

Kreative spirer

*En kvalitativ studie hvor utforskende arbeidsmåter i
naturfag kobles mot kreativ tenkning*

Finn A. Melhus



Masteroppgave i realfagdidaktikk
Institutt for lærerutdanning og skoleforskning
Utdanningsvitenskapelig fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

Våren 2015

Kreative spirer

*En kvalitativ studie hvor utforskende arbeidsmåter i
naturfag kobles mot kreativ tenkning*

© Finn Arne Melhus

2015

Kreative spirer

Finn A. Melhus

<http://www.duo.uio.no>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

Sammendrag

Denne studien undersøker hvordan kreativitet ivaretas i utforskende arbeidsmåter i naturfag ved å se på hvordan elevers kreativitet kommer til uttrykk i sammenheng med undervisning av denne typen, og hvordan en lærer tilrettelegger for kreativitet i slik undervisning. Det er et ønske at arbeidet skal gi resultater som kan gi nyttige perspektiver for videre forskning.

Samtidig er det ønskelig at funnene kan danne et grunnlag for refleksjon og inspirasjon for lærere som vil gå inn for å legge til rette for kreativitet i sine klasserom. Studien bygger på sosiokulturell læringsteori, samt litteratur om kreativitet og utforskende arbeidsmåter i naturfag. Arbeidet er tilknyttet prosjektet *Forskerføtter og leserøtter*, og tar utgangspunkt i videoopptak av klasseromsaktivitet innhentet i forbindelse med dette prosjektet. Gjennom en kvalitativ casestudie av deler av naturfagstimen til en fjerdeklasse, rettes oppmerksomheten mot en utforskende aktivitet hvor elevene diskuterer om et papirark er et system eller ikke. Studiens resultater tyder på at de observerte elevenes kreativitet kan komme til uttrykk gjennom fire overordnede dimensjoner: a) originalitet; b) målorientert verdi; c) bruk av forestillingsevne; og d) kombinerings av kunnskap. Når det gjelder den observerte lærerens rolle, gir resultatene at tilrettelegging for kreativitet kan deles inn i tre overordnede dimensjoner: 1) tilrettelegging for bruk og utvikling av forestillingsevne; 2) styrking av idémangfold; og 3) respons som middel til å ufarliggjøre det å gjøre feil. Dimensjonene utgjør grunnlaget til et foreslått analytisk rammeverk som videre deles inn i mer spesifikke og definerte kategorier. Resultatene gir belegg for å anta at kreativitet kan ivaretas i utforskende naturfagundervisning ved at: i) undervisningen skjer i et læringsmiljø hvor elevene ikke er redde for å gjøre feil; ii) elevene kjenner til hensikten med det utforskende arbeidet; iii) den utforskende aktiviteten bør ikke være styrt av læreren i for stor grad; iv) elevene utvikler forklaringer gjennom diskusjon; v) læreren tilrettelegger for elevenes bruk av forestillingsevnen, og gjør ulike ideer og tenkemåter tilgjengelig for elevene.

Forord

Retter en stor takk til professor Marianne Ødegaard for verdifull veiledning og støtte gjennom hele prosessen. Du har gitt gode innspill som har løftet oppgaven, og motivert meg til å stå på.

Takk går også til *Forskerføtter og leserøtter*-prosjektet for tilgang til datamateriale, og lærer og elever som har deltatt i forskningen og vært villige til å gi et glimt av hva som foregår i klasserommet.

Til slutt, takk til Carina, min samboer, for støtte og motivasjon.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Kreativitet i skolen	1
1.2	Problemstillinger	2
1.3	Relatert forskning	3
1.4	Oppgavens oppbygning	4
2	Teori	5
2.1	Sosiokulturell læringsteori	5
2.2	Kreativitet	7
2.2.1	Originalitet og kreativitetskarakteristikk	8
2.2.2	Verdi	9
2.2.3	Forestillingsevne	10
2.2.4	Kunnskap som grunnlag	11
2.3	Naturvitenskapelig kreativitet	12
2.4	Kreativitetsfremmende undervisning	14
2.4.1	Oppmuntring	15
2.4.2	Identifisering	16
2.4.3	Å dyrke frem kreativitet	16
2.4.4	Styrking av elevenes rolle	18
2.4.5	Kreative undervisningsmetoder	18
2.4.6	'Killing creativity'	19
2.5	Utforskende naturfagundervisning	19
3	Metode	21
3.1	Metodikk	21
3.1.1	Valg av metode	21
3.1.2	Videoanalyse og gjenbruk av data	22
3.1.3	Reliabilitet og validitet	23
3.1.4	Etiske hensyn	24
3.2	Utgangspunkt og gjennomføring	24
3.2.1	Utgangspunkt og valg av klasse	24
3.2.2	Kontekst	25

3.2.3	Valg av undervisningssekvens.....	27
3.2.4	Arbeidet med materialet	29
4	Resultater.....	30
4.1	Uttrykk for kreativitet.....	30
4.1.1	Originalitet.....	31
4.1.2	Verdi.....	33
4.1.3	Uttrykk for forestillingsevne	34
4.1.4	Kombinering av kunnskap.....	37
4.1.5	Oppsummering.....	40
4.2	Lærerens tilrettelegging.....	41
4.2.1	Forestillingsevne.....	42
4.2.2	Idémangfold	46
4.2.3	Respons.....	56
4.2.4	Oppsummering.....	60
5	Diskusjon.....	62
5.1	Forestillingsevne.....	62
5.2	Frihet og begrensninger	63
5.3	Kombinering.....	64
5.4	Individuell originalitet og utforskende arbeidsmåter	64
5.5	Et klima hvor det er uproblematisk å gjøre feil.....	66
6	Avslutning og oppsummering	67
	Litteraturliste	70
	Vedlegg.....	76
	Vedlegg 1 - Transkripsjon	76

1 Innledning

1.1 Kreativitet i skolen

I den generelle delen av læreplanen, under overskriften “Det skapende mennesket”, legges det vekt på utvikling av kreativitet og skaperkraft som en viktig del av barns allmenndannelse (Kunnskapsdepartementet, 2011). Skolen har et ansvar å gi elevene erfaring med bruk av slike evner, slik at de kan få mulighet til å se potensialet i seg selv og verden rundt seg:

Oppfostringen skal gi elevene lyst på livet, mot til å gå løs på det og ønske om å bruke og utvikle videre det de lærer. Barn starter på et stort eventyr som med hell og omsorg kan være et livsløp. Skolen må lære dem ikke å være redde, men å møte det nye med forventning og virkelyst. Den må skape trang til å ta fatt og holde fram. Den må opparbeide vilje til å komme videre, og utvikle energi til å motstå egen vegring og overvinne egen motstand. (Kunnskapsdepartementet, 2011, s. 5)

Eventyret barna begir seg ut på utspiller seg i en kompleks virkelighet i stadig forandring. Som verdensborgere må elevene være i stand til å tilpasse seg fremtidens uforutsigbare krav, og for å mestre dette er kreativitet en viktig egenskap (Kind & Kind, 2007). Kreative evner er viktige for å håndtere små og store utfordringer i den enkeltes liv (Craft, 2001), samtidig verdsettes slike evner høyt i mange sektorer av arbeidslivet (Jeffrey & Craft, 2001).

Skolens ønske om å ivareta elevenes kreative utvikling, stiller krav til undervisningen. Robinson (2011) advarer at enkelte former for undervisning kan ødelegge for forhold som er essensielle for kreativ utvikling, og kan i verstefall kvele den kreative selvtilliten elevene har med seg når de begynner på skolen. Som lærer bør man være oppmerksom på denne faren, og arbeide bevisst for å tilrettelegge for kreativitet i klasserommet. I tillegg til å være en del av den generelle allmenndannelsen, inngår utvikling av kreativitet også i den naturfaglige allmenndannelsen. Naturfaglæreren må passe på at undervisningen ikke er med på å bekrefte myter om naturvitenskap og kreativitet. Mange studenter og lærere har en oppfatning av at vitenskapelig kunnskap er urokkelig, objektiv og blottet for kreativitet og fantasi (McComas, 1998). Men vitenskapelige ideer er kreative produkter, og det å være forsker er et kreativt yrke (Kind & Kind, 2007). Gjennom egen erfaring med naturvitenskapelige arbeidsmetoder og tenkemåter vil elever få mulighet til å utvikle egne kreative evner og samtidig få innsikt i naturvitenskapens kreative sider (Kunnskapsdepartementet, 2011). Naturfagundervisningen

kan derfor forstås som en viktig arena for elevenes utvikling som kreative tenkere. Kunnskap om hvordan slik undervisning kan fremme kreativitet er verdt å søke.

1.2 Problemstillinger

Som et bidrag til forskningen på kreativitet i naturfaglig sammenheng, vil dette prosjektet se nærmere på hvordan kreativitet og tilrettelegging for kreativitet kommer til uttrykk i klasserommet. Det er et ønske at arbeidet skal gi resultater som kan gi nyttige perspektiver for videre forskning. Samtidig er det ønskelig at funnene kan danne et grunnlag for refleksjon og inspirasjon for lærere som vil gå inn for å legge til rette for kreativitet i sine klasserom. I denne sammenheng tar prosjektet utgangspunkt i problemstillingen:

“Hvordan ivaretas kreativitet i utforskende naturfagundervisning?”

Siden det nødvendigvis ikke er et mål at elevene skal være kreative i *alle* undervisningssammenhenger, er det valgt å fokusere på en form for undervisning hvor elevkreativitet kan ha en sentral posisjon. The National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (NACCCE, 1999) peker på at utforskende undervisning kan egne seg for å dyrke frem elevenes kreative evner, noe som støtter valget om å la prosjektet rette søkelyset mot slik undervisning. Problemstillingen er videre delt inn i to forskningsspørsmål:

“Hvordan kommer elevs kreativitet til uttrykk i utforskende naturfagundervisning?”

“Hvordan tilrettelegger en lærer for kreativitet i utforskende naturfagundervisning?”

Arbeidet med de to forskningsspørsmålene vil konkretiseres ytterligere ved at de vil rettes mot faser i utforskningen hvor deltagerne diskuterer forklaringer fremfor å utvikle hypoteser, gjennomføre forsøk og samle inn data, som alle kan oppfattes som kreative aktiviteter (Hadzigeorgiou, 2012). I forbindelse med de to forskningsspørsmålene reises også to underordnede forskningsspørsmål, henholdsvis:

“Hvordan kan observasjon av klasseromsaktivitet gi informasjon om elevenes bruk av kreative evner?”

