleksjon over forkunnskap og egen læring. Kategoriene retter seg mot lærerens aktivitet, ikke mot hva elevene gjør.

Kobling til tidligere kunnskap

Kategorien har fokus på i hvilken grad og hvordan læreren knytter elevenes tidligere fagkunnskap og personlige erfaringer til ny kunnskap i segmentet. Her er kunnskap og erfaringer både i og utenfor klasserommet inkludert. Forskning tyder på at det å knytte sammen ny kunnskap med det elevene tidligere har lært, vil øke mulighetene for en dypere forståelse av fagstoffet, i tillegg til at elevene selv danner forbindelser mellom ny og tidligere kunnskap.

Koblinger til tidligere kunnskap som ikke settes tydelig i sammenheng med dagens undervisningsøkt, gis lav kode. Undervisning gis høy kode dersom læreren bygger på tidligere kunnskap for å videreutvikle kunnskaper og ferdigheter i tråd med målet for timen.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013)

- Kode 1 Verken lærer eller elever refererer til tidligere undervisning. Læreren fremkaller ikke elevenes forkunnskaper.
- Kode 2 Læreren eller elevene kan referere kort eller overflatisk til tidligere undervisning, eller læreren forsøker å fremkalle elevenes forkunnskaper. Forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens undervisningsøkt er ikke tydelige.
- Kode 3 Læreren fremkaller eller refererer til elevenes tidligere akademiske kunnskap eller personlige erfaringer flere ganger. Forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens økt er tydelige nok til å kunne bidra til at elevene forstår det nye fagstoffet.
- Kode 4 Læreren eller elevene refererer eksplisitt til tidligere undervisning og/eller fremkaller elevenes tidligere kunnskap (ett eller flere klare eksempler). Forbindelser mellom tidligere kunnskap og nye naturfaglige begreper eller oppgaver er tydelige, eksplisitte og spesifikt knyttet til det nye lærestoffet.

Intellektuell utfordring

Kategorien *intellektuell utfordring* fokuserer på i hvilken grad elevene utfordres kognitivt av aktivitetene de er engasjert i. Kognitivt utfordrende aktiviteter bidrar til at elevene tenker analytisk eller slutningsbasert. I motsetning krever mindre utfordrende aktiviteter bare at elevene pugges eller lærer seg utenat. *Intellektuell utfordring* er også avhengig av i hvilken grad lærerspørsmål krever analytisk eller slutningsbasert tenkning.

I helklasseundervisning skal koding av *intellektuell utfordring* baseres på den delen av arbeidet som er slutningsbasert eller analytisk. Når læreren underviser og spør grupper eller enkeltelever, bestemmes *intellektuell utfordring* ut fra aktivitetene slik de presenteres av læreren. Undervisningen justeres på bakgrunn av kommentarer og spørsmål fra elever og lærer.

Kognitivt utfordrende spørsmål kan opprettholde eller heve graden av intellektuell utfordring i undervisningen, og skal dermed kodes høyt for *intellektuell utfordring*. Motsatt vil spørsmål og kommentarer som fokuserer på å gjenkjenne og huske begreper, eller fokuserer på prosedyrer i ellers utfordrende oppgaver, bidra til lav kode for *intellektuell utfordring*.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013)

- | | |
|--------|---|
| Kode 1 | Læreren legger til rette for aktiviteter eller oppgaver der elevene nesten bare trenger å pugge eller kunne utenat. Aktiviteter som å lese stille, høre på en forelesning eller se en film uten at elevene har fått oppgaver av analytisk eller reflekterende art, kodes på dette nivået. |
| Kode 2 | <p>Læreren legger til rette for aktiviteter eller oppgaver der elevene nesten bare trenger å pugge eller kunne utenat, men en liten del (10–50 %) av segmentet oppfordrer til analyse, tolkning, trekke slutninger eller komme med ideer.</p> <p>Eksempel på at elevene må komme med ideer: Lærer spør elevene hvorfor det er kaldt om vinteren og varmt om sommeren. Elevene foreslår at det er fordi vi er nærmere solen om sommeren. Læreren viser et bilde som illustrerer at dette ikke er tilfellet, og ber elevene om å diskutere og komme med ideer om hvorfor det er slik.</p> |
| Kode 3 | Læreren legger til rette for en blanding av aktiviteter eller oppgaver som i størstedelen av segmentet (mer enn 50 %) oppfordrer til analyse, tolkning, trekke slutninger eller komme med ideer, og som fokuserer lite på å pugge eller kunne utenat. |
| Kode 4 | Læreren legger til rette for aktiviteter eller oppgaver som i stor grad fremmer sofistikert eller analytisk og slutningsbasert tenkning på høyt nivå, inkludert å komme med og vurdere ideer og informasjon og/eller begrunne svar og slutninger. |
-

Elevrefleksjon

Denne kategorien fokuserer på i hvilken grad elevene oppfordres til å reflektere over hva de har lært, og hva de har forstått om emnet.

