

Grubletegninger som metode for økt naturfaglig argumentasjon og refleksjon blant lærerstudenter og elever

Concept cartoons as teaching method for argumentation and reflection among teacher students and pupils

Anne-Lise Strande

Department of Mathematics and Science Education, University College of Southeast-Norway, Norway.

anne-lise.strande@usn.no

Janne Madsen

Department of Educational Science, University College of Southeast-Norway, Norway.

janne.madsen@usn.no

ABSTRACT:

The purpose of this research is to investigate Concept cartoons as a teaching method in natural science in teacher education. We explore how Concept Cartoons influence and support the learning of natural science. In recent years, it has become clearer that systematic facilitation of reflection and discussions on a topic increases students' understanding and learning. In this study, we examined how 29 teacher students experienced the use of concept cartoons in natural science. The empirical data covered two individual reflection notes and a group report including descriptions and reflections on the period of practice. We used qualitative and quantitative methods for analysis. The students experienced a need for learning to argue and to reflect, and they needed both these techniques and central scientific concepts to utilize the Cartoons. Our results show that the Cartoons supported variation in teaching.

Keywords: Concept cartoons, natural science, argumentation, reflection, teacher education

Innledning

Faget naturfag har lang tradisjon for læring med varierte metoder som eksperimenter, bruk av modeller og feltarbeid. De senere årene har det blitt tydeligere at systematisk tilrettelegging for faglige samtaler også øker elevenes læring og forståelse (Mercer & Dawes, 2008).

Grubletegninger har vokst frem som et hjelpemiddel for samtale og kommunikasjon i grunnskolen. Imidlertid er det forsket lite på lærerstudenters bruk av denne undervisningsmetoden i naturfag – både i egen læring og i praksis.

Hensikten med denne studien er å undersøke om det er sammenheng mellom lærerstudenters bruk av grubletegninger og de didaktiske refleksjonene deres i naturfag. Grunnlaget for dette forskningsarbeidet er grubletegninger som undervisningsmetode i naturfag ved grunnskolelærerutdanningen på en norsk høyskole. De involverte studentene har vært i praksis i naturfag i en ungdomsskole (8.– 10. klasse). I Norge er naturfag et integrert fag som omfatter elementer fra disiplinene biologi, kjemi, fysikk, geofag, astronomi og teknologi. Vi har i denne studien lagt vekt på elementer innenfor reflekterende læring og utforskende dialogers betydning knyttet til en gruppe lærerstudenters erfaringer med grubletegninger som arbeidsmetode med utgangspunkt i følgende to spørsmål: *1) Hvordan beskriver lærerstudenter bruken av grubletegninger som metode for å fremme refleksjon og argumentasjon i naturfag i studentpraksis i ungdomsskolen? 2) Hvordan beskriver lærerstudenter utvikling av egen didaktisk kompetanse ved bruk av grubletegninger?* Disse to spørsmålene vil bli sett i sammenheng videre i teksten.

Teori om utforskende samtaler og lærende dialogers betydning i utforskende aktivitet ligger til grunn for arbeidet. I tillegg bygger studentenes undervisning på hva de har lært innenfor naturfagdidaktikk. Vi har valgt å analysere i et sosiokulturelt perspektiv for å kunne se bruken av grubletegninger i lys av utforskende samtaler (Mercer & Dawes, 2008; Mortimer & Scott, 2003; Munkeby, 2016). Dette er grundigere behandlet i teoridelen senere i denne teksten.

Lærerstudenter med naturfag som fordypningsfag har deltatt i undervisning om grubletegninger, denne undervisningen er nærmere beskrevet under metodedelen. De har også utviklet og gjennomført et undervisningsopplegg til bruk i naturfag i ungdomsskolen med bruk av grubletegninger. Studentene var dermed både i en rolle hvor de skulle lære, og i en rolle hvor de underviste. Studentene har beskrevet og evaluert sin egen undervisning i en

praksisrapport. Skriftlige refleksjonsnotater og praksisrapporten utgjør datamaterialet i denne studien. Før vi går nærmere inn på forskningsarbeidet, vil vi presentere grubletegningene.

Hva er en grubletegning?

Grubletegninger er enkle strektegninger som, basert på et konstruktivistisk læringsyn, tar opp naturfaglige spørsmål fra dagliglivet (Naylor & Keogh, 2000). Tegningene presenterer en problemstilling med ulike løsningsforslag som kan virke meningsfulle for elevene. Ikke alle forslagene er faglig korrekte, og hensikten med grubletegninger er å stimulere elevene til refleksjon og argumentasjon for dermed å øke deres naturfaglige forståelse. Grubletegninger er konstruert som en tilnærming til undervisning og læring som skal engasjere elevene faglig gjennom bruk av språket (Keogh, 1999; Mork & Erlien, 2010, 2017).



Figur 1. Eksoterm eller endoterm reaksjon? Diskuter utsagnene i grubletegningen og finn ut hva du mener.

Fra <https://www.naturfag.no/grubleoppgave/vis.html?tid=2178227>, lastet ned 08.12.2017.

Tegningene avbilder som oftest tre til fem personer med hvert sitt utsagn relatert til problemet som tas opp. Personenes utsagn er gjengitt i snakkebobler. Tekstenes idé i de ulike boblene bygger på fagdidaktisk kunnskap om vanlige alternative hverdagsforestillinger. Ved alltid å presentere personer og utsagn legger grubletegningene vekt på at ulike faglige oppfatninger knyttes til enkeltmenneskers kunnskap og erfaringer, og at man kan være uenige om forklaringen på en hendelse. Elever og studenter utfordres dermed til refleksjon og samtale –

en gruppeaktivitet. Denne måten å avbilde situasjonen på kan for elevene og studentene invitere til faglig refleksjon og argumentasjon rammesatt av personene på tegningen. Utsagnene uttrykker alltid uenighet og sender dermed et signal om at uenighet er grunnlaget for videre diskusjon. Det er teksten i snakkeboblene som knytter tegningen til faglige problemstillinger, ikke tegningen i seg selv.

Grubletegninger har i Norge blitt en relativt godt kjent tilnærming til undervisning og læring i naturfag i grunnskolen. Nasjonalt senter for naturfag i Norge har de senere årene oversatt og publisert en del grubletegninger (Mork, 2008a og b; Mork & Erlien, 2010, 2017; Naturfagsenteret, i.d.). Etter ca. 20 års erfaring med grubletegninger i naturfagundervisningen i skolen skriver Naylor (2017) at grubletegninger har hatt betydning for undervisning og læring ved at de har fremmet utforskende samtaler som utgangspunkt for argumentasjon.

Tegninger kan både være til hjelp i undervisning og læring og være en form for strategi (Keogh, 1999). Vi ser dette under ett og har, for studentene, presentert bruken av grubletegninger som en metode.