“Hvordan kan observasjon av klasseromsaktivitet gi informasjon om lærerens tilrettelegging for kreativitet?”

Spørsmålene er altså orientert mot metode og hvordan man kan si noe om kreativitet ut fra en klasseromsstudie. Disse trådte frem under analysearbeidet, da det viste seg å være en utfordring i seg selv å si noe om kreativitet ut fra datamaterialet.

1.3 Relatert forskning

Det er skrevet mye teori om kreativitet i undervisningssammenheng, mens empiriske klasseromsstudier innen emnet er mindre utbredt. Søk etter empirisk forskning knyttet til kreativitet i naturfagundervisning i databasen ERIC gir få relevante treff.

Meyer og Lederman (2013) undersøker sammenhengen mellom pedagogiske faktorer og elevers uttrykte kreativitet i naturfag. I tillegg til å gjennomføre spørreundersøkelser og intervjuer med sytten lærere om deres oppfatning av kreativitet i undervisningssammenheng, omfatter studien observasjon av tre amerikanske skoleklasser på høyere årstrinn. Ut fra empirien trekker Meyer og Lederman frem fem pedagogiske karakteristikker som ser ut til å virke positivt inn på elevenes kreativitet: lærerens balanse mellom åpenhet for ulike løsningsmuligheter og uttrykte forventninger; samhandling mellom deltagerne; spørsmålsstilling; klare forventninger til atferd; og åpenhet med tanke på alternativer. Cho, Chung, Choi et al. (2013) observerer naturfag- og samfunnsfagtimer i fjorten klasserom på tre barneskoler i Korea. Studien resulterer i en karakteristikk av tre typer kreativitet som kommer frem blant elevene under undervisningen: heuristisk kreativitet, når elevene uttrykker sine tanker om nytt naturfaglig innhold basert på sine erfaringer; fortolkende kreativitet, når elevene internaliserer nytt naturfaglig innhold ved å knytte det til nye data eller nye situasjoner; og integrerende kreativitet, når elevene skaper nye løsninger eller nye produkter ut fra sin internaliserte kunnskap. Shaheen (2011) undersøker hvorvidt det pakistanske grunnskolesystemet forsterker eller svekker elevenes kreative evner. Studien omfatter blant annet klasseromsobservasjon ved seksten skoler, hvor naturfag er blant fagene som observeres. Resultatene viser blant annet at i pakistanske klasserom er reproduksjon av kunnskap dominerende fremfor kreative tilnærminger til fagene.

Søk blant nordiske studier tyder på at lignende forskning innen der kreativitet og naturfag ses i sammenheng er gjennomført i ingen eller liten grad i klasserom i de nordiske landene.

1.4 Oppgavens oppbygning

Videre vil oppgaven bestå av fem deler som til sammen dekker teori, metode, resultater, diskusjon og en avsluttende oppsummering. Der det ses hensiktsmessig er delene innledet kort med en presentasjon av eventuelle underkapitler. Som vedlegg til oppgaven finner man den fullstendige transkripsjonen av videomaterialet som utforskes i studien.

2 Teori

I oppgavens teoridel vil det gjøres rede for perspektiver, ideer og begreper som er relevante for oppgavens forskningsspørsmål. Sosiokulturell læringsteori vil ligge som grunn for synet på det som skjer i klasserommets læringssituasjoner, dette perspektivet vil omtales sammen med relatert teori i del 2.1. Videre, i del 2.2, vil det etableres en forståelse av hva studien legger i begrepet *kreativitet*, samtidig som det vil gjøres rede for sentrale sider ved begrepet. I del 2.3 presenteres begrepet i en naturvitenskapelig kontekst, før aspekter ved kreativitetsfremmende undervisning belyses i 2.4. Til slutt i teoridelen vil det kort gjøres rede for utforskende arbeidsmåter i naturfag (2.5).

2.1 Sosiokulturell læringsteori

Et sosiokulturelt perspektiv på læring bygger på den konstruktivistiske forståelsen om at kunnskap ikke kan overføres direkte mellom lærer og elev, men forutsetter konstruksjon i form av intellektuelt engasjement fra den lærendes side (Ottesen, 2009). Vygotskij (1930-1934/1978) fremhever språk og andre meningsbærende redskaper (*psykologiske verktøy*) som gestikulering, bilder eller fysiske artefakter som sentralt for læring, siden de muliggjør en formidling av tanker og erfaringer mellom mennesker. Denne formidlingen mellom aktører foregår på et sosialt plan (Vygotskij, 1930-1934/1978), og kan for eksempel være i form av interaksjon mellom lærer og elev. De meningsbærende redskapene eleven får tilgang til på det sosiale planet, blir utgangspunktet for elevens egen reorganisering, rekonstruksjon og tenkning på det individuelle planet, Vygotskij (1930-1934/1978) kaller denne prosessen for *internalisering*. Leach og Scott (2003) understreker viktigheten av denne prosessen med tanke på elevens læring. Språk og tankevirksomhet, og det sosiale og individuelle, er altså knyttet sterkt sammen i sosiokulturell læringsteori. Bakhtin (1979/1998) supplerer denne forståelsen av læring med en orientering mot ulike diskurstyper – det han kaller *talegenrer*. Innen naturfaget er det den naturvitenskapelige måten å snakke og tenke på som formidles. Dette innebærer blant annet bestemte begreper, modeller og fremgangsmåter, og en egen måte å forholde seg til kunnskap og empiri på (Leach & Scott, 2003). Til sammen utgjør

dette den naturvitenskapelige talegenren. Ut fra sosiokulturell teori kan man se på det som lærerens oppgave å tilrettelegge for en internalisering av dette sosiale språket blant elevene.

Siden kreativ tenkning kan sies å være en egen form for tenkning innen naturvitenskapelig metode (Kind & Kind, 2007), står slik tenkning også i relasjon til den naturvitenskapelige talegenren. I sammenheng med tilrettelegging for kreativitet er det også nærliggende å komme inn på det Vygotskij (1934/2001) kaller den nærmeste utviklingssonen. Dette begrepet viser til hva den lærende kan få til med støtte fra andre (for eksempel lærer eller medelever), som vedkommende ikke ville ha klart på egenhånd. Lærerens tilrettelegging kan på denne måten sammenlignes med stillasbygging (Wood, Bruner, & Ross, 1976), hvor stillaset etter hvert kan fjernes når eleven gradvis internaliserer kunnskap, og mestrer på egenhånd utfordringer som tidligere var i den nærmeste utviklingssonen.

I forbindelse med lærerens stillasbygging er det relevant å gi en kort oversikt over hvordan læreren på ulike måter kan støtte elevenes læring. Tharp og Gallimore (1988) legger frem seks ulike typer støttende lærerhandlinger: modellering, forsterking, tilbakemelding, instruksjon, spørsmålsstilling og kognitiv strukturering. *Modellering* beskrives som prosesser hvor læreren presenterer en handling som elevene kan imitere (ibid.); *Forsterking* (oversatt fra *contingency management* (Hoven & Rye, 2004)) viser til hvordan læreren kan forsøke å styre elevenes handlinger ved å belønne eller straffe henholdsvis ønsket eller uønsket atferd (Tharp & Gallimore, 1988); I samspill med forsterking finner man gjerne *tilbakemeldinger*, altså respons på elevenes prestasjoner som er ment å veilede, slik at elevene kan forbedre seg (ibid.); *Instruksjoner* forstås som handlinger der læreren forteller elevene hva de skal gjøre. Ved å overføre lærerens instruerende stemme til sin egen selvregulerende stemme, kan eleven gradvis oppnå økt autonomi i egen læring (ibid.); Gjennom å *stille spørsmål* kan læreren sette elevene i mental og verbal aktivitet, og samtidig avdekke informasjon om elevenes tenkning. Bruk av ledende spørsmålsrekker kan i tillegg gjøre det mulig for læreren å styre elevenes resonnering til en viss grad (ibid.); *Kognitiv strukturering* viser til situasjoner der læreren gjør strukturer for organisert kunnskap eller strukturer for kognitiv aktivitet tilgjengelig for elevene. Innen naturfaget kan en struktur for organisert kunnskap for eksempel være definisjonen av begrepet *system*, mens en struktur for kognitiv aktivitet kan være lærerens beskrivelse av og forklaring på hvordan elevene skal tenke når de observerer under utforskende aktiviteter (ibid.). (Tharp & Gallimore, 1988)

2.2 Kreativitet

Leser man tekster om kreativitet innen psykologien eller utdanningsforskningen, finner man en variasjon i hvilke sider ved kreativitet som vektlegges. Guilford (1967) legger vekt på divergerende tenkning som en sentral side ved kreativitet. Divergerende tenkning er tenkning som utforsker ulike innfallsvinkler, og som er åpen for flere ulike løsninger til et problem. Motsatsen, konvergerende tenkning, er orientert mot én løsning, med mer begrensede muligheter for avsporing og tydeligere kriterier for suksess (Guilford, 1967). Vygotskij (1930/2004) ser på evnen til å kombinere etablerte elementer på nye måter som kjernen i kreativitet, uavhengig om dette er fysiske objekter eller mentale eller følelsesmessige produkter. Reproduksjon er ifølge Vygotskij motsatsen til slik kombinatorisk aktivitet. Gardner (1999) knytter kreativitet til evnen til å løse problemer, skape produkter eller ta opp problemstillinger som er nye innenfor et felt. Boden (2004) definerer kreativitet som evnen til å komme opp med ideer eller artefakter som er nye, overraskende og verdifulle. I annen litteratur kan perspektivet være mer kontekstorientert og assosiere kreativitet med kulturprodukter med estetiske uttrykksformer, andre perspektiver kan være mer personorienterte og assosiere kreativitet med genier og revolusjonerende bragder (NACCCE, 1999). Det de fleste av disse definisjonene har til felles er to kriterier: kreativitet innebærer originalitet og en form for verdi, dette kaller Runco og Jaeger (2012) “standarddefinisjonen av kreativitet”.

NACCCE har definert kreativitet som “imaginative activity fashioned so as to produce outcomes that are both original and of value” (NACCCE, 1999, s. 30). *Imaginative activity* forstås her som nyskapende, generativ virksomhet, blant annet basert på bruk av forestillingsevnen (ibid.) (se 2.2.3 for mer om forestillingsevne). Kreativitet innebærer altså bearbeiding av forestillingsbasert virksomhet, som skaper originale utfall av en eller annen verdi. Denne definisjonen dekker standarddefinisjonen av begrepet, samtidig som den inkluderer bruk av forestillingsevnen som en del av den kreative tenkningen. Denne definisjonen vil være et utgangspunkt for hvordan begrepet *kreativitet* vil bli brukt i denne oppgaven. En forståelse av kreativitet som etablert kunnskap kombinert på nye måter (Boden, 2001; Vygotskij, 1930/2004), samt en vektlegging av divergerende tenkning (Guilford, 1967) vil også ligge til grunn for analysen. Videre vil det gjøres rede for hva som legges i noen av termene knyttet til denne samlede forståelsen av kreativitetsbegrepet.