Undervisning der læreren ikke ber elevene om å tenke over hva de har lært, eller gjengi hva timen har handlet om, gis lav kode. I undervisning med høy kode ber læreren eksplisitt elevene om å tenke over *hvordan* de har lært i løpet av timen, og fokus er på forståelse og å se sammenhenger mellom ny og eksisterende kunnskap.

Ref.: EQUIP (Marshall et al., 2009)

- | | |
|--------|---|
| Kode 1 | Læreren oppfordrer ikke eksplisitt elevene til å tenke over hva de har lært. |
| Kode 2 | Læreren oppfordrer elevene eksplisitt til å fortelle/skrive ned hva denne økta har handlet om. Dette holdes på et nivå der elevene kun trenger å gjengi hva timen har handlet om |
| Kode 3 | Læreren oppfordrer elevene eksplisitt til å forklare hva de har forstått av emnet de har jobbet med. |
| Kode 4 | Læreren oppfordrer elevene eksplisitt til å fortelle/skrive ned hva de har forstått av emnet de har jobbet med, og kan knytte dette til tidligere kunnskap og/eller nye sammenhenger. |
| | Eller |
| | Læreren ber elevene eksplisitt om å tenke over <i>hvordan</i> de har lært i løpet av timen. |
-

KLASSELEDELSE

Denne dimensjonen består av to kategorier: *atferd* og *tidsbruk*. Disse kategoriene beskriver hvordan læreren arbeider med organiseringen av klasserommet, og hvordan undervisningstiden benyttes til naturfaglige aktiviteter.

Atferdshåndtering

Denne kategorien fokuserer på i hvilken grad elevenes atferd er forenlig med hensikten med timen. Det ideelle klasserommet er ikke nødvendigvis stille og kontrollert, det vil variere for ulike undervisningsformer. Det sentrale er om elevenes atferd er passende for oppgaven som er gitt. Et klasserom med god atferdshåndtering vil se annerledes ut i en time med oppgavejobbing enn i en time med utforskende arbeid i grupper.

I undervisning som kodes på høyt nivå for *atferd*, gjør elevene stort sett det de skal, og responderer hurtig på beskjeder som «stille, vi må høre etter hva Ola sier». Gjentatte beskjeder om atferd kan være bevis for at elever ikke responderer.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013)

- | | |
|--------|---|
| Kode 1 | Klasserommet er uorganisert, og elevenes atferd er et stort hinder for læring. Det er mange tilfeller der forstyrrelser distraherer flertallet i klassen fra å lære. Ved eventuell reaksjon er konsekvensene ineffektive, eller lærer følger dem ikke opp. |
| Kode 2 | Klasserommet er delvis uorganisert, og elevenes atferd er av og til et hinder for læring. Det kan være enkelte tilfeller av forstyrrelser som distraherer flertallet i klassen fra å lære, eller mange avbrytelser for å bedre elevenes atferd. Ved eventuell reaksjon er konsekvensene ineffektive, eller lærer følger dem ikke opp. |
| Kode 3 | Klasserommet er for det meste godt organisert. Elevenes atferd fremmer læring. Det kan være enkelte forstyrrelser som kan hindre læring for enkelte eller noen få elever, men ingen forstyrrelser som hindrer læring for flertallet. Ved eventuell reaksjon er konsekvensene klare og konsistente. |
| Kode 4 | Klasserommet er velorganisert, elevenes atferd fremmer læring. Det er ingen eller nesten ingen forstyrrelser eller avbrytelser som hindrer læring, og elevene kan i noen tilfeller justere egen og andres atferd. Ved eventuell reaksjon er konsekvensene klare og konsistente. |