Teoretisk grunnlag for bruk av grubletegninger

Overordnet forståelse av hva, hvorfor og hvordan man lærer i naturfag har over tid vært viktige spørsmål i naturfagdidaktiske debatter (Sjøberg, 2009). Læringsprosesser hvor elevene er aktive deltakere i utforskende dialoger, og hvor de utfordres til å reflektere og skape mening (Dewey, 1916/2005), er i dag et overordnet mål i norsk grunnskole – også i naturfagundervisningen (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013). Læring anses som en aktiv prosess der elever organiserer lærestoff og setter forståelsen inn i en meningsfull sammenheng. En viktig forutsetning for å lykkes med dette er at eleven følges tett opp med tilbakemeldinger fra læreren (Dysthe, 1995). Oppfølging er altså et sentralt element, og lærere som har refleksjon, dialog og argumentasjon som overordnet mål for elevenes og studentenes læringsprosesser, må støtte dette (Barnes, 2008; Mercer & Dawes, 2008). Måten grubletegninger knyttes til undervisning og læringsprosesser på, har altså minst like stor betydning som tegningen i seg selv. Tegningens effekt som verktøy i læringsprosesser kan derfor ikke analyseres uavhengig av dette. Vi ser på grubletegningene som en konkret metode og som en ramme for å legge til rette for refleksjon og argumentasjon som danner grunnlag

for å øke faglig forståelse. Vi har bare arbeidet med naturfaglig forståelse, men kjenner til at grubletegninger som metode også har vært brukt i samfunnsfag.

Utforskende dialoger kjennetegnes av at elevene undersøker og utdyper ulike spørsmål i en dialog hvor deltakerne «tenker høyt», slik at ideene de presenterer, er ikke helt ferdig bearbeidet. Medelevene lytter aktivt og kan kommentere (Mercer & Dawes, 2008), dette er en arbeidsform som passer sammen med ideene bak grubletegningene (Naylor & Keogh, 2000). Læring i naturfag kjennetegnes også av en prosess fra et hverdagspråk til et fagspråk. I en slik prosess vil hverdags- og fagspråket fungere både som et individuelt og et felles verktøy i læringsprosessen (Wertsch, 1991). Dialoger inviterer deltakerne inn i samtalen som likeverdige partnere med ulik forståelse av temaet som det undervises i.

Naylor og Keogh (2000) skriver at grubletegninger er ment for å fremkalle ideer, utfordre tankegangen til elevene og støtte dem i utviklingen av forståelse. Grubletegninger presenterer faglige problemstillinger for å skape refleksjon og argumentasjon, altså utforskende faglige samtaler (Mercer & Dawes, 2008; Mortimer & Scott, 2003). Læreren legger til rette for at den lærende gjennom dialog utvikler begreper og ny forståelse i læringsarbeidet (Bakhtin, 1981). Målet er at elevene utvikler og forhandler om forståelsen med utgangspunkt i grubletegningene (Munkeby, 2016). Læringen øker når læreren legger til rette for at elevene utvider erfaringen og ferdighetene utover et allerede eksisterende nivå, og elevene samarbeider utenfor deres aktuelle utviklingszone, men likevel innenfor deres potensielle sone (Tharp & Gallimore, 1988; Vygotsky, 1978). Trygghet i gruppen er en forutsetning for å tørre å fremme argumenter som kan være feil.

I dagens norske læreplaner (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013) fremstår naturfagvitenskap dels som et produkt som viser en utvalgt del av den naturfaglige kunnskapen som eksisterer, og dels som prosesser som dreier seg om hvordan naturvitenskapelig kunnskap bygges og etableres, og hvorfor naturfag er et viktig fagområde i en moderne verden. Prosessene omfatter utvikling av kritisk vurdering, refleksjon, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling. Ifølge Kunnskapsløftet (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013) skal elevene lære å identifisere naturfaglige argumenter og lære hvorfor argumentasjon og uenighet er viktig i naturfag. Argumentasjon er ifølge Suppe (1998) en av de viktigste drivkreftene i naturvitenskapelig praksis, og ifølge Mork & Erlie (2010, 2017) et sentralt element i faget naturfag.

Å studere og forstå det naturfaglige språket kan ifølge Knain (2005) støtte læringen i naturfag. Språk som didaktisk verktøy i naturfag, og refleksjon og argumentasjon som didaktiske elementer, er helt sentralt innen undervisning i naturfag (Knutsen, 2015). Mork og Erlien (2010, 2017) beskriver det naturfaglige språket og det å beherske en naturfaglig sjanger (for eksempel argumentasjon) som en utfordring som lærere og elever møter i faget. På tross av at argumentasjon, kritikk og debatt er sentrale praksiser innenfor naturvitenskapen, har dette ifølge Walpuski et al. (2012) vært nesten fraværende i skolenes naturfagundervisning. Elevene har ifølge Osborne (2010) oppnådd en begrenset kompetanse til å argumentere. Denne begrensingen kan både skyldes mangel på faglig kunnskap og mangel på bevissthet om argumentasjon som en form for faglig kommunikasjon.

Fra en rekke studier er det kjent at læreren i seg selv og ikke minst lærerens kunnskap om å variere arbeidsmåter er faktorer som har stor innvirkning på elevens læring (Hattie, 2009) og at elevene lett passiviseres i undervisning hvor lærere står for hovedparten av aktiviteten (se for eksempel Barnes, 2008). Utforskende samtaler som utfordrer elevene på å reflektere og skape mening, ser derimot ut til å kunne føre til læring (Barnes, 2008; Mestad, Knain & Kolstø, 2011). Å legge til rette for at elevene kan relatere nye erfaringer og informasjon til eksisterende kunnskap og erfaringer i samarbeid med andre vil kunne føre til dypere forståelse. Responsen fra medelever kan gjøre det nødvendig og meningsfylt for hver enkelt å formulere egen forståelse mer presist og gjennomtenkt (Hattie & Timperley, 2007). Å formulere egen forståelse kan blant annet støttes med bruken av tegninger (Madsen, 2013).

Økt samarbeid og dialog mellom elevene kan øke aktivitetsnivået til elevene (Strande & Madsen, 2016). Dette er imidlertid ikke hensiktsmessig hvis aktiviteten ikke er rettet mot læringen man ønsker å oppnå. Kanskje kan grubletegninger som variasjon i undervisningen bidra til å skape nettopp denne sammenhengen?