2.2.1 Originalitet og kreativitetskarakteristikk

Runco og Jaeger (2012) beskriver originalitet som noe som representerer noe nytt, noe uvanlig eller unikt – det motsatte av noe vanlig, hverdagslig eller konvensjonelt. Hvor original en kreativ prestasjon kan sies å være kommer an på om man vurderer originaliteten på et historisk, relativt eller individuelt nivå (NACCCE, 1999).

Nyskapende ideer som er nye for menneskeheten kan tilegnes historisk originalitet (ibid.). Kreativitet assosiert med denne typen originalitet kalles gjerne *high creativity* eller *big C creativity* (Boden, 2001; Craft, 2001). Big C creativity kjennetegnes ved nyskapning og storslagenhet, anerkjennelse innen sitt feltet, og ved at den bryter med tidligere forståelse og perspektiver (Craft, 2001). Eksempler innen naturvitenskapen er Mendels arvelære, Bohrs atommodell, Einsteins relativitetsteori, og av nyere dato kan man nevne O’Keefe og ekteparet Mosers oppdagelse av hjernens posisjonsorienterende celler.

Relativ originalitet omfatter prestasjoner som skiller seg ut som originale sammenlignet med andre prestasjoner innad i en avgrenset gruppe (NACCCE, 1999). Et naturlig eksempel her er elevprestasjoner som skiller seg ut innad i en klasse, for eksempel dersom en elev skiller seg ut ved å velge å bruke konkrete som hjelp til å forklare et fenomen i forbindelse med en presentasjon. Originalitet på individuelt nivå kommer frem dersom et individs prestasjoner er originale i forhold til hva vedkommende tidligere har prestert (NACCCE, 1999). Dersom en elev på egenhånd ser nye sammenhenger mellom lærestoff, eller klarer å bruke lærestoffet på en ny måte, kan dette forstås som individuell originalitet.

Mens historisk originalitet er en viktig del av big C creativity, kan motsatsen, little c creativity relateres til de to andre nivåene av originalitet. Craft (2001) anser evnen til å se muligheter (*possibility thinking*) som kjernen i little c creativity. Denne evnen kan blant annet spille en rolle i hverdagsaktiviteter som matlaging eller ommøblering, men også i livsmestring for eksempel knyttet til karrieremuligheter (ibid.). Kaufman og Beghetto (2009) argumenterer at en slik dikotom kategorisering av kreativitet blir for snever, og foreslår to ytterligere typer kreativitet: mini-c creativity og Pro-c creativity.

Mini-c creativity defineres som “the novel and personally meaningful interpretation of experiences, actions, and events” (Beghetto & Kaufman, 2007). Denne typen kreativitet kan

forstås som et uttrykk for individuell originalitet, der tolkningsprosessen i forbindelse med meningsskaping står sentralt. Dette er i samsvar med Vygotskijs (1930/2004) syn på kreativitet som mentale konstruksjoner som nødvendigvis ikke behøver å ende i uttrykte produkter. Betegnelsen Pro-c creativity brukes for å omtale kreativitet innen profesjonelle områder, som beveger seg forbi det som kan regnes som little c creativity, men som likevel ikke når opp til big C creativity (Kaufman & Beghetto, 2009). Denne typen kreativitet kan relateres til relativ originalitet, hvor originaliteten vurderes relativt innen et profesjonelt område.

2.2.2 Verdi

Originalitet alene er ikke tilstrekkelig for at noe kan betegnes som kreativt:

Originality can be found in the word salad of a psychotic and can be produced by monkeys on word processors. A truly random process will often generate something that is merely original. (Runco & Jaeger, 2012, s. 92)

Originalitet kan altså være meningsløs, irrelevant eller feilaktig med tanke på en ønsket hensikt (NACCCE, 1999). For å bli forstått som kreativitet, bør originaliteten derfor ha en form for vellykkethet med tanke på hva man ønsker å oppnå, den må ha en form for verdi (Runco & Jaeger, 2012). Denne verdien kan vurderes ut fra forskjellige egenskaper ved det kreative produktet, avhengig av feltet man opererer innenfor, for eksempel effektivitet, nytte, komfort, gyldighet, holdbarhet (NACCCE, 1999). I utforskende arbeidsmåter i naturfag ønsker man å komme frem til gode forklaringer på naturfaglig orienterte spørsmål gjennom bestemte arbeidsmåter (National Research Council, 2000) (se også 2.5). Elevaktivitet eller elevprodukter som bidrar til en oppnåelse av dette kan sies å være av verdi. I denne sammenheng kan særlig gyldighet gjennom bruk av naturvitenskapelig metode vektlegges. En slik verdiorientering betyr at noen ideer vil være bedre enn andre, noe som gjør kritisk vurdering til en viktig del av kreativ aktivitet (NACCCE, 1999). Slik evaluering kan ta flere former i klasserommet: elevene kan vurdere ideer og prestasjoner individuelt eller i dialog; vurderingen kan skje underveis i arbeidet eller etterpå; vurderingen kan ta utgangspunkt i tenkning eller fysisk testing (NACCCE, 1999).

2.2.3 Forestillingsevne

Blant andre Vygotskij (1930/2004) legger vekt på forestillingsevne (*imagination*) som en viktig del av kreativ tenkning. Begrepet *imagination* er på lik linje med *kreativitet* et komplekst begrep, med ulike tilnærminger, blant annet avhengig av om man ser det i lys av filosofisk eller psykologisk teori (Egan, 1992). Her er det valgt å ta utgangspunkt i Vygotskijs (1930/2004) forståelse av begrepet. I denne sammenheng kan *forestillingsevne* forstås som menneskets evne til å danne mentale representasjoner av noe som ikke er fysisk til stede eller tilgjengelig for sansene (ibid.). Forestillingsevnenes representasjoner kan være reproduerte inntrykk fra vår interaksjon med verden (for eksempel sanseintrykk og objekter, eller mer sammensatte konsepter som personer, hendelser og steder), eller de kan være kombinasjoner av etablerte inntrykk som skaper nye mentale produkter (Vygotskij, 1930/2004). Den skapende forestillingsevnen kan enten danne fantasiprodukter som ikke eksisterer i den virkelige verden, eller den kan danne mentale forestillinger fra virkeligheten som tenkeren ikke har erfart direkte (ibid.).

Både den reproduserende og den skapende forestillingsevnen er altså avhengige av et grunnlag av erfaringer for å kunne operere, og for å kunne utfolde seg mest mulig trenger den skapende forestillingsevnen et rikt erfaringsgrunnlag (ibid.). Eleven kan utvide dette erfaringsgrunnlaget direkte gjennom interaksjon med verden, eller indirekte gjennom meningsbærende redskaper som språk og bilder (ibid.). Når en elev leser beskrivelser av en celledens oppbygging, brukes etablerte forestillinger til å gi mening og mentale bilder til ordene, og på denne måten erfarer eleven den mikroskopiske verden indirekte. Dette gir et erfaringsgrunnlag til situasjoner der eleven senere kan ha nytte av å se for seg celler i forbindelse med biologiundervisning. Uten et tilstrekkelig erfaringsgrunnlag kan det være utfordrende å forestille seg visse representasjoner: Man kan legge merke til hvordan ens erfaringsgrunnlag ikke strekker til når man skal se for seg solas størrelse i forhold til en hudcelle, eller mengden stjerner i vår galakse og avstandene mellom dem.

Vygotskij (1930/2004) argumenterer at siden individets erfaringsgrunnlag vil øke med alderen, har barn et svakere utgangspunkt når det kommer til kreativitet enn voksne. Den utbredte oppfatningen om at barn er mer fantasifulle enn voksne kan komme av at barnas forestillinger i større grad er oppdiktet og basert på det ikke-eksisterende, mens hos de fleste voksne tar virkelighetens krav til rasjonalitet og ansvar grep om forestillingsevnen, slik at

dens produkter blir mer bundet til det reelle (ibid.). Det betyr nødvendigvis ikke at den frie, fantasirike forestillingsevnen mangler hos det voksne individet, men heller at den er nedprioritert til fordel for mer virkelighetsrelatert orientering. Vygotskij (1930/2004) skriver også at barn har større tro på sine forestillinger, men desto mindre kontroll over dem, sammenlignet med voksne. Forestillingsevnen er for barn en måte å aktivt utforske og lære å beherske verden på (Harris, 2000), samtidig kan lekenhet i barndommen være med på å forutsi og legge til rette for kreativ tenkning senere i livet (Russ, Robins, & Christiano, 1999).

Watson (1913) og Gardner (1985) peker på utfordringen ved å studere forestillingsevnen, begrunnet med at bruk av denne evnen ikke medfører noen entydig, observerbar atferd. Samtidig er det en mulighet at det å forestille seg noe er en kognitiv funksjon som aktiveres hos elevene i store deler av undervisningen. Når en lærer snakker om ting som har skjedd, ting som skal skje, tenkte situasjoner eller objekter som ikke er til stede, er det ikke usannsynlig at elevene danner seg visse mentale representasjoner for å gi mening til det som blir sagt, uten at dette er noe som lar seg observere direkte. Ordbruk som viser til konkrete (for eksempel *hus, kvinne, blomst*) ser i tillegg ut til å aktivere forestillingsevnen i større grad enn abstrakte ord (for eksempel *innsats, frihet, helse*) (Paivio, 1965). Dette kan ses i sammenheng med en forståelse av forestillingsevnen som indre visualisering, der konkrete henvisninger er lettere å visualisere enn mer abstrakte henvisninger (Egan, 1992).

2.2.4 Kunnskap som grunnlag

En av forutsetningene for kreativitet er et rikt grunnlag av etablert kunnskap (Boden, 2001). For at nye ideer skal gi mening for tenkeren, er det nødvendig at disse tankene kan kobles til tidligere kunnskap (Weisberg, 1999). Kreative produkter er altså ikke frigjort fra etablert kunnskap, men derimot sterkt avhengig av den (ibid.). Dette underbygges indirekte av flere studier som viser at fordypning innen eget felt er en forutsetning før historisk originalitet trer i kraft (Gardner, 1993; Gruber, 1981). Boden (2001) påpeker at denne sammenhengen mellom kreativitet og kunnskap også gjelder for individuell originalitet. Her forstås individets kunnskap som mer enn tilegnet skolelærdom, den influeres både av kulturen i samfunnet og menneskene rundt individet (ibid.). For å kunne utnytte denne kunnskapen til kreativ tenkning, kreves blant annet motivasjon og tro på egen mestring (Boden, 2001; Weisberg, 1999).