Tidsbruk

Denne kategorien fokuserer på hvor mye av tiden elevene er engasjert i naturfagrelaterte aktiviteter. Det er fokus på om lærer organiserer klassen effektivt slik at mest mulig av tiden brukes på fagrelaterte ting. Tidsperioder med utenomfaglige aktiviteter kan forekomme på grunn av manglende prosedyrer og rutiner. I tillegg kan problemer med atferdshåndtering påvirke tidsbruk. For eksempel vil en lærer som bruker mye av hele klassens tid for å iverksette elevers oppførsel, kodes lavt på **tidsbruk**.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013)

Kode 1	Læreren gir ikke elevene aktiviteter. Det er lange perioder (omtrent 5 minutter eller mer) med dødtid eller forvirring. Lite eller ingenting oppnås. Eventuelle overganger mellom aktiviteter tar mye tid og er veldig uorganisert.
Kode 2	Selv om læreren gir elevene aktiviteter, er det lange perioder med dødtid (fra 2 til 5 minutter). Det brukes vesentlig mindre tid på aktivitetene enn planlagt. Eventuelle overganger mellom aktiviteter tar tid og er noe uorganisert.
Kode 3	Læreren gir aktiviteter, men det er noen korte perioder (fra 1 til 2 minutter) dødtid. Eventuelle overganger mellom aktiviteter flyter greit selv om det er noe ineffektivt.
Kode 4	Undervisningen har god flyt, og det er mindre enn 1 minutt med dødtid. Lærer observerer elevene og justerer tiden på oppgaver deretter. Eventuelle overganger mellom aktiviteter flyter greit og effektivt og krever lite tilrettelegging fra lærer.

ORGANISERING AV KLASSEROMMET

Organisering av klasserommet

Helklasseundervisning	Det forekommer at elevene er samlet for felles undervisning.
Gruppearbeid	Det forekommer at elevene arbeider i grupper.
Individuelt arbeid	Det forekommer at elevene arbeider enkeltvis.
Dominerende klasseromsorganisering	Dominerende arbeidsform: helklasseundervisning, gruppearbeid eller individuelt arbeid.
Praktisk arbeid	Det forekommer at elevene arbeider med en praktisk aktivitet, som for eksempel forsøk eller prosjekter. Omfatter ikke arbeid med animasjoner og simuleringer eller tekstrelatert arbeid.

Referanser i observasjonsmanualen

- Abrahams, I. & Reiss, M. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035–1055.
- Bravo, M.A., Cervetti, G.N., Hiebert, E.H. & Pearson, P.D. (2008). From Passive to Active Control of Science Vocabulary. I D.W. Rowe et al. (Red.), *56th Yearbook of the National Reading Conference* (s. 122–135). Chicago: National Reading Conference.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. BSCS.
- Grossman, P., Loeb, S., Cohen, J. & Wyckoff, J. (2013). Measure for measure: The relationship between measures of instructional practice in middle school English language arts and teachers' value-added scores. *American Journal of Education*, 119(3), 445–470. <https://doi.org/10.1086/669901>
- Gyllenpalm, J., Wickman, P.-O. & Holmgren, S.-O. (2010). Secondary science teachers' selective traditions and examples of inquiry-oriented approaches. *Nordic Studies in Science Education*, 6(1), 44–60. <https://doi.org/10.5617/nordina.269>
- Haug, B.S. & Ødegaard, M. (2014). From words to concepts: Focusing on word-knowledge when teaching for conceptual understanding within an inquiry-based setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777–800
- Herron, M.D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, 79(2), 171–212. <https://doi.org/10.1086/442968>
- Knain, E. & Kolstø, S.D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Lederman, N.G., Lederman, J.S., Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147.
- Marshall, J., Horton, R. & White, C. (2009). EQUIPPing Teachers. *The Science Teacher*, 76(4), 46–53. <https://search.proquest.com/docview/214631663?accountid=17260>
- Millar, R. (2010). Practical work. I J. Osborne & J. Dillon (Red.), *Good Practice in Science Teaching: What research has to say* (s. 108–134). McGrawHill Open University Press
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Ødegaard, M., Haug, B.S., Mork, S.M. & Sørvik, G.O. (2016). *På forskerfotter i naturfag*. Universitetsforlaget.