Metode

De empiriske dataene i denne studien er samlet i faget naturfag ved grunnskolelærerutdanningen for 5.–10. klassetrinn. Dataene er hentet fra lærerstudenters skriftlige innleveringer. Praksisopplæringen i dette studiet er organisert som fire sammenhengende uker i året. Dataene er innsamlet over tre år fra i alt 29 studenter som alle har valgt naturfag som fordypningsfag. Det ble gjennomført samme undervisningsopplegg med studentene hvert år, bare med minimale endringer. Opplegget begynte med at studentene

ble satt i elevrollen. De fikk utlevert ulike grubletegninger knyttet til sentrale naturfaglige temaer. Hver enkelt student besluttet hvilken uttalelse i tegningene han eller hun var mest enig med. Videre argumenterte studentene parvis for valget sitt. Deretter diskuterte studentene i plenum. Til slutt var grubletegninger som metode tema for felles diskusjon, og egenopplevelsen og muligheter som kunne ligge i undervisningsmetoden, ble lagt frem. Studentene fikk dermed anledning til å reflektere over bruk av metoden i praksis. Studentene fikk deretter en teoretisk innføring om bruk av grubletegninger i naturfag. Dette var en innføring i tråd med Naylor og Keoghs (2000) forståelse av metoden, hvor bl.a. temaer som språk, utforskende dialog, feedback, refleksjon og argumentasjon kom frem som grunnlag for å støtte opp under en naturfaglig forståelse. I undervisningen ble det også lagt vekt på at teori og konkretisering må ses i sammenheng. Hensikten med grubletegninger i studentenes undervisning var å bli kjent med en metode til bruk i naturfagundervisningen i ungdomsskolen og øke studentenes egen naturfagdidaktiske kompetanse. Grubletegninger ble også presentert som en undervisningsmetode som skaper variasjon. Etter innføringen skrev studentene, samme dag, et individuelt refleksjonsnotat (notat 1).

I forbindelse med en etterfølgende praksisperiode utviklet og gjennomførte studentene et begrunnet undervisningsopplegg i naturfag med bruk av grubletegninger for elever på ungdomstrinnet. Dette opplegget var veiledet av lærerne på de aktuelle skolene. Disse var informert om praksisoppgaven med vekt på bruk av grubletegninger. Studentene leverte plan og begrunnelser for undervisningen i en egen praksisrapport som de skrev i grupper. Rapporten inneholdt en didaktisk plan for undervisningsopplegget med bruk av grubletegninger, en beskrivelse av gjennomføringen, en drøfting av både plan og gjennomføring og et avsluttende, individuelt refleksjonsnotat med vekt på grubletegningene og deres nytteverdi i læringsprosessen, både for elevene og for studenten selv (notat 2). Både de to refleksjonsnotatene og praksisrapporten er obligatoriske arbeidskrav og ble av den ene forskeren vurdert som godkjent eller ikke godkjent. Refleksjonsnotatene og praksisrapporten utgjør datagrunnlaget. Studentenes arbeid med temaet grubletegninger forløp totalt over en periode på to måneder.

De innsamlede dataene er behandlet kvantitativt og kvalitativt (se bl.a. Ivankova, 2013). I den kvantitative delen er frekvensen av meningsbærende ord talt opp og presentert i en frekvenstabell og ordsky. Ordene som er mest brukt, er avbildet med størst skrift. Tekstene som ligger til grunn for tabellen og skyen, er importert til NVivo, og dataene er redusert på fire måter: 1) Høyfrekvente ord uten meningsbærende innhold (jeg, du, er, selv, også osv.) er

fjernet. 2) Ord med overlappende betydning er slått sammen. For eksempel er aktivitet gruppert sammen med aktiviteter, aktivisere og aktiviseres. 3) Lavfrekvente ord uten relevans for problemstillingen er fjernet (sitte, tavle mfl.). 4) Alle henvisninger til skolefag er slått sammen under kategorien skolefag. Det er ikke vurdert om studentene plasserer begrepene i en negativ eller en positiv sammenheng. Når vi senere har vært i tvil om hvordan ord skulle kategoriseres, har vi søkt tilbake til teksten for å forstå sammenhengen. Denne kvantitative analysen har derfor innslag av tolkning.

Begge refleksjonsnotatene ble også kvalitativt analysert og tolket ved hjelp av elementer fra konstant komparativ metode (Postholm, 2010; Strauss & Corbin, 1998) for å få svar på forskningsspørsmålet: Hvordan beskriver lærerstudenter bruken av grubletegninger som metode for å fremme refleksjon og argumentasjon i naturfag i ungdomsskolen og for utvikling av egen didaktisk kompetanse? Dette er en induktiv analyse hvor vi gjennom en strukturert, systematisk og kreativ prosess arbeider med materialet. Kvalitativ datainnsamling fører som oftest til store mengder empiriske data, og analyseprosessen reduserer denne mengden samtidig som kategoriene gradvis bygges opp (Nilssen, 2012).

Tekstene ble lest og kodet i flere omganger. I hver meningsenhet ble det vurdert hva studenten forsøkte å formidle. Dette førte til svært mange, små kategorier. Deretter ble alle kategoriene vurdert opp mot helheten, noen fremsto som en viktig del av helheten og ble enten ført videre eller slått sammen med nærliggende kategorier under et overordnet tema. Prosessen ble avsluttet da vi sto igjen med grubletegninger som verktøy for a) refleksjon, b) argumentasjon og c) variert undervisning. Disse tre kategoriene representerer refleksjoner på ulike nivå og avbilder en spredning som kjennetegner studentenes tekster.

I avsnittet om den kvalitative analysen har vi valgt å presentere en del sitater. Sitatene er hentet direkte fra datamaterialet, men er korrigert for stavefeil. Sitatene som er valgt ut, representerer noen generelle holdninger i studentgruppen.

En svakhet ved metoden er at alle data fra studentene er materiale innlevert til vurdering i forbindelse med studiet. Dette kunne påvirke både studentenes refleksjoner og vår tolkning. Det kunne kanskje også være vanskelig for studentene å argumentere negativt mot et opplegg som underviseren har valgt ut og har introdusert dem for. Vi har kompensert for dette ved å legge vekt på egenrefleksjon som et viktig element i arbeidskravet. Studentene ble bedt om å legge frem både det de opplevde som positive og som negative opplevelser i arbeidet med grubletegninger. Vi gjorde oppmerksom på at det ville telle positivt på vurderingen at

studenten reflekterte, argumenterte og tok faglig stilling til metoder, resultater og andre faglige innspill. Vi var oppmerksomme på at den ene forskeren har en dobbeltrolle ved også å ha undervist studentene, og at dette kan påvirke forskningsarbeidet (Peshkin, 1988). For å veie opp for dette er mesteparten av kodingen og kategoriseringen foretatt av den andre forskeren, mens tolkningen av hvordan empirien kan forstås innenfor disse kategoriene, har vært en felles prosess.

Resultater og diskusjon

I dette kapitlet presenteres, kommenteres og drøftes empiriske data og resultatet av analysene i lys av teorien som er presentert ovenfor. Den kvantitative analysen presenteres i en frekvenstabell og en ordsky med meningsbærende begreper. Den kvalitative analysen, som resulterte i de tre kategoriene, grubletegninger som verktøy for a) refleksjon, b) argumentasjon og c) variert undervisning, presenteres i selvstendige kapitler. Ord og setninger som er direkte sitat fra det empiriske materialet, er skrevet i kursiv.

Studentenes bruk av meningsbærende begreper

Frekvensen på meningsbærende ord i studentenes første refleksjonsnotat, basert på studentens egne erfaringer i elevrollen og en teoretisk forelesning, er talt opp og redusert i en frekvenstabell (se tabell 1.). Hele tabellen er også presentert i en ordsky, se figur 2. Vi har bare lagt ved frekvenstabellen og ordsky fra refleksjonsnotat 1 fordi den kvantitative analysen fra refleksjonsnotat 2 ikke ga funn relatert til forskningsspørsmålene våre utover det som allerede er beskrevet nedenfor. Sammenhengen ordene inngår i, er ikke analysert kvantitativt, men inngår i den kvalitative analysedelen.