Boden (2001) deler kreativitet inn i tre typer ut fra hvordan tenkeren tar i bruk sin etablerte kunnskap: kombinatorisk, utforskende og transformerende kreativitet. Gjennom den kombinatoriske kreativiteten dannes nye ideer ved å kombinere etablert kunnskap på nye måter. Utforskende og transformerende kreativitet befinner seg på et høyere nivå ved at de krever at tenkeren har tilstrekkelige kunnskaper om spillereglene innen et konseptuelt domene, for eksempel den naturvitenskapelige metoden. Mens den utforskende kreativiteten utfoldes ved å fritt utforske mulighetene innen domenet, går transformerende kreativitet ut på å forandre selve spillereglene innen domenet. (Boden, 2001)

Kombinatorisk kreativitet er avhengig av et bredt spekter av kunnskap, ikke utelukkende faktisk kunnskap (Boden, 2001). Selv om det er nødvendig med kunnskap av naturvitenskapelig karakter i naturfaget, vil også kunnskap fra andre områder styrke det kreative potensialet. I tillegg til et rikt arkiv av etablert kunnskap krever kombinatorisk kreativitet en evne til å gjøre mange ulike typer assosiasjoner (ibid.). DeHaan (2011) trekker også frem slik assosiering som et viktig aspekt ved kreativitet, og kobler samtidig dette til divergerende tenkning.

2.3 Naturvitenskapelig kreativitet

Mange av problemene forskere støter på er ofte åpne, med mulighet for ulike innfallsvinkler til ulike løsninger (DeHaan, 2011). Kreativitet, blant annet i kraft av sin relasjon til divergerende tenkning (Guilford, 1967), kan derfor være et verdifullt redskap innen naturvitenskapelig problemløsning. Ved siden av etablerte prosedyrer og rasjonell tenkning, bruker forskere blant annet inspirasjon, forestillingsevne og analogier for å komme frem til nye ideer og teorier (Kind & Kind, 2007). Det finnes altså ikke én vitenskapelig metode som forskere bruker for å komme frem til ny kunnskap (McComas, 1998). Betrakter man vitenskapens ideer som *skapte* ideer, ikke gitte sannheter, kan de ses på som kreative produkter skapt av vitenskapens aktører (Kind & Kind, 2007).

Naturvitenskapelig kreativitet er i stor grad et sosialt anliggende (Hadzigeorgiou, 2012). Bildet av den isolerte forskeren som gjennom plutselig inspirasjon og innsikt gjør naturvitenskapelige fremskritt helt på egenhånd, er i stor grad en myte, i alle fall i dagens

vitenskapelige klima (ibid.). I de sjeldne tilfellene der fremskritt springer fra enkeltindivider, skjer den naturvitenskapelige kreativiteten innen et sosialt system med gitte kulturelle rammer, en vitenskapelig kontekst og stadig vurdering fra fagfeller. Slik individuell kreativitet kan derfor også oppfattes som delvis sosial (ibid.).

Forestillingsevnen har som nevnt en sentral posisjon i den kreative tenkningen, dette gjelder også i naturvitenskapelig kreativitet. Å ha muligheten til å danne mentale bilder, og på denne måten se for seg ulike muligheter utenom det faktiske eller observerbare, er sentralt for vitenskapen (Hadzigeorgiou, 2012):

For scientists, in their attempt to understand how the world works, visualize unobservable entities (i.e. atoms, electrons, lines of force) and phenomena (i.e. electromagnetic induction, change in intermolecular distance) and also think of possible ways to explain phenomena. They also play with ideas, with different possibilities, through thought experiments, analogies and modelling. (s. 605-606)

Blant andre Einstein er kjent for å bruke visuelle tankeeksperimenter i sine vitenskapelige arbeider. I forbindelse med den spesielle og generelle relativitetsteorien bruker han blant annet ulike forestillinger av et svært raskt tog og hvordan ting vil oppleves for en person om bord i toget og en som observerer systemet utenfra (Einstein, 1920/1993). Andre kjente vitenskapsmenn som er dokumentert å ha benyttet visualisering som en del av sine arbeider er blant andre Newton, Faraday og Bohr (Tucker, 1997). Newton så blant annet for seg lysstråler som bestående av veldig små legemer emittert av lysende objekter (Newton, 1704/1979). Faradays visualiseringer av magneters kraftfelt ble et viktig utgangspunkt for hans arbeid (Tucker, 1997). Bohr tok også utgangspunkt i visualiseringer i sitt arbeid med atomstrukturer, men var bevisst på muligheten for at visuelle representasjoner kunne komme til kort på atomnivå (ibid.).

Kind og Kind (2007) oppsummerer naturvitenskapens relasjon til kreativitet i et perspektiv som er ment som støtte til naturfagundervisning:

- scientific theories are creative products (ideas) made by scientists
- many scientists work on the same problems and new ideas (theories, laws) emerge by common effort
- most science theories develop over a long period in small steps
- some scientists are highly creative and make substantial contributions in their fields, but they always build on other people's ideas

- all scientists must use their imagination when contributing to the development of science.
- scientific theories are created in many different ways. The processes are sometimes highly creative and/or highly logic, rational and/or accidental.
- in science creativity and rationality always work together. Scientific creativity never works without rationality and strict empirical testing. (Kind & Kind, 2007, s. 14)

Dette oppsummerer i grove trekk også hvordan naturvitenskapelig kreativitet forstås i forbindelse med dette prosjektet.

Til slutt i dette delkapittelet skrives det om et perspektiv på naturfagundervisning som er orientert mot elevenes læring, men som også kan ses i sammenheng med kreativitet. Scott, Mortimer og Ametllers (2011) perspektiv på elevers faglige koblinger innen naturfag kan fungere som et utfyllende bidrag i forbindelse med Bodens (2001) kombinatoriske kreativitet. I sammenheng med elevers læring av naturvitenskapelige begreper belyses elevenes koblinger mellom etablert og ny kunnskap i tråd med konstruktivistisk læringsteori (Scott et al., 2011). Slik koblingsaktivitet er blant annet med på å støtte elevenes kunnskapsbygging, og Scott et al. (ibid.) deler denne formen for sammenkobling inn i seks typer: Koblinger mellom hverdagsoppfatninger og naturvitenskapens forklaringer (dette handler blant annet om å se forskjeller og likheter mellom disse to forklaringsmåtene); koblinger mellom ulike naturvitenskapelige forklaringer (å se hvordan disse ideene er vevet sammen med hverandre); koblinger mellom naturvitenskapelige forklaringer og fenomener fra virkeligheten; koblinger mellom ulike representasjonsmåter (å forstå hvordan man kan representere det samme på ulike måter); koblinger mellom ulike forklaringsnivåer (å kunne bevege seg mellom makroskopiske, mikroskopiske og symbolske nivåer); og koblinger gjennom analogi (å bruke mer familiære tilfeller som analogi for å forstå naturvitenskapelige konsepter). Samtidig som disse ulike typene koblinger kan være viktig for læring i naturfaget, kan de også være et viktig grunnlag for kombinatorisk kreativitet i faget.

2.4 Kreativitetsfremmende undervisning

I NACCCEs rapport (1999) skilles det mellom det som kalles *teaching creatively* (kreative undervisningsmetoder) og *teaching for creativity* (kreativitetsfremmende undervisning). Førstnevnte handler om hvilke grep læreren tar for å gjøre undervisningen mer interessant,

spennende og virkningsfull, mens den andre tar for seg hvordan undervisningen kan utvikle elevenes egen kreativitet (ibid.).

Når det gjelder kreativitetsfremmende undervisning legger rapporten vekt på tre hovedområder: *Oppmuntring*: det å styrke elevenes tro på egne kreative evner; *Identifisering*: det å identifisere elevenes kreative evner; *Dyrking*: det å la elevene arbeide kreativt, tilrettelegge for slikt arbeid, og la elevene bli bevisste på sin egen kreativitet (NACCCE, 1999). I forbindelse med kreativitetsfremming legger Jeffrey og Craft (2003) i tillegg vekt på det å styrke elevenes rolle i undervisningen. Dette innebærer at lærer og elever er samarbeidende aktører når det gjelder å gjennomføre aktiviteter og utforskning, stille spørsmål, identifisere problemer og debattere og diskutere ideer (ibid.).

2.4.1 Oppmuntring

NACCCE (1999) skriver at elevenes tro på sitt eget kreative potensiale er noe av det første læreren bør ta tak i for å fremme kreativitet i klasserommet. Ifølge rapporten bør elevene få et bevisst forhold til å se etter ulike muligheter og få selvtillit til å angripe utfordringer på denne måten (ibid.). Man kan si at det er en selvforsterkende sammenheng mellom kreativitet og troen på egen mestring: ved å lykkes som kreative tenkere vil elevene oppleve en styrket tro på seg selv, som igjen vil nøre opp under kreativ tenkning (Joubert, 2001). Nært knyttet til elevenes tro på sitt eget potensiale, finner man egenskaper som villighet til å ta sjanser, pågangsmot og motivasjon (NACCCE, 1999). Sjansetaking innebærer en risiko for å mislykkes. For å få elevene til å ta sjanser, anbefaler NACCCE (1999) at man skaper et trygt læringsmiljø hvor det å gjøre feil er vanlig og akseptabelt. Joubert (2001) peker på at elever bør lære at det finnes flere måter å forstå situasjoner på, og flere måter å løse problemer på. I denne sammenhengen handler pågangsmot om at elevene ikke gir seg etter ett forsøk, uansett om det er vellykket eller ikke, men forsøker flere ulike tilnærminger til et problem (ibid.). Tro på egen mestring kan også påvirke elevenes motivasjon (Bandura, 2010), samtidig kan andre motivasjonsfaktorer som nysgjerrighet eller glede av å tilegne seg kunnskap eller løse problemer virke positivt på elevenes kreative evner (Joubert, 2001). Det advares at læreren bør utnytte ytre motivasjon med varsomhet i sammenheng med kreativt arbeid da det kan ha en negativ effekt på elevens kreativitet (ibid.).