VEDLEGG B: OVERSIKT OVER KONSTRUKTER OG UTSAGN SOM INNGÅR I HVERT KONSTRUKT

Resultater fra konfirmerende faktoranalyse (standardiserte *factor loadings*) for alle konstruktene

Interesse	Estimat*	SE
Jeg liker å lære naturfag.	0,826	0,013
Jeg skulle ønske at jeg ikke var nødt til å lære naturfag.	0,655	0,022
Naturfag er kjedelig.	0,712	0,022
Jeg lærer mye interessant i naturfag.	0,703	0,019
Jeg liker naturfag.	0,887	0,009
Jeg gleder meg til å lære naturfag på skolen.	0,822	0,015
Naturfag er et av de fagene jeg liker best.	0,799	0,012
Elevforsøk		
Elevene gjør forsøk i naturfagrommet.	0,511	0,03
Elevene må diskutere vitenskapelige spørsmål.	0,612	0,025
Elevene blir bedt om å trekke konklusjoner fra et forsøk de har utført.	0,484	0,028
Elevene får lov til å planlegge sine egne eksperimenter.	0,553	0,028
Klassen diskuterer vitenskapelige undersøkelser.	0,725	0,021
Elevene blir bedt om å gjøre en undersøkelse for å teste alminnelige oppfatninger.	0,614	0,025

TETTERE PÅ NATURFAG I KLASSEROMMET

Naturfagets egenart

Hvis du ønsker å finne ut om noe er sant, er det smart å gjøre et eksperiment.	0,603	0,031
Noen ganger forandrer naturvitenskapelige oppfatninger seg.	0,739	0,023
Gode svar baserer seg på resultater fra mange forskjellige eksperimenter.	0,725	0,025
Det er viktig å gjennomføre eksperimenter mer enn én gang for å bli sikker på funnene.	0,673	0,027
Noen ganger endrer forskere i naturvitenskap oppfatning om hva som er sant i naturvitenskap.	0,719	0,024
Forklaringen på naturvitenskapelige fenomener endrer seg noen ganger i naturvitenskapelige bøker.	0,598	0,031

Lærer forklarer

Hvis det er noe vi ikke forstår, forklarer naturfaglæreren det på en annen måte.	0,734	0,02
Naturfaglæreren skjønner om elevene har forstått, eller om vi ikke har forstått.	0,719	0,02
Når naturfaglæreren underviser, tror han/hun at vi har forstått selv om vi ikke har det.	0,244	0,042
Naturfaglæreren har mange gode måter å forklare det vi skal lære, på.	0,777	0,017
Naturfaglæreren forklarer vanskelige ting på en tydelig måte.	0,778	0,02
Naturfaglæreren gjennomgår stoffet for fort.	0,356	0,039

Lærer utfordrer

Naturfaglæreren stiller spørsmål for å forsikre seg om at vi følger med når hun/han underviser.	0,639	0,023
Når elevene svarer på spørsmål fra naturfaglæreren, ber han/hun dem om å begrunne svarene sine eller forklare dem bedre.	0,55	0,029
Naturfaglæreren godtar bare full innsats fra elevene i denne klassen	0,437	0,033
Naturfaglæreren lar ingen få lov til å gi opp selv om oppgavene er vanskelige.	0,449	0,032
I naturfagtimene lærer vi mye nesten hver gang.	0,750	0,018
I naturfagtimene lærer vi å rette feilene våre.	0,67	0,021

VEDLEGG B: OVERSIKT OVER KONSTRUKTER OG UTSAGN SOM INNGÅR I HVERT KONSTRUKT

Engasjement

Jeg klarer ikke å følge med i naturfagtimene for jeg kjeder meg.	0,458	0,033
Naturfaglæreren gjør det morsomt å lære.	0,86	0,012
Naturfaglæreren gjør timene interessante.	0,921	0,01
Jeg liker måten vi lærer på i naturfagtimene.	0,849	0,013

Feedback

Naturfaglæreren sjekker om vi har forstått det han/hun har lært oss.	0,75	0,019
Vi får nyttige kommentarer på oppgavene våre slik at vi forstår hva vi har gjort feil.	0,815	0,017
Kommentarene jeg får på arbeidet mitt i naturfagtimene, hjelper meg til å forstå hvordan jeg skal forbedre meg.	0,824	0,016

* Alle estimater er signifikante



STIKKORD

A

aldersblanding 182, 189
atferd 116, 170, 214

B

begrepsforståelse 67, 75, 96, 122, 138
bruk av læringsmateriale 194

D

datainnsamling 48, 50, 54, 58, 65, 79, 170
dimensjoner 26, 27, 39
dybdelæring 114, 140, 143, 151, 155