Når vi går nærmere inn i refleksjonsnotat 1, ser vi at ordet *læring* (nevnt 58 ganger) er brukt flest ganger. Studentene beskriver grubletegningene som en *metode* (nevnt 30 ganger) som støtter *læring* (nevnt 58 ganger) og *kunnskap* (15 ganger) ved å *vekke* (9 ganger) og *trigge* (6 ganger) *interessen* (38 ganger) og *engasjementet* (12 ganger), først og fremst i *starten* (8 ganger) av timene.

Tabell 1. Den øverste delen av frekvenstabellen. Begreper som er nevnt mindre enn 31 ganger, vises ikke i dette utdraget av tabellen. Analysen omfattet hele tabellen.

ORD	ANTALL
-----	--------

Skolefagene	71
Læring	58
Spørsmål	54
svar	53
Fag	47
Diskusjon	43
interesse	38
Tema	32
Refleksjon	31

Studentene skriver at bruken av grubletegningene setter rammene for *diskusjon* (nevnt 43 ganger), og at man kan stille spørsmål og få svar. Frekvenstabellen viser ikke om det er elevene eller læreren som stiller spørsmål og får svar. Men ved å gå inn i teksten og se hvor ordet *svar* inngår, ser vi at studentene både ønsker å få frem korrekte fasitsvar, men også har tro på at elevene gjennom diskusjon kan trekke frem relevante spørsmål og få frem svar. Flere av studentene bruker i refleksjonsnotatet begge betydningene av ordet *svar*.



Figur 2. Studentenes meningsbærende ord i refleksjoner er i figuren fremstilt som ordsky.

Diskusjon (43 ganger) viser at studentene fremstiller dette som en metode for muntlig samtale. Grubletegninger ses allerede før praksis som en metode for å fremme kunnskap og

legge til rette for læring. Samtidig er *rett* (6 ganger) og *feil* (7 ganger) også ganske store kategorier. Ved å gå inn i teksten og se hvordan studentene bruker disse ordene, ser vi at studentene er opptatt av at grubletegningene gjennom diskusjon skal støtte elevene i å få frem korrekte svar, og at diskusjon og debatt er en vei mot dette målet. Studentene skriver ordet *diskusjon* mye oftere enn *refleksjon* og *argumentasjon*. Det kan bety at de opplever at i en diskusjon bygger argumentene på refleksjoner, og at begrepet diskusjon derfor dekker både refleksjon og argumentasjon. Det kan også være et uttrykk for at studentene ikke er bevisst på særegne kjennetegn ved refleksjon og argumentasjon, og for eksempel ikke ser argumentasjon som en ferdighet den som underviser, lærer elevene. Det kan også være et uttrykk for at lærerutdannerne i naturfag ikke har vært bevisst nok på å formidle dette skillet.

Den største kategorien i denne skyen er *skolefagene* (71 ganger). Dette er en samlekategori som teller opp hver gang studentene nevner et skolefag eller ordene fag, faget eller fagene. Naturfag er naturligvis det mest sentrale temaet da dette er et ledd i naturfagundervisningen og er det faget som er nevnt flest ganger. Det er såpass sentralt at det i flere av notatene fremstår som underforstått. Det gir derfor ikke valide, kvantitative funn å telle denne ordbruken. Likevel er det et interessant funn at disse studentene ser at grubletegninger kan knyttes tett til naturfagundervisningen, men også ser muligheten for å bruke grubletegninger som en metode i mange andre skolefag.

På tross av at refleksjonsnotat 1 var skrevet samme dagen som studentene hadde undervisning om bruken av grubletegninger, og at refleksjon og argumentasjon var fremhevet som viktige elementer, fremstår notatene som lite reflekterende. Det samme gjelder refleksjonsnotat 2, som var skrevet av studentene etter gjennomføring av undervisningsopplegget med bruk av grubletegninger og bare noen uker etter undervisningsopplegget for studentene og skrivingen av refleksjonsnotat 1. Ordene studentene bruker, kan antyde en viss refleksjon (se tabell 1 og figur 2), men når vi tolker ordene i en sammenheng, ser vi at studentene i høyere grad beskriver, ikke reflekterer. Dette vises tydeligere i den kvalitative analysen nedenfor.

Det er overraskende få didaktiske begreper som brukes av studentene i refleksjonsnotatene. Alle studentene har brukt didaktiske skjema i planleggingen av undervisningen. Likevel finner vi at begreper som *mål*, *vurdering* og *aktivitet* bare i begrenset grad er trukket inn i de individuelle refleksjonsnotatene. Dette kan være en pekepinn til oss som lærerutdannere om at vi kanskje bør legge mer vekt på å lære studentene å bruke fagdidaktiske begreper som verktøy for forståelse og refleksjon, altså som en ramme for å utvikle profesjonalitet.

Med utgangspunkt i frekvensene i frekvenstabellen, ordskyen og vår tolkning av den går vi nå over på resultatene av den kvalitative analysen.

Grubletegninger som metode for refleksjon

Grubletegningene fungerte i dette forskningsprosjektet som metode for refleksjon på to nivå. For det første la studentene til rette for at elevene i ungdomsskolen skulle reflektere med utgangspunkt i grubletegningene. For det andre kunne grubletegningene danne grunnlag for studentenes refleksjoner over teori og undervisning, altså grunnlag for utvikling av didaktisk kompetanse. Vi vil nå presentere empiriske funn i begge disse to underkategoriene.

Studentenes tilnærming til grubletegningene før praksis er i all hovedsak positiv. Ingen stiller spørsmål ved bruk av metoden. Det kan være fordi de har blitt undervist i dette og ikke føler seg i posisjon til å diskutere på tross av at det tydelig har blitt formidlet at refleksjon og selvstendige meninger oppfattes som lærerikt og positivt. Det kan også være fordi studentene ikke har erfaring og oversikt nok til å kunne stille spørsmål før de har anvendt metoden i praksis. Studentene viser ikke i planleggingsdokumentene (praksisrapporten) at de ønsker at elevene skal øke sin kompetanse i refleksjon. Ordet *refleksjon* er ikke med i målbeskrivelsen i noen av studentenes planlagte undervisningsopplegg til tross for at det er nevnt fire ganger i den generelle læreplanen som et overordnet mål om å øke kompetansen i kritisk refleksjon (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013), og at studentene selv har brukt *refleksjon* 31 ganger i det innledende refleksjonsnotatet (se tabell 1). Det står derimot ikke i læreplanen for naturfag at refleksjon er overordnet mål. At studentene ikke tar inn dette når de planlegger, kan derfor være et uttrykk for at de ikke forholder seg aktivt til den generelle delen av læreplanen, men bare planen for faget.