2.4.2 Identifisering

En elevs kreative evner varierer ofte avhengig av hvilket felt eleven opererer innenfor, ifølge NACCCE (1999). En elev som er en kreativ oppgaveløser innen matematikk, kan være mindre kreativ når det kommer til å knytte naturfaglig teori til fenomener fra virkeligheten. NACCCEs rapport (ibid.) anbefaler at læreren bør finne ut hvilke kreative evner elevene besitter, og hjelpe dem med å finne sine kreative styrker. Noen kreative ferdigheter, som problemløsningsstrategier, selvorganisering og divergerende tenkning kan overføres til flere områder enn der hvor de er utviklet (Joubert, 2001).

2.4.3 Å dyrke frem kreativitet

NACCCE (1999) slår videre fast at den beste måten å dyrke frem elevenes kreative potensial på er ved å la elevene være kreative. Man må da sørge for at det blir gitt nok tid slik at elevenes ideer får utviklet seg (Craft, 2005). I denne prosessen bør elevene, ifølge Joubert (2001), oppfordres til å innovere fremfor å imitere, og elever som tør å gjøre ting annerledes på en hensiktsmessig måte bør løftes frem, skriver Craft (2005). The Qualifications and Curriculum Authority (QCA, 2004) foreslår at læreren bør hjelpe elevene med å se verdien av ulike kvaliteter blant deres arbeider, og få dem til å verdsette andre enn egne måter å arbeide på.

Ved å legge til rette for utforskende aktiviteter, som i utforskende naturfagundervisning, kan læreren gi elevene mulighet til å tenke kreativt (NACCCE, 1999). I forbindelse med slike aktiviteter bør elevene alltid ha et mål med arbeidet, ifølge NACCCE (ibid.). På denne måten kan det kreative arbeidet få en verdi gjennom målrettethet. Det kan være en fordel om disse aktivitetene ligger på et nivå som er tilpasset elevene, både med tanke på deres kunnskap og deres kreative ferdigheter (ibid.). Ifølge Craft (2005) innebærer dette at noen emner bør gjennomgås i dybden dersom de skal tilknyttes kreativt arbeid, slik at elevenes kunnskap utvikles utover deres egne erfaringer og observasjoner. Bodens (2001) artikkel om kunnskap og kreativitet støtter opp under dette.

Både i Vygotskijs tekst *Imagination and Creativity in Childhood* (1930/2004) og NACCCEs (1999) definisjon av kreativitet har forestillingsevnen en sentral rolle i kreativ tenkning. Kreativitetsfremmende undervisning innebærer å lære elevene å se verdien av deres forestillingsevner (ibid.). Barnas forestillingsevner kan stimuleres gjennom lek, både vanlig

lek og mental lek (Joubert, 2001; NACCCE, 1999). Lek som innebærer at man forestiller seg, utforsker og utvikler ideer eller muligheter, som man deretter evaluerer kritisk eller tester, kan være med på å dyrke frem elevenes kreativitet (NACCCE, 1999).

Hva slags type spørsmål læreren stiller kan også ha betydning for kreativiteten i klasserommet (NACCCE, 1999). Lukkede spørsmål har én allment akseptert løsning, mens åpne spørsmål kan ha flere (ibid.). Siden åpne spørsmål åpner opp for flere muligheter og dermed divergerende tenkning, kan de føre til større grad av kreativ aktivitet blant elevene. Det er ikke dermed sagt at lukkede spørsmål ikke muliggjør kreativ tenkning, men det pekes på en tendens der aktiviteter i klasserommet i stor grad styres av lukkede spørsmål tilpasset lineære prosesser og logisk resonering (ibid.). Spørsmål av typen “Hva om...?”, “Hvorfor er det sånn at...?” eller “Hvordan kan du...?” kan hjelpe elevene med å se ting fra nye sider, og kan skape nye ideer (QCA, 2004).

Siden naturvitenskapelig kreativitet fremheves som sosial kreativitet, vil det være ønskelig at læreren også legger vekt på dette aspektet i naturfagundervisningen (Hadzigeorgiou, 2012). QCA (2004) skriver at elevene bør oppfordres til å dele ideer og snakke om hvordan de går frem. I denne sammenheng kan det være nyttig at læreren veileder elevene i hvordan de skal gi og motta tilbakemeldinger (ibid.). Samtidig som at elevene skal føle at det greit å gjøre ting på ulike måter, bør de også være klar over at det er akseptabelt å endre kurs dersom de ser at andre har ideer de heller vil følge (ibid.).

Summen av læreren og elevenes handlinger over tid kan sies å forme læringsmiljøet. Læringsmiljøet danner et bakteppe for det læreren gjør og sier i timene, samtidig som det påvirkes av disse handlingene. Kjennetegn ved kreative læringsmiljøer, ifølge Craft (2005), er at de involverte

- føler seg utfordret gjennom mål, handlinger og oppgaver;
 - føler seg i stand til å ta initiativ og finne relevant informasjon;
 - føler seg i stand til å samhandle med andre;
 - føler at nye ideer møtes med støtte og oppmuntring;
 - føler seg i stand til å komme med nye ideer og synspunkter;
 - opplever mye diskusjon i et åpent og prestisjefritt miljø;
 - føler at usikkerhet er akseptabelt, og at det derfor oppfordres til å ta sjanser.
- (Craft, 2005, s. 48, (min oversettelse))

2.4.4 Styrking av elevenes rolle

Jeffrey og Craft (2003, i Craft, 2005) trekker frem flere måter læreren kan løfte frem elevenes rolle i undervisningen for å styrke elevenes kreativitet. Det bør åpnes opp for at elevene kan påvirke undervisningen, særlig dersom elevbidragene er av nytenkende karakter (ibid.). En større grad av eierforhold til det som skjer i klasserommet kan gi aktivitetene mer personlig relevans, noe som kan øke de lærendes motivasjon (Deci & Ryan, 2010). Elevene bør også oppmuntres til å stille spørsmål, og selv trekke frem problemer og tematikk, slik at de kan få mulighet til å diskutere rundt egne tanker (Craft, 2005). Manglende frihetsgrader i utforskende arbeidsmåter i naturfag kan svekke elevenes rolle og selvstendighet i problemløsningsprosessen, og kan begrense den typen kreativitet man kan finne i autentisk naturvitenskapelig arbeid (Kind & Kind, 2007).

Dersom læreren lykkes i å gjøre elevene til mer selvstendige tenkere, kan de få mer kontroll over sin egen kreative aktivitet (NACCCE, 1999). Dette kan oppnås ved å trene opp elevene i metakognisjon og det å reflektere over egne prestasjoner og fremgang (ibid.). QCA (2004) bemerker at i den forbindelse bør elevene få hjelp til å utvikle kriterier som de kan vurdere sine egne prestasjoner opp mot, særlig med tanke på originalitet og verdi. Slik kan elevenes evner til selv-overvåking, selv-vurdering og selv-styring styrkes. Siden slik autonomi blant elever krever en viss modenhet, er det ikke før på høyere årstrinn at dette kan forventes, hevder NACCCE (1999).

2.4.5 Kreative undervisningsmetoder

Selv om kreative undervisningsmetoder kan virke kreativitetsfremmende, behøver det ikke alltid å være tilfellet (Craft, 2005). Undervisningen har likevel større sannsynlighet for å være kreativitetsfremmende dersom den foregår i en kontekst med kreative metoder (ibid.). Blant annet kan lærerens uttrykte kreativitet virke modellerende og inspirere elevene selv til å være kreative (ibid.). Fra lærerens side kan dette komme til uttrykk gjennom en rekke måter å undervise på, for eksempel gjennom praktisk eksperimentering og problemløsning, rollespill og dans, visuelle innholdsprodukter som diagrammer eller tegneserier, diskusjon i små grupper eller samarbeid (QCA, 2004).

2.4.6 ‘Killing creativity’

Hennessey og Amabile (1987) kommer i sine studier frem til fem måter elevenes kreativitet kan svekkes på. De som kan forventes å yte mindre kreativt enn andre, er barn som arbeider for en forventet belønning; barn i konkurransesituasjoner; barn som arbeider med en forventet vurdering i bakhodet; barn som overvåkes og barn med begrensede valgmuligheter. Ut fra dette kan man gå ut fra at en lærer kan tilrettelegge for kreativitet ved å unngå de ovenfor nevnte situasjonene.

2.5 Utforskende naturfagundervisning

Utforskende naturfagundervisning (*inquiry based science teaching*) bygger på arbeidsmåter hvor elevene arbeider med naturfaglig orienterte spørsmål, blant annet gjennom å stille spørsmål og utvikle svar og teste forklaringer ut fra ulike bevismidler (Kolstø & Knain, 2011). Bevismidler kan være egne kunnskaper, erfaringer og data, andres data eller kunnskap og/eller autoritative kilder (ibid.). I Kunnskapsløftet (Kunnskapsdepartementet, 2013) ivaretas utforskende arbeidsmåter i naturfag gjennom hovedområdet “Forskerspiren”. Forskerspire-målene tar sikte på å utvikle elevenes forståelse av hvordan naturvitenskapelig kunnskap bygges og etableres, ved å la elevene få erfaring med “utvikling av hypoteser, eksperimentering, systematiske observasjoner, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling” (Kunnskapsdepartementet, 2013, s. 3). Læreplanen kommer også inn på utforskende naturfagundervisning i sin generelle del (Kunnskapsdepartementet, 2011). Her fremheves kunnskap om, og erfaring med den vitenskapelige arbeidsmåten som viktig for elevenes dannelse som skapende individer. Dette krever trening av tre egenskaper som sammenfaller med den allerede etablerte forståelsen av utforskende arbeidsmåter i naturfag:

- evnen til undring og å stille nye spørsmål,
- evnen til å finne mulige forklaringer på det en har observert, og
- evnen til gjennom kildegranskning, eksperiment eller observasjon å kontrollere om forklaringene holder (Kunnskapsdepartementet, 2011, s. 7).

National Research Council (NRC, 2000, s. 25) beskriver kjernen i utforskende arbeidsmåter i naturfagundervisningen med fem punkter:

- Elevene arbeider med naturfaglig orienterte spørsmål
 - Elevene er opptatt av å bruke ulike bevismidler til å utvikle og teste forklaringer på naturfaglig orienterte spørsmål
 - Elever arbeider med å lage forklaringer basert på ulike bevismidler
 - Elevene vurderer data og informasjon opp mot alternative forklaringer, særlig slike som peker mot naturfaglige forklaringer
 - Elevene kommuniserer og underbygger sine foreslåtte forklaringer
- (oversettelse: Kolstø & Knain, 2011, s. 18-19)

Denne forståelsen av utforskende arbeidsmåter åpner opp for å løse problemer på ulike måter, og elevene kan komme frem til ulike forklaringer som må vurderes opp mot data og informasjon. Dette gjør at man kan trekke paralleller mellom kreativiteten i utforskende naturfagundervisning og autentisk naturvitenskapelig kreativitet (Kind & Kind, 2007). Kind og Kind (2007) påpeker at en slik sammenligning hovedsakelig er en idealisering: elevenes kreativitet får sjelden mulighet til å blomstre i denne typen undervisning fordi det ofte legges sterke føringer på elevenes utforskning i form av oppskrifter, begrenset tilgang til utstyr eller veiledning mot en bestemt fremgangsmåte for å oppnå et ønsket resultat. Innenfor hvert av NRCs (2000) punkter kan man vurdere hvor styrt elevenes aktivitet er av læreren eller lærematerialet.