E

eksplisitt undervisning 74, 211
elevdeltakelse 91, 113, 131, 142, 146, 149, 182, 184, 186, 188, 190, 194, 211, 214, 234
elevforsøk 125, 127, 134, 217
elevinnspill (opptak og mulighet) 93
elevrefleksjon 115
elevsamtale 187, 189
engasjement 125, 128
etterarbeid 92, 94

F

faglig fordypning (faglig dybde) 93, 96, 111, 112, 114, 130, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 148, 149, 153, 213

faglig språk 99, 111, 140, 141, 145, 148, 214, 228
fantasi 192, 193
feedback 125, 128
forberedelse 48, 50, 54, 56, 78, 92, 94, 160
forestillingsevne 193
formålet med utforskingen 51, 64
forskbare spørsmål 56, 159, 219, 221
forskningsdesign 20, 35
frihetsgrader 49, 61, 66, 74, 151

H

handlekraft 17, 18, 28, 211
hypotese 49, 56, 57, 65, 84, 113, 154, 162, 219

I

intellektuell utfordring 99, 114, 140, 142, 145, 149, 150, 160
interesse 48, 50, 123, 124, 129

K

kategorier 26, 27, 39, 40
kilder 59
klasseledelse 110, 116, 213, 214
klasseromsamtale 160, 182, 186, 188
kobling til tidligere kunnskap 99, 115, 140, 141, 145, 148, 194, 214
koder 27, 40

kognitiv aktivering 110, 114, 131, 213
konsolidering 48, 50, 54, 61, 65, 66, 80, 154, 170
kreativitet 192, 193
kunnskap 19, 30, 109, 213
kvalitet i undervisning 16, 25, 109, 124, 138, 209

L

LISSI 16, 20, 22
lærerrolle 92, 182, 186, 188, 194
læringsmiljø 19, 32, 109, 197, 214
læringsutbytte 120, 124, 129, 217

N

naturfagets egenart 125, 126, 150
naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter 48, 67, 218
naturvitenskapens egenart 49, 63, 67, 75, 81, 218, 220, 244
nettbrett 168, 175

O

observasjonsmanual 23, 26, 33
organisering 116

P

praktisk arbeid/praktiske aktiviteter 87, 88, 168, 175, 182, 186, 212, 216, 220, 226
presentasjon av fagstoff 96, 112, 194

T

teknologi 168, 175
tidsbruk 116, 170, 214
tilbakemelding 99, 113, 194

U

utforskende undervisning/utforskning 47, 48, 55, 57, 63, 66, 70, 137, 148, 151, 211, 216, 236

V

videostudier 36, 37



Marianne Ødegaard er professor i naturfagdidaktikk ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.



Marit Kjærnsli er førsteamanuensis ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.



Magdalena Kersting har doktorgrad i fysikkdidaktikk og er postdoktor ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.

Hva kjennetegner naturfagundervisning med god kvalitet?

God naturfagundervisning legger til rette for at elever får et personlig engasjement i temaer de vil utforske ved hjelp av naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter. Naturfag på sitt beste kan engasjere elevene i praktiske problemstillinger i klasserommet med situasjoner som må løses her og nå. Dette krever ofte en kombinasjon av engasjement, praktisk sans, sunn fornuft og faglig kunnskap.

Det finnes allerede solid forskning på naturfagundervisning i norsk skole. I denne boka, som bygger på LISSI-studien (Linking Instruction in Science and Student Impact), supplerer forfatterne eksisterende studier ved å gi rike beskrivelser av undervisningspraksiser ved at de har fått mulighet til å observere hva som virkelig skjer i naturfagundervisningen i 20 norske klasserom på barne- og ungdomstrinnet. Resultatet har blitt en viktig dokumentasjon på hva som skjer i norsk skole, og samtidig en inspirerende og tankevekkende bok om hva god naturfagundervisning er og kan være.

Boka er skrevet for lærere, lærerutdannere, studenter innenfor naturfagdidaktikk og forskere.

Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli og Magdalena Kersting er bokas redaktører. Solveig Karlsen, Mai Lill Suhr Lunde, Magne Olufsen og Johannes Sæleset er bidragsyttere.

www.fagbokforlaget.no

ISBN 978-82-450-3843-9



9 788245 038439



FAGBOKFORLAGET