Selv om refleksjon ikke er nevnt som et mål i planene for undervisning, er det derimot nevnt i flere av studentenes refleksjonsnotater (notat 2) og praksisrapporter når de etter gjennomført undervisning diskuterer opplegg og gjennomføring. Alle sitater står her i kursiv og er hentet fra praksisrapportene. En gruppe skrev:

Vi brukte grubletegningene for å skape diskusjon, refleksjon og argumentasjon

Fra praksisrapport

Vi tolker at studentene mener grubletegningene i seg selv er en metode som støtter diskusjon, refleksjon og argumentasjon. Disse studentene viser ikke i planleggingsdokumentene sine at elevene skal lære å bruke disse elementene. Planene og refleksjonsnotatene gir derfor, sett i sammenheng, inntrykk av at studentene ikke er oppmerksomme på at også refleksjon er noe som kan læres gjennom systematisk undervisning. De legger ikke til rette med konkrete læringsmål knyttet til refleksjon og argumentasjon, og de forholder seg heller ikke systematisk til behovet for tilbakemelding til elevene, på tross av at de har vært presentert for teori som på bakgrunn av forskning anbefaler nettopp dette (Barnes, 2008; Dysthe, 1995; Mercer & Dawes, 2008).

Studentene uttrykker forbauselse over at elevene ikke mestret refleksjon da de ble delt i grupper og fikk som oppgave å diskutere grubletegningene. En gruppe studenter beskriver hvordan elevene uten å reflektere og ta personlig stilling grupperte seg rundt den faglig flinkeste eleven. Denne eleven hadde i dette tilfellet ikke valgt det rette svaret i grubletegningen. Dermed ble det svært tydelig at grunnlaget for elevenes valg var knyttet til en bestemt medelev og ikke til faglig refleksjon. De skrev:

Derfor følte vi at grubletegningen mistet hensikten sin, det var egentlig ikke så mange som reflekterte rundt alternativene, men [de] gikk heller i det hjørnet «den smarte» gikk i.

Fra praksisrapport

Studentene så da at bruken av grubletegninger ikke førte frem mot hensikten. De drøftet og evaluerte ikke bruken av grubletegninger i egen undervisning, men mente i stedet at problemet lå i elevenes manglende faglige kompetanse:

Elevene er rett og slett ikke faglige sterke nok til å komme med noen gode argumenter.

Fra praksisrapport

Studentene så at faglig kompetanse er et viktig grunnlag for gode argumenter, men de så ikke at et undervisningsopplegg med grubletegningene kunne legge til rette for utforskende samtaler som igjen kunne påvirke fagkompetansen positivt. De organiserte i stedet en form for «gjettelek» hvor elevene uten støtte skulle velge det de trodde var et korrekt svar. Studentene ga inntrykk av at kunnskapen skulle komme først og de faglige dialogene etterpå. Studentene presenterte en relativt snever forståelse av hvordan faglig kunnskap hos elevene konstrueres. Det ser ut som om dette henger sammen med opplevelsen av å selv komme til

kort rent faglig. Vi ser at studentene trenger både god faglig basiskunnskap og didaktisk oversikt for å kunne anvende grubletegninger som undervisningsmetoden de først hadde planlagt.

Det er flere eksempler på at studentenes faglige nivå blir utfordret med bruken av grubletegningene. Når elevene presenteres for 3–4 ulike forklaringsmodeller og skal gå inn i faglige argumenter og refleksjoner omkring temaet, forutsetter det at underviseren kan yte faglig støtte, samtidig som initiativet i samtalen fortsatt ligger hos elevene. I studentenes beskrivelser av oppleggene er grubletegningene presentert som elevenes utgangspunkt for samtale. Når de underviser blir likevel utgangspunktet pensum og fasit, ikke at bruk av naturfaglige begreper støtter læringen i naturfag. Dette er også vist i et studie av Knain (2005). Grubletegningene fremstår som nyttige for å variere undervisningen, men krever mye av underviseren som skal kunne organisere og følge opp elevaktiviteten i tillegg til de faglige utfordringene.

Studentene gir også uttrykk for noe frustrasjon. Noen er redde for at misoppfatninger ikke korrigeres når læreren ikke er involvert i samtalene i elevgruppene. Studentene er ikke sikre på at elevene alltid kommer frem til korrekt svar. Studentene uttrykker i tillegg at det er en utfordring å få elevene til å argumentere faglig i hel klasse. Likevel underviser ikke studentene elevene i argumentasjon. De bruker dermed grubletegningene som en metode for å variere, men mestrer tilsynelatende ikke stegene videre for å legge til rette for argumentasjon som en metode for læring. Studentene er tredjeårsstudenter på lærerutdanningen og har vært gjennom både mesteparten av pedagogikkfaget og fagdidaktikk i andre fag. Både studentene selv og kolleger gir uttrykk for at studentene har lært å reflektere. Det er derfor overraskende at de tilsynelatende ikke mestrer dette, men følgevirkningen er at studentene utviser mangelfull kompetanse i å legge til rette for at elevene lærer seg argumentasjon.

Da grubletegningene ble introdusert for studentene, var det også med tanke på at dette verktøyet kunne brukes av dem i deres refleksjoner. Vi finner i refleksjonsnotater og praksisrapporter bare i veldig lite omfang spor etter slike bevisste metarefleksjoner over egen læring. De skrev lite som kan tolkes slik at grubletegningene påvirker deres egne refleksjoner rundt teori eller didaktikk. Studentene presenterte likevel mange ulike refleksjoner i praksisrapportene sine. De fleste av refleksjonene lå på et praktisk plan. En student skrev:

Det første grepet jeg ville ha gjort, var å dele inn gruppene på forhånd i samråd med praksislærer

Fra praksisrapport

Inndeling av grupper var et tema som gikk igjen. Studentene stilte i tekstene spørsmål om hvem som skulle lage elevgruppene, prinsipper for fordeling av elever, når elevene skulle informeres om gruppene, og hvor lang tid burde man sette av til gruppearbeid. Det var ingen av dem som diskuterte verken innholdet i gruppearbeidet eller hvilke elementer de la inn i planleggingen for at gruppearbeidet skulle føre til læring. Praksisrapporter og refleksjonsnotater viste heller ikke at studentene brukte egne erfaringer med grubletegningene som en metode for å reflektere over elevenes læringsutbytte sett i lys av egen undervisning. Vi tolker det slik at studentene ikke benytter grubletegningene til å øke sin egen naturfagdidaktiske kompetanse.

Studentene uttrykte seg positivt i det første refleksjonsnotatet, hvor de nettopp hadde lært om grubletegningene og om å bruke dem som metode for å fremme elevenes refleksjon. Det er imidlertid vanskelig å se at de rent faktisk utnyttet potensialet i tegningene som verktøy for refleksjon i sine egne undervisningsopplegg. Likevel skriver de i avsluttende refleksjonsnotat 2 at de ved å bruke grubletegninger ønsket å øke refleksjonen. Studentene reflekterer tilsynelatende ikke over om de når målene de selv har satt opp, og gir ikke uttrykk for at grubletegningene påvirker deres egne faglige refleksjoner.