Utforskende arbeidsmåter i naturfag kan ofte innebære praktisk arbeid i forbindelse med datainnsamling. Sjøberg (2009) poengterer at slikt arbeid egner seg best til å lære eksperimentelle metoder, sikkerhetsrutiner og praktiske ferdigheter, mens det er mindre egnet for tilegning av vitenskapens begreper og teorier. Haug og Ødegaard (2014) viser til resultater som tyder på at elever utvikler forståelse av naturfaglig innhold gjennom muntlig aktivitet under utforskende arbeidsmåter. Elever kan utvikle dypere forståelse av naturfaglige begreper ved å diskutere sine funn og ideer med hverandre (ibid.).

3 Metode

Oppgavens metodedel er todelt. I første del gjøres det rede for valg av metode, aspekter knyttet til reliabilitet og validitet, samt etiske betraktninger knyttet til arbeidet. I andre del kan man lese om gjennomføringen av studien, konteksten rundt datamaterialet og vurderinger i forbindelse med utvalg av case.

3.1 Metodikk

3.1.1 Valg av metode

Blant annet fordi problemstillingene går inn på et område som er vanskelig å observere direkte, og dermed vanskelig å kvantifisere, er det valgt en kvalitativ tilnærming til datamaterialet. Kvalitativ forskning egner seg til å oppnå forståelse av sosiale fenomener, noe som gjør at fortolkning står sentralt i slik forskning (Thagaard, 2009). Thagaard (ibid.) påpeker også at kvalitative metoder egner seg til å utforske temaer det er gjort lite forskning på fra før, noe som gjelder for klasseromsstudier vinklet mot kreativitet. Studien tar utgangspunkt i eksisterende audiovisuelle opptak, derfor vil videoanalyse vil benyttes som kvalitativ fremgangsmåte. Arbeidet med datamaterialet har også båret preg av en eksplorerende tilnærming, der deler av veien har blitt til mens man har gått. I forbindelse med denne studien var det usikkert hvordan kreativitet og tilrettelegging for kreativitet skulle forstås i klasserommet, og arbeidet fikk etter hvert en innfallsvinkel hvor denne problematikken ble en del av fokuset. Et ønske om å knytte kartleggingen av kreativitet til utforskende arbeidsmåter i naturfag, førte frem til at prosjektets utgangspunkt ble en enkelt casestudie. Bakgrunnen for valgene i forbindelse med dette finner man i del 3.2.

Det er valgt å utforske datamaterialet gjennom en abduktiv tilnærming. Abduksjon kan ses på som en mellomting mellom en induktiv og en deduktiv tilnærming (Alvesson & Sköldberg, 1994). Induksjon tar utgangspunkt i empiri og prøver å si noe allment ut fra dette, mens deduksjon tar utgangspunkt i teori og forsøker å si noe om hvordan denne stemmer med empirien (ibid.). Abduksjon innebærer altså en veksling mellom å gå ut fra empiri og teori. En slik tilnærming er valgt fordi problemstillingene blant annet søker å utforske hvordan

empirien kan gi grunnlag for et analytisk rammeverk, samtidig som det er et ønske at rammeverket skal være fundert i teori.

3.1.2 Videoanalyse og gjenbruk av data

Videoanalyse har både styrker og svakheter i lys av oppgavens forskningsspørsmål. På den ene siden egner video seg som hjelpemiddel for å kartlegge de kreativitetsfremmende *handlingene* læreren gjør i klasserommet. Prosjektet ønsker ikke å avdekke hvordan læreren *mener* hun tilrettelegger for kreativitet, eller hvordan elevene *erfarer* at læreren tilrettelegger for kreativitet. For å avdekke hva som faktisk *skjer* i klasserommet, er observasjon en foretrukket metode da man unngår subjektive data fra deltakerne, som ofte vil gi et ufullstendig eller fordreid bilde av hendelser (Haw & Hadfield, 2011; Heath, Hindmarsh, & Luff, 2010). Samtidig bør man være bevisst på at observasjon ikke gir et fullstendig bilde av virkeligheten, da deltakernes tanker og erfaringer, og det som skjer utenfor observatørens rekkevidde, ikke fanges opp. Videoobservasjon kan derfor komme til kort dersom man ønsker et innblikk i de indre kreative prosessene som kan ligge bak elevenes bidrag i klasserommet. Det videomaterialet *kan* si noe om er hvordan elevenes kreativitet kommer til uttrykk, men også her møter man på utfordringer, noe som tas opp i oppgavens resultat- og diskusjonsdel.

Gjenbruk av data fører med seg noen utfordringer som bør tas hensyn til. At man ikke har vært til stede under datainnsamlingen kan føre til at man overser viktig kontekst som kan ha betydning for resultatene (Andersson & Sørvik, 2013). I sammenheng med *Forskerføtter og leserøtter*-prosjektet begrenses dette til en viss grad ved at det som skjer i klasserommet fanges fra fire ulike kameravinkler. Datagjenbruk begrenser i tillegg forskningsdesignets fleksibilitet. For eksempel er det problematisk å gjennomføre intervjuer med deltagerne om bestemte, observerte forhold, både på grunn av at deltagerne er utilgjengelige, og på grunn av at distansen i tid kan gjøre det vanskelig for et eventuelt intervjuobjekt å gjøre rede for det som er observert.

3.1.3 Reliabilitet og validitet

Reliabilitet og validitet befatter seg med forskningens troverdighet. Reliabilitet handler om forskning er gjort på en pålitelig og tillitsvekkende måte (Thagaard, 2009). Dette innebærer blant annet at man som forsker må gjøre rede for valgene som er tatt underveis, både ved innsamling og analyse av data (ibid.). For å styrke reliabiliteten i denne studien er det derfor forsøkt å gjøre forskningsprosessen så gjennomiktig som mulig.

Sammen med deskriptiv validitet kan fortolkningsvaliditet sies å dekke studiens interne validitet, altså hvorvidt forklaringene som presenteres faktisk støttes av datamaterialet (Cohen, Manion, Morrison, & Bell, 2011). *Deskriptiv validitet* handler om nøyaktigheten av forskernes gjengivelser (Maxwell, 1992). Siden denne studien tar utgangspunkt i videoopptak fra ulike perspektiver, er det mindre sannsynlighet for at man går glipp av informasjon da man kan gå tilbake i opptakene eller se på situasjoner fra flere vinkel. Transkripsjonen av datamaterialet forsøker å gjengi så nøyaktig som mulig det som blir sagt i klasserommet. Når det gjelder non-verbale handlinger, fanger videokameraene opp mye mer enn det som er beskrevet i transkripsjonen. Det er valgt å begrense non-verbale beskrivelser til tydelige og meningsbærende lærer- og elevhandlinger, da det antas at mindre fremtredende atferd har mindre relevans i forhold til forskningsspørsmålene. *Fortolkningsvaliditet* handler om gyldigheten ved forskernes tolkninger rundt hva det som skjer betyr for de som observeres (Maxwell, 1992). Siden forskningsspørsmålene går ut over det rent deskriptive og søker å si noe om kreativitet, som i til en viss grad er en kognitiv prosess (NACCCE, 1999), representerer analysen fortolkninger av det som studeres. For å styrke validiteten er det forsøkt å tydeliggjøre tankegangen bak tolkningene gjennom å trekke på både empiri og teori i analysen. I tillegg er ulike tolkninger diskutert i samråd med oppgavens veileder, som ytterligere kan sies å styrke validiteten (Thagaard, 2009).

I og med at forskningen tar utgangspunkt i en kvalitativ casestudie, er det begrenset hvor mye resultatene kan generaliseres. Overførbarhet eller ytre validitet handler om i hvor stor grad tolkninger innenfor en bestemt kontekst kan sies å være gjeldende i andre sammenhenger (Thagaard, 2009). Dette prosjektet oppsummerer resultatdelen i form av et analytisk rammeverk. Rammeverket kan kun ses på som et *forslag* til innfallsvinkel på fremtidige prosjekter – sannsynligvis vil andre utforskende aktiviteter i naturfag også ha andre dimensjoner og kategorier enn de som er utviklet i denne studien. Man kan anta at jo flere

likhetstrekk en observert undervisningssituasjon har tilfelles med økta som ligger til grunn for denne oppgaven, jo i større grad kan resultatene tenkes å være overlappende.

3.1.4 Etiske hensyn

Prosjektet benytter som nevnt videoopptak samlet inn i forbindelse med *Forskerføtter og leserøtter*-prosjektet. Videoopptakene er godkjent av Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD), og det er innhentet godkjennelse fra alle deltagerne (Haug, 2014).

Deltagerne er informert om at opptakene kan bli brukt i fremtidige studier tilknyttet *Forskerføtter og leserøtter*-prosjektet (ibid.). Under arbeidet med prosjektet har tilgangen til datamaterialet vært gjennom en sikret server, kun tilgjengelig fra instituttets videolab.

Deltagernes anonymitet er ivaretatt gjennom hele oppgaven. Navn på lærer og elever som er brukt i transkripsjonen, er ikke deltagerens virkelige navn. Det kommer heller ikke frem i studien hvilken skole datainnsamlingen er gjort på.