Grubletegninger som metode for argumentasjon

Kategorien «argumentasjon» bygger på meningsbærende begreper i ordskyen som *forklare, debatt, engasjement, uenighet, drøfting* og naturligvis *argumentere*. Ordet *argumentasjon* er altså i denne sammenhengen et bredt og noe sammensatt begrep. Studentene anvendte de nevnte ordene både i refleksjonsnotatene og i praksisrapportene. På denne måten viste de at de var opptatt av at elevene skulle drøfte og argumentere.

Vi brukte grubletegningene for å skape diskusjon, refleksjon og argumentasjon som resulterer i [ut]forskning på emnet.

Fra praksisrapport

Å kunne argumentere hang for disse studentene tilsynelatende sammen med at elevene utforsker emnet sammen, og at utforskningen foregår gjennom felles kommunikasjon om grubletegningen. Det fremsto i rapportene som en forutsetning at elevene hadde lært å argumentere, uten at det var beskrevet hvordan naturfagslærerne bidrar til denne læringen. Muntlig samhandling som grunnleggende ferdighet (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013)

kom ikke tydelig frem. Snarere får man inntrykk av at argumentasjonen var lært før ungdomsskolen og i norskfaget. Også dette kan tolkes som tilbakemelding til lærerutdanningen: Kanskje har man ikke vært tydelig nok på formidling av kunnskap om muntlighet som en grunnleggende ferdighet og behovet for å lære argumentasjon også i naturfag?

En studentgruppe begrunnet sitt undervisningsopplegg med at elevene kunne lytte til andres argumenter og begrunne sine egne svar. Elevene ville da videre kunne diskutere og være åpne for andres argumenter. Studentene planla ikke å lære elevene å argumentere. I praksisrapportene fremsto det som om bruk av grubletegningen i seg selv ville føre til faglig argumentasjon. Med en slik forståelse vil studentene føre videre den undervisning Osborne (2010) og Walpuski et al. (2012) henviser til, der argumentasjon er nesten fraværende som et bevisst planlagt element og elevene gjennom naturfagundervisningen kun oppnår begrenset kompetanse innen argumentasjon.

En annen studentgruppe skrev at de i sin undervisning ønsket å legge vekt på hvordan elevene argumenterte. De så dette som individuelle forutsetninger og beskrev ikke argumentasjon som noe som skulle læres. I planleggingsdokumentene der de la frem undervisningsoppleggene sine, la de til grunn at elevene skulle diskutere, tørre å ta egne valg, kunne presentere sine argumenter for klassen og være åpne for andres svar. Dette ble presentert som sosiale forutsetninger. Samtidig fremsto diskusjonen i klasserommet som en læringsprosess der elevene gjennom argumentasjon opparbeidet seg kunnskap og åpenhet for andres argumenter, noe som i seg selv er sentralt og vil føre til et faglig læringsutbytte (Suppe, 1998).

Studentene presenterte stor tro på grubletegninger som metodisk verktøy i naturfagundervisning og uttalte seg svært positivt i det første refleksjonsnotatet. Imidlertid fant vi lite dokumentasjon i våre empiriske data for hvordan tegningene kunne brukes for å gi læringsutbytte. Studentene ga på ulike vis uttrykk for utålmodighet og behov for fasitsvar. De syntes å ha lagt lite vekt på å spørre elevene hva de hadde snakket om, og hvordan de hadde argumentert. Ifølge Mork og Erlie (2010, 2017) er dette en liten nyanse som innebærer en stor forskjell. Faglig forståelse og læringseffekt gjennom bruk av grubletegninger fordrer utforskende samtale med faglig vektlegging og faglig argumentasjon.

Wertsch (1991) knytter læring til en utvikling fra hverdagslige samtaler til bruk av vitenskapelige, faglige begreper. En studentgruppe griper tak i læreplanens mål om at elevene skal vite om stoffer knyttet til hverdagen og planlegger da at:

Elevene skal delta i [samtaler om] grubletegninger hvor de skal bruke tidligere erfaringer og kunnskap til å velge hvilket svaralternativ de sier seg mest enig i.

Fra praksisrapport

Elevsamtalene som disse studentene refererer, til skal altså knyttes til elevenes erfaringer fra hverdagslivet. Dette støttes med bruken av grubletegninger. Studentenes refleksjon i etterkant viser at tilknytningen til hverdagen nok har vært til stede, men det har vært vanskelig å etablere samtaler om temaet. Andre studenter hadde observert at elever som ellers snakket lite, i høyere grad samtalte og argumenterte rundt en tegning, og at samtalene tok utgangspunkt i elevenes forståelse og kunnskap. Man hadde her, jf. teorien fra Barnes (2008), et grunnlag for å utvikle utforskende samtaler.

Mange av studentene ga uttrykk for at de var opptatt av elevenes behov for trygghet for å kunne argumentere i gruppene. En studentgruppe skrev:

Vi er alle enige i at grubletegninger er et godt verktøy for å få i gang refleksjon hos elevene, men det krever at elevene er trygge på hverandre, og at de har kunnskap nok til å kunne ta et valg. Har ikke elevene dette, føler vi grubletegningene blir mer «bry» enn nytte.

Fra praksisrapport

Studentene var opptatt av at refleksjon henger sammen med argumentasjon, og at det igjen påvirkes av en opplevelse av trygghet. De presenterer ikke en klar forståelse av hva som er refleksjon, og hva som er argumentasjon. I dette sitatet bruker de begrepet *refleksjon*, men ut fra bruken av begrepene i teksten som helhet og ut fra innholdet i dette sitatet er det naturlig å anta at de her mener at argumentasjon forutsetter trygghet, men refleksjon (eller å tenke) er en individuell aktivitet som ikke deles med andre og derfor heller ikke knyttes så tett til trygge rammer.

Studentene tok ikke i samme rapport stilling til hva de eller praksislæreren kunne ha gjort før dette opplegget for å skape trygghet, om de burde ha gjort noe underveis for å trygge elevene, eller hvordan læreren kan legge til rette for å øke tryggheten videre, når de nå vurderte at nivået for trygghet ikke var høyt nok til å utnytte potensialet i grubletegningene.

Grubletegningene er konstruert for å invitere elevene inn i både refleksjon og argumentasjon. Tegningene visualiserer at man ikke er alene om et faglig argument, og at det er akseptabelt å sette frem påstander som ikke er korrekte. Det var ingen studenter som trakk dette perspektivet frem i notater eller rapporter.

Studentene la i all hovedsak ikke til rette for å lære elevene systematisk å argumentere med utgangspunkt i grubletegningene, og de tok heller ikke stilling til hvordan grubletegningene kunne styrke elevenes opplevelse av trygghet når de risikerer å argumentere for standpunkt som viser seg feil. Studentene utnytter dermed ikke grubletegningene som et grunnlag for å lære elevene argumentasjon. Dette diskuterer vi ytterligere til slutt.

Grubletegninger som metode for variasjon

I det første refleksjonsnotatet går det frem at studentene mener grubletegningene er et nyttig verktøy for å skape variasjon (nevnt 6 ganger) i undervisningen. Likevel er ordet variasjon lite brukt i praksisrapportene og det andre refleksjonsnotatet (nevnt 2 ganger). Det ser derfor ikke ut til å være samsvar mellom refleksjoner studentene gjør seg umiddelbart etter å ha lært om grubletegningene, og planlegging og refleksjoner som er gjort i forbindelse med praksisperioden.

I praksisrapportene omtalte studentene grubletegningene som et verktøy i undervisningen. Det skulle øke elevenes aktivitet, deltakelse og legge et grunnlag for engasjement. Studentene presenterte grubletegningene for elevene og ønsket at tegningene skulle sette i gang muntlig aktivitet og skape diskusjon, argumentasjon og refleksjon. Noen studenter nevner at de i tidligere praksiser har opplevd at det kunne være vanskelig å engasjere og involvere ungdomsskoleelevene i faglige skoleaktiviteter. Grubletegningene utgjorde en forskjell og involverte i flere tilfeller elevene: *De [grubletegningene] skapte interesse og elevene fikk lyst til å utforske emnet.* Studentene hadde intensjoner om at grubletegningene skulle flytte aktiviteten fra læreren til elevene, og studentene tenkte, helt i tråd med teorien (Barnes, 2008; Mestad, Knain, & Kolstø, 2011), at dette ville være en engasjerende variasjon.

Studentene så spesielt gode muligheter for å bruke grubletegninger til å involvere elevene i starten av et undervisningsopplegg, hvor tegningene fanget elevenes interesse ved å skille seg fra undervisningen de var vant med. Grubletegninger i seg selv fungerte altså hos lærerstudenter med begrenset undervisningserfaring og didaktisk kunnskap som en metode for variasjon i oppstarten av undervisningen. Samtidig beskrev studentene undervisningsoppleggene som ganske tradisjonelle forelesninger i praksisrapportene. Det kan se ut som om studentene har en teoretisk forståelse både av betydningen av variasjon i undervisningen og av grubletegningenes mulige funksjon. De har problemer med å knytte denne teoretiske kunnskapen sammen med det praktiske opplegget og se sammenhengene når

de reflekterer over opplegget. Det er et sprik mellom den teoretiske kunnskapen og kompetansen som settes i spill når studentene er i praksis.

Konklusjon

I denne studien har vi fulgt studenter som har brukt grubletegninger som metode i undervisning i praksis i naturfag i ungdomsskolen.

En kvantitativ analyse av begrepsbruken i et innledende og et oppfølgende refleksjonsnotat viser at studentene bare i liten grad bruker faglige og didaktiske begreper i refleksjonene sine. Samtidig bruker de en del hverdagslige begreper som viser at de ser noen muligheter i bruken av grubletegningene. Disse mulighetene har vi lagt vekt på i den kvalitative analysen av både refleksjonsnotatene og praksisrapporten.

Studentene fremsto som relativt målrettede da de først møtte grubletegningene teoretisk i klasserommet på lærerutdanningen, men det så ut til å være problematisk for dem å få denne undervisningsmetoden med seg inn i undervisningen. Studentene la i praksisrapportene lite vekt på argumentasjon. I evalueringene i rapportene var de oppmerksom på at en del av hensikten med grubletegningene var å støtte refleksjon, men det var ikke tydelig i planleggingen av undervisningen. Undersøkelsen viser at lærerstudentene opplevde grubletegninger som en nyttig, men krevende metode for å legge til rette for elevenes læring. Deres bruk av grubletegningene viste et behov for både høy fagkompetanse og mer erfaring med argumentasjon og refleksjon både for egen del og blant elevene.

I planleggingen av undervisningen la studentene stor vekt på innholdskomponenten i faget. De planla i henhold til faglige kompetansemål og forholdt seg til en didaktisk modell og undervisningsmetoder hvor variasjon var et element. Argumentasjon og refleksjon er ikke begreper i denne didaktiske modellen og kommer tilsynelatende mer overraskende på studentene når de står i klasserommet og skal legge til rette for læringsprosessene.

I henhold til Mercer & Dawes (2008) øker elever som går inn i læringsprosessene i samarbeid med klassekamerater, forståelsen, fordi gjensidig, verbal respons og tilbakemeldinger er kjennetegn ved samarbeid. Studentenes erfaringer og tilbakemeldinger viser at elevene går engasjert inn i samarbeidet, men at de trenger både sosial og faglig støtte for å komme på et stadium hvor gjensidig verbal respons også øker forståelsen. Grubletegningene fremsto i utgangspunktet som et nyttig verktøy for variert undervisning. Det kan likevel se ut til at

studentene ikke klarte å fange dette i undervisningsforløpet. I stedet endte grubletegningene opp som en form for gjettelek som innledning til den «egentlige» undervisningen. Dermed ble grubletegningene heller ikke utnyttet som et grunnlag for verken refleksjon eller argumentasjon. Studentenes presentasjon av undervisningsopplegg med bruk av grubletegninger og deres individuelle refleksjonsnotater før og etter gjennomføringen tegner et bilde av lærerstudenter som har gode intensjoner, men som tilsynelatende verken didaktisk eller faglig klarer å følge opp elevenes læringsprosesser. Det ser dermed ut til at det ble vanskelig å håndtere en undervisningssituasjon med mange ulike faglige innspill som ble til på grunn av tegninger som åpner for mange argumenter.

Veien videre

Som vi har sett ovenfor, fører denne studien til innspill til undervisningen i naturfag i lærerutdanningen, men den inspirerer også til videre utvikling av grubletegningene på en måte som kan støtte lærerstudenter og andre med kort erfaring i undervisning. Vi avslutter derfor denne artikkelen med å komme med noen innspill.

Vi ser at studentene begynner med ideer, tanker og intensjoner om at grubletegningene skal være et godt verktøy for å lære naturfag gjennom faglige diskusjoner som er basert på refleksjon og argumentasjon. Vi ser også at det er mye vanskeligere enn studentene på forhånd forestiller seg, og at tegningene kanskje ikke gir den støtten de kunne ha gitt. Grubletegningene har utviklet seg de siste 20 årene (Naylor, 2017), men man kan spørre seg om det kanskje er mulig å utvikle dem litt videre. Vi tror det er viktig å ta vare på en form som inviterer elevene inn i og gir dem en form for trygghet for en diskusjon hvor det er lov å komme med ulike argumenter uansett om de er faglig korrekte eller ikke, altså å ta vare på en tegning med elever som uttrykker ulik forståelse av et faglig spørsmål. De nyere tegningene illustrerer tydelig at elevene kan ta selvstendig stilling ved at man har lagt inn en tom snakkeboble for å vise elevene at de kan fremsette argumenter som ikke allerede er lagt frem (Naylor, 2017). Kanskje kunne tegningene ha støttet refleksjon og argumentasjon ved tydeligere å bruke spørreordet *hvorfor*. Dette kunne ha støttet læreren og lagt press på elevene om å argumentere for sitt standpunkt og flytte valget av standpunkt fra å gjette på til å reflektere over og argumentere for hva som kan være rett.