3.2 Utgangspunkt og gjennomføring

3.2.1 Utgangspunkt og valg av klasse

Denne oppgaven bygger på arbeid gjort i forbindelse med forskningsprosjektet *Forskerføtter og leserøtter* (Ødegaard, Haug, Mork, & Sørvik, 2014). Prosjektet utforsker samspillet mellom utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter i naturfagundervisning, med utgangspunkt i det som skjer i klasserom på barneskolen. Motivasjonen bak forskningen springer ut fra innføringen av *Kunnskapsløftet* (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013) og forandringene knyttet til Forskerspire-målene i naturfaget og den tverrfaglige vektleggingen av grunnleggende ferdigheter. I forbindelse med prosjektet er det utviklet en undervisningsmodell for utforskende naturfagundervisning som springer ut fra undervisningsprogrammet *Seeds of Science/Roots of Reading* (Barber, 2009). Modellen vektlegger systematisk veksling mellom å lære bort gjennom lesing, skriving, snakking og gjøring, samt fokus på metakognisjon, modellering av læringsstrategier og vurdering for læring. Modellen er grunnlaget for et kurs gjennomført for naturfaglærere i grunnskolen, hvor forskjellig undervisningsmateriale er prøvd ut og tilpasset av lærerne. Seks av kursdeltagerne har latt forskerne dokumentere gjennomføringen i sine klasserom. Datamaterialet er samlet

inn i form av video- og lydopptak fra klasserommene, samtidig som forskere er til stede som observatører. Elevenes skriftlige arbeider er også tatt vare på og gjort tilgjengelig digitalt. (Ødegaard et al., 2014)

For å kunne gå i dybden i ett læringsmiljø, er det valgt å ta utgangspunkt i kun én av de seks klassene i dette arbeidet. Det er særlig tre kriterier som er tatt hensyn til i utvelgingsprosessen: alder på elevene, datamengde og andel av diskusjonsaktivitet i datamaterialet. Det er et ønske at elevene skal ha blitt undervist i naturfag i noen år, slik at et visst naturfaglig grunnlag for eventuell kreativ utfoldelse er på plass. For å øke sjansen for å finne interessante sekvenser i videomaterialet, er det ønskelig at datamengden skal være så stor som mulig. Det er også et ønske å studere kreativitet i forbindelse med utvikling og bruk av naturfagets begreper og teorier, altså naturvitenskapens *produkter*, fremfor kreativitet i forbindelse med naturvitenskapens *prosesser* (blant annet datainnsamling og eksperimentelle metoder). Derfor er fokuset rettet mot diskusjonsfasen i utforskende arbeid, siden slik aktivitet kan gi elevene en dypere forståelse av naturfagets produkter (Haug & Ødegaard, 2014; Sjøberg, 2009). Ut fra analysene foretatt i *Forskerføtter og leserøtter*-prosjektet (Ødegaard et al., 2014) er det mulig å se hvor stor andel av undervisningen i hver av klassene som går med til forberedelser, arbeid med data, diskusjon og kommunikasjon av resultater.

Ut fra disse kriteriene falt valget på en 4.-klasse, hvor det er gjort over 400 minutter videoopptak, og hvor over 30 % av den utforskende undervisningen er viet diskusjon, ifølge det eksisterende prosjektets analyse (Ødegaard et al., 2014).

3.2.2 Kontekst

Den observerte klassen består av 24 elever mellom ni og ti år (Ødegaard et al., 2014). Undervisningen foregår i elevenes faste klasserom. Rommet er romslig og har en samlingsplass med benker foran tavla. Elevene sitter fordelt på seks gruppebord á fire elever. Læreren har undervist i mellom 11 til 15 år, hun har under 30 studiepoeng i naturfaglige emner (ibid.). Temaet klassen arbeidet med under observasjonsperioden er en introduksjon til utforskningstemaet "Fordøyelsen er et system". Undervisningen tar utgangspunkt i et av undervisningsoppleggene fra *Seeds of Science/Roots of Reading* (Barber, 2009), og er oversatt av læreren i forbindelse med *Forskerføtter og leserøtter*-prosjektet. I tillegg er det

gjort enkelte tilpasninger og utvidelser. I instruksene til det ti økter lange opplegget står det blant annet konkrete forslag til hva læreren skal si og gjøre i ulike situasjoner:

2. Introduce procedure.

Tell the students that scientists discuss their investigations and ideas with one another in a very specific way. They listen to one another, ask questions, present evidence, and argue respectfully about explanations. Say, '*Scientists have special ways of discussing their ideas with one another, especially when they disagree. They always use evidence to support their claims.*' (Barber, 2009, s. 78)

En del av innholdet er med andre ord nøye planlagt i utgangspunktet, og nødvendigvis ikke av læreren selv.

Klassen har allerede begynt arbeidet med temaet før observasjonsarbeidet er startet, og begynner på den fjerde økta i undervisningsopplegget første observasjonsdag. Frem til da har de andre øktene fokusert på ulike typer systemer. I de fire dagene som ble dokumentert fordypet elevene seg videre i begrepene *form*, *funksjon* og *system*. Observasjonsperioden domineres av arbeid knyttet til ballsorteringssystemer, med fokus på form og funksjon til systemenes ulike deler. Aktivitetene innebærer blant annet praktisk konstruksjon av et ballsorteringssystem ut fra bestemte deler, presentasjon av disse produktene, tegning av arbeidstegninger og diskusjon knyttet til dette (observasjonsdag 1 og 2). Til tredje observasjonsdag har elevene som hjemmeoppgave å gruppevis lage en arbeidstegning av et ballsorteringssystem som kan brukes til å sortere basketballer, fotballer, håndballer og tennisballer. Elevenes arbeider blir presentert i timen. Den siste observasjonsdagen lager elevene begrepskart til begrepet *system*, for så å arbeide med argumenter for og imot om et papirark kan regnes som et system.

Videomaterialet fra klasserommet er samlet inn gjennom fire videokameraer: ett kamera fastmontert over tavla som filmer hele klasserommet, ett manuelt operert kamera plassert bak i klasserommet som følger læreren, og to hodekameraer plassert på to elever. Førstnevnte kamera fanger opp klasseromslyden fra sin posisjon oppe ved tavla, mens kameraet som følger læreren har sin mikrofon plassert på brystet til læreren, slik at det fanger opp samtaler mellom lærer og elever når læreren går rundt i klasserommet. Hodekameraene er utstyrt med egne mikrofoner. I tillegg er det plassert separate lydopptakere på gruppebordene hvor elever med hodekamera sitter. (Ødegaard et al., 2014)

3.2.3 Valg av undervisningssekvens

Til sammen er det gjort opptak på fire dager, hvor hver dag inneholder en dobbelttime naturfag. Som en inngang til dataene er deler av videomaterialet sett gjennom, slik at det er etablert en oversikt over de ulike aktivitetene i alle timene, enten gjennom helklasse-kameraet eller lærer-kameraet. Som støtte til dette oversiktsarbeidet er det brukt koding fra det eksisterende prosjektet (Ødegaard et al., 2014). Disse kodene dekker både hvilken type aktivitet elevene gjør til en hver tid (muntlige aktiviteter, leseaktiviteter, skriveaktiviteter eller praktiske aktiviteter) og hvilken fase elevene er i, i den naturfaglige utforskningen (fase med fokus på forberedelse, data, diskusjon eller kommunikasjon) (Ødegaard, Mork, Haug, & Sørvik, 2012). Til hver av disse finner man mer spesifikke underkoder. Diskusjonsfasen er delt inn i fire typer diskusjon: situasjoner hvor elever (og eventuelt lærer) diskuterer ulike tolkninger og ideer; trekker slutninger; diskuterer implikasjoner; eller kobler teori og praksis (Ødegaard et al., 2012). Den eksisterende kodingen er gjort i programmet Interact (versjon 14.0, 2015). Tidslinjer for hver dobbelttime med de nevnte diskusjonskodene, samt koder for muntlig aktivitet, er brukt som utgangspunkt for analysen på et tidlig stadium.

Den første gjennomgangen av materialet ga en oversikt over hvilke aktiviteter undervisningen besto av, samt en følelse av hva som kunne være interessant å studere videre. Ut fra ønsket om å fokusere på klasseromssituasjoner med diskusjon, ble det valgt tre sekvenser som det ble arbeidet videre med. En annen forutsetning for at disse sekvensene ble valgt, var at de inneholdt aktivitet med spørsmål eller oppgaver som kunne åpne for divergerende tenkning. Samtidig representerte de tre sekvensene ulike former for diskusjon: helklassediskusjon, styrt av lærer; elevpresentasjoner med tilhørende diskusjon, styrt av elever; og gruppearbeid, elevstyrt, men med innspill og spørsmål fra lærer. Siden prosjektets problemstilling retter fokuset mot utforskende naturfagundervisning, var det ønskelig at sekvensene som skulle studeres hadde arbeidsmåter som falt inn under NRCs (2000) definisjon av slik undervisning.

Den første sekvensen som ble valgt å studere nærmere var på slutten av den første observasjonsdagen. Lærer og elever har snakket om hvilken form og funksjon de ulike delene i elevenes håndfaste ballsorteringssystem har (slange, pumpe, filter), diskusjonen kommer så inn på om det finnes andre steder med filter og andre steder med pumper. Her skjer dialogen i plenum og er styrt av læreren. Denne sekvensen ble valgt fordi her kan det se ut til at læreren

tilrettelegger for kreativitet ved å gi elevene mulighet til å assosiere erfaringene med filter og pumpe fra undervisningen til kunnskap og erfaringer fra andre områder.

Den andre sekvensen er i forbindelse med elevenes presentasjoner av arbeidstegningene de har laget av et system som kan sortere sportsballer. Her skjer dialogen i plenum og er i stor grad styrt av elevene selv, der gruppen som presenterer styrer ordet. Denne sekvensen vekket interesse fordi enkelte av elevenes produkter bærer preg av å være originale løsninger på et konkret problem, samtidig kan store deler av dialogen mellom elevene oppfattes som en form for videreutvikling av ideene som legges frem.

Den tredje sekvensen er i forbindelse med en oppgave der elevene skal finne argumenter for og imot at et papirark er et system. Elevene arbeider først individuelt, og diskuterer deretter i grupper. Læreren går rundt og hjelper elevene og hører hva de ulike gruppene har kommet frem til. Det ble valgt å studere denne sekvensen videre fordi den ser ut til å bygge på problemløsning der elevene har mye frihet med tanke på hvordan de kommer frem til sine svar og hvilke svar de kommer frem til.

Det ble til slutt valgt å fokusere studien mot den sistnevnte sekvensen, siden aktivitetene i de to andre i større grad er teknologiorienterte. Aktiviteten med papirarket handler mer om å *forstå* verden enn å løse praktiske problemer (Sjøberg, 2009). Samtidig er denne sekvensen lenger ute i elevenes undervisningsrekke, noe som gjør det rimelig å anta at elevene har med seg mer kunnskap inn i aktiviteten i forhold til de to andre aktivitetene som kommer tidligere i undervisningsrekken. Oppgaven kan også sies å samsvare godt med definisjonen av utforskende arbeidsmåter i naturfag (NRC, 2000). Selve oppgaveformuleringen legger vekt på at elevene skal bruke bevis for å utvikle forklaringene sine. Elevene orienteres mot alternative forklaringer ved at aktiviteten oppfordrer til at hver enkelt finner argumenter både for og imot påstanden, og mot slutten av aktiviteten får elevene anledning til å kommunisere sine forklaringer, gruppevis og i plenum.