Tegningenes utforming kunne også yte mer faglig støtte dels ved å relatere seg tydeligere til elevenes hverdag, dels ved å illustrere den faglige problemstillingen tydeligere. Naylor (2017)

presiserer at tegningene skal knyttes til elevenes hverdagserfaringer. Dette er ikke tydelig i mange av tegningene. Et mål for fremtidige grubletegninger kunne derfor være å tydelig illustrere hvor i hverdagen elevene kan lete etter erfaringer som kan bidra til faglige argumenter. På mange av de eksisterende tegningene er det barna som er det fremtredende, slik at den faglige problemstillingen reduseres til en illustrasjon uten egentlig relevans for selve det faglige problemet – for eksempel en kake med brennende lys som illustrasjon for om endoterm eller eksoterm reaksjon, en snømann med hatt og skjerf som illustrasjon for hva som skjer når noe smelter, eller et glass med vann som skal illustrere at noe kan løses opp i vannet. Hvis tegningene utvikles slik at de i høyere grad illustrerer det faglige spørsmålet, vil de kunne inspirere elevenes refleksjoner og argumenter.

Slik grubletegninger fremstår i dag, kan det være en metode for variasjon, refleksjon og argumentasjon i undervisningen i naturfag – altså en metode som kan støtte læringsprosessene. Dette setter imidlertid både høye faglige krav og høye krav om didaktisk kompetanse til læreren. Som en metode i hendene på uerfarne studenter har det antakelig ikke ført til optimal læring. Vi har som et resultat av dette forskningsprosjektet kommet med forslag til både hvordan lærerstudentenes kompetanse og tegningene kan forbedres for å utvikle disse elementene som støtte for læringsprosessene.

Studentene la lite til rette for at elevene skulle få systematisk opplæring i å argumentere ved hjelp av grubletegningene. De tok heller ikke stilling til hvordan grubletegningene kunne styrke elevenes opplevelse av trygghet når de risikerer å argumentere for standpunkt som viser seg å være feil – til tross for at studentene selv la vekt på behovet for en slik trygghet. Studentene utnyttet dermed ikke grubletegningene som et grunnlag for å lære elevene argumentasjon. Det er behov for at naturfagdidaktikken på lærerutdanningen blir langt mer konkret og mye tettere knyttet til situasjonen studentene står overfor i klasserommene. Det ser også ut til at studentene trenger mer didaktisk kunnskap om for eksempel refleksjon, argumentasjon og trygghet. Dette kan med fordel knyttes til flere fag. Vi etterspør dermed et langt tettere didaktisk samarbeid mellom fagene som studentene møter i lærerutdanningen, dog uten at fagenes egenart og studentenes faglige kompetanse nedprioriteres. Studentene trenger både et høyt faglig nivå og et høyt nivå av didaktisk kompetanse når de er ferdig utdannet for å kunne håndtere ulik argumentasjon som grubletegningene setter i gang.

Referanser

- Bakhtin, M. (1981). *The Dialogic Imagination*. Austin: University of Texas Press.
- Barnes, D. (2008). Exploratory Talk for Learning. I N. Mercer & S. Hodgkinson (ED.), *Exploring Talk in School* (s. 1–16). Los Angeles: SAGE.
- Dewey, J. (1916/2005). *Demokrati og uddannelse*. Århus: Klim.
- Dysthe, O. (1995). *Det flerstemmige klasserommet: skrivning og samtale for å lære*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning. A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. New York: Routledge.
- Ivankova N.V. (2013). *Mixed Methods Applications in Action Research: From Methods to Community Action*. Los Angeles: SAGE.
- Keogh, B. (1999). Concept Cartoons, Teaching and Learning in Science: An Evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431–446.
- Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *Nordic Studies in Science Education* 1(1), 70–80.
- Knutsen, B. (2015). Utforskende arbeidsmåter i biologi. I P. van Marion og A. Strømme. *Biologididaktikk* (s. 80–102). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Kunnskapsdepartementet. (2006/2013). *Læreplan i naturfag (NAT1-03)*. Hentet 3. januar 2018 fra <https://www.udir.no/kl06/NAT1-03>.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Madsen, J. (2013). Collaboration and Learning with Drawing as a Tool. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 34, 154–161.
- Mercer, N. & Dawes, L. (2008). The Value of Exploratory Talk. I N. Mercer & S. Hodgkinson (Ed.), *Exploring Talk in School* (s. 55–72). Los Angeles: SAGE.
- Mestad, I., Knain, E. & Kolstø, S.D. (2011) Begrepsinnlæring gjennom snakk og skrivning. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.). *Elever som forskere i naturfag* (s. 164–206). Oslo: Universitetsforlaget.
- Mork, S. M. (2008a). Hvordan tilrettelegge for argumentasjon i undervisningen? *Naturfag*, 3, 14–16.
- Mork, S. M. (2008b) Hvorfor argumentasjon i naturfag? *Naturfag*, 3, 10–13.
- Mork, S.M. & Erlien, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Mork, S.M. & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Mortimer, E.F. & Scott, P.H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Munkeby, E. (2016). Den utforskende samtalen. *Naturfag*, 2, 16-17.
- Naturfagsenteret (i.d). *Grubletegninger*. Hentet 13. august 2017 fra <http://www.naturfag.no/side/vis.html?tid=1233983>.
- Naylor, S. (2017). Talking and thinking using concept cartoons: What have we learnt? *ASE-International*, 10(1), 8–12.
- Naylor, S., & Keogh, B. (2000). *Concept Cartoons in Science Education*. Cheshire: Millgate House Publishers.
- Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier: Den skrivende forskeren*. Oslo: Universitetsforlaget.

- Osborne, J. (2010). Discourse. Arguing to Learn in Science. The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328(5984), 463–466.
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode. En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Peshkin, A. (1988). In search of subjectivity: One's Own. *Educational Researcher*, 17(7), 17–21.
- Strande, A.L. & Madsen, J. (2016). Aktivitetsbasert undervisning og vurdering i naturfag. I Gjøtterud et al. (Red.), *Aksjonsforskning i Norge: Teoretisk og empirisk mangfold*. Oslo: Cappelen Damm.
- Strauss, A.L. & Corbin, J. M. (1998). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, California: SAGE.
- Suppe, F. (1998). The Structure of a Scientific Paper. *Philosophy of Science*, 65(3), 381–405.
- Tharp, R.G. & Gallimore, R. (1988). *Rousing Minds to Life*. Cambridge: Cambridge University.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Walpuski et al. (2012). Multiple perspectives on students' scientific communication & reasoning in chemistry education *Acta Didactica Norge*, 6(1).
- Wertsch, J.V. (1991). *Voices of the Mind: A Sociological Approach to Mediated Action*. Cambridge: Harvard.