Det er valgt å omtale denne utvelgelsesprosessen i oppgaven da den er et resultat av fordypning i datamaterialet. En del kodearbeid ble gjennomført på alle tre sekvensene før valget falt på den ene. På så måte kan man gå ut fra at alle tre sekvensene til en viss grad har påvirket forståelsen av kreativitet i naturfagundervisningen i denne studien. Oppgaven holder seg likevel til funnene knyttet til sekvensen hvor elevene utforsker papirark.

3.2.4 Arbeidet med materialet

I forbindelse med observasjonen av videoopptakene ble sekvensene transkribert i programmet Inqscribe (versjon 2.2.3, 2015). I transkripsjonen er det lagt vekt på hva lærer og elever sier, men også kroppsspråk og bruk av ulike hjelpemidler er tatt med der dette har blitt brukt som en del av undervisningen. Under gruppearbeid er også lærerens bevegelser mellom gruppene tatt med. En fullstendig transkripsjon av økta hvor elevene utforsker papirark finner man som vedlegg til oppgaven (Vedlegg 1). Transkripsjonen ble utgangspunktet for det videre kode- og analysearbeidet som ble gjennomført i programmet NVivo (versjon 10.2.0, 2014). Dette arbeidet ble gjort i to omganger, én for forskningsspørsmålet knyttet til hvordan elevenes kreativitet kommer til uttrykk i klasserommet, og én for forskningsspørsmålet knyttet til lærerens kreativitetsfremmende undervisning. Denne todeling reflekteres i inndelingen av oppgavens resultatdel.

Gjennomføringen av kodingen hadde en eksplorerende karakter hvor dataene ledet til koder som kunne ses i sammenheng med enkelte deler av relevant teori. Utforskning av denne teorien ledet i enkelte tilfeller til et endret perspektiv på datamaterialet, noe som bidro til utviklingen av andre koder eller ny organisering av eksisterende koder. Etter hvert ble det mulig å organisere kodene i det som er kalt *dimensjoner* og *kategorier*. Her representerer *dimensjonene* teoribaserte utgangspunkt for koder, mens *kategorier* i større grad er basert på koder som springer ut fra datamaterialet. I resultatkapittelet presenteres kodeskjemaer for disse dimensjonene og kategoriene, samt funnene som har ledet frem til disse.

4 Resultater

Først presenteres resultatene knyttet til hvordan elevenes kreativitet kommer til uttrykk i klasserommet, deretter presenteres resultatene knyttet til hvordan læreren tilrettelegger for kreativitet i undervisningen. Ved å legge frem resultatene i denne rekkefølgen, kan leseren få en bedre forståelse av hvordan kreativitetsbegrepet forstås i sammenheng med datamaterialet.

Dimensjonene og kategoriene som er utviklet i forbindelse med prosjektet, springer i stor grad ut fra dataene, og vil ses på som en del av prosjektets resultater. Samtidig vil den observerte undervisningsøkta ses i lys av disse funnene – transkriberte eksempler vil trekkes frem og gjøres rede for. Bakenforliggende valg i forbindelse med definering av kategoriene vil diskuteres opp mot teori, kontekst og datamateriale der det ses hensiktsmessig. En videre diskusjon, der teori og observerte forhold ses i sammenheng, vil dekkes i oppgavens diskusjonsdel (5).

I sammenheng med flere av kategoriene presenteres sitater fra det transkriberte datamaterialet. I disse tilfellene er sitatene markert med innrykk, samt nummerering som forteller hvor i transkripsjonen sitatet er hentet fra. I tilfeller hvor én situasjon eksemplifiserer flere ulike funn, kan enkelte sitater gå igjen flere ganger i teksten. Aktørene i sitatene er uthevet med fet skrift og begrenser seg til Lærer og Elev, eller Elev A, Elev B, Elev C der sitatet viser til situasjoner med flere elever. Hvem som betegnes som Elev A, B eller C avgjøres for enkelhets skyld av rekkefølgen elevene ytrer seg i, noe som innebærer at én elev kan opptre med ulike betegnelser i ulike sitater.

4.1 Uttrykk for kreativitet

Her vil det gjøres rede for resultatene knyttet til hvordan elevenes kreativitet kommer til uttrykk i undervisningen. Disse resultatene er ikke ment å dekke alle tilfellene som viser tegn til kreativitet blant elevene, men er ment å vise hvordan ulike sider ved kreativitet i utforskende naturfagundervisning kan forstås og hvilke utfordringer man kan støte på i denne sammenheng. Det vil også bli gitt eksempler på dette fra datamaterialet. Aspektene ved

kreativitet som ligger til grunn for dette arbeidet er originalitet, verdi, forestillingsevne og kombinasjon av etablert kunnskap (Boden, 2001; NACCCE, 1999; Vygotskij, 1930/2004). Dette er et valg gjort med utgangspunkt i teorien knyttet til det generelle kreativitets-begrepet (2.2). Hver av disse aspektene vil bli gjort rede for videre i teksten.

4.1.1 Originalitet

Siden originalitet er et sentralt aspekt ved kreativitet (Runco & Jaeger, 2012), er det ønskelig å kunne si noe om originaliteten i elevenes bidrag ut fra datamaterialet. Sannsynligheten for historisk originalitet i en slik kontekst er så liten at denne typen originalitet utelukkes i det videre arbeidet. Det er den individuelle og relative originaliteten som det er ønskelig å studere nærmere.

Individuell originalitet avhenger av en elevs tidligere tanker og handlinger, og hvordan elevens prestasjoner avviker fra disse (NACCCE, 1999). Gjennom klasseromdiskursen kommer det nødvendigvis ikke tydelig frem hva som er en allerede tenkt tanke og hva som er en ny forståelse eller idé. Observasjon alene kan derfor komme til kort når det gjelder å avdekke individuell originalitet. På en annen side er det slik at i en undervisningssetting kan elevene møte problemstillinger de sannsynligvis aldri har tenkt på før. Om et papirark er et system eller ikke, er det nok få tiåringer som funderer over på eget initiativ. Når elevene gir seg i kast med slik utforskning må de bruke sin etablerte kunnskap i en ny kontekst, de må kombinere etablert kunnskap på nye måter. Ut fra en slik forståelse kan man oppfatte at det å utforske et papirark som system, og finne argumenter både for og imot, i stor grad er preget av individuell originalitet for disse elevene. Elevenes mangel på erfaring med denne type tenkning bekreftes indirekte ved at flere av elevene i begynnelsen av arbeidet er usikre på hvordan de skal gå frem og stiller læreren spørsmål om dette:

81 **Lærer:** Hva er det dere ikke skjønner?

Elev: Vi liksom, når det først er et system, så kan vi liksom ikke beskrive hvorfor det ikke er et system.

Lærer: Ja, det er flere som strever med det, jeg skal si noe om det.

Relativ originalitet kan observeres ved å sammenligne ulike elevbidrag som tar utgangspunkt i en felles oppgave (NACCCE, 1999). Dersom enkelte bidrag skiller seg ut innad i klassen, kan disse regnes som relativt originale. Siden det viser seg at elevenes muntlige formidling av tanker rundt papirark-oppgaven er rikere enn de skriftlige arbeidene, er det valgt å bruke det elevene sier som utgangspunkt for en vurdering av relativ originalitet.

Ut fra datamaterialet kommer det frem at flere elever er inne på tanken om å kombinere arket med et skriveredskap for at disse sammen skal bli et system. Noen kommer også inn på tanken om at papir er laget av tre og bruker dette videre i argumentasjonen. I diskusjonsfasen kommer en av gruppene inn på hvordan trær kan ses på som systemer bygd opp av “næring”, men at næringen forsvinner under papirproduksjonen, og at papir derfor ikke er et system. Dette er en original tankerekke sammenlignet med hvilke andre argumenter som er observert i klassen, og kan derfor ses på som relativ originalitet. En annen gruppe kommer inn på hvordan man kan vite om papir består av små trebiter eller ikke:

294 **Elev A:** Nei, men hvis du legger det i vann, så løsner det seg [opp], derfor er det masse trebiter som er sammen.

Lærer: Mm, så det er forskjellig deler, og det er alle de...

Elev B: Hvis dette er trebiter, hvorfor flyter’n ikke da?

Her trekker elevene inn observerbare egenskaper ved papirark som bevis og motbevis, og argumentasjonen er ikke langt unna å inkludere gjennomførbare forsøk. Av de observerte elevbidragene, er det ingen andre som har en slik tilnærming til oppgaven, og disse ideene kan derfor forstås som uttrykk for relativ originalitet.

Relativ originalitet kommer også til uttrykk blant andre elevbidrag i økta, blant annet i sammenheng med at en elev viser innsikt i begrepene *funksjon* og *system*:

323 **Elev A:** Men arket er jo lagd av et menneske.

Lærer: Ja. Sånn at...

Elev A: Og uten mennesker hadde ikke arket finnes.

Elev B: Det hadde ikke engang huset.

Elev A: Nei, nettopp.

(328) **Elev B:** Ja, men selv om det er laget av et system, trenger det ikke være et system.

Lærer: Hva er kriteriene, hva er reglene for at man kan kalle noe for et system?

Elev A: At form og funksjon.

(331) **Elev B:** Det kan være en funksjon selv om det ikke er et system.

Her kommer elev B opp med to gyldige påstander om systemer generelt (328 og 331). I det observerte materialet er det ingen andre elever som kommer med utsagn som viser en tilsvarende forståelse av sammenhenger mellom begrepene, og elev Bs bidrag kan derfor oppfattes som relativt originalitet.

4.1.2 Verdi

I den observerte økta kan verdien av elevenes prestasjoner vurderes ut fra i hvilken grad de bidrar til å gi gode forklaringer på hvorfor et papirark kan oppfattes som et system eller ikke. Bidragene behøver ikke være ferdigutviklede, fullstendige forklaringer – så lenge de bidrar til å bygge opp under en god forklaring kan de oppfattes som verdifulle, slik som følgende elevutsagn:

320 **Elev:** [Et papirark er ikke et system alene] fordi at det gjør ingenting, for eksempel et ballsorteringssystem sorterer baller, og en bil frakter deg uten at du blir sliten.

Elevens begrunnelse kan oppfattes som både relevant og rimelig, og kan sies å være med på å bygge opp under en helhetlig forklaring på hvorfor et papirark ikke er et system. En annen elev på samme gruppe bidrar litt senere til å nyansere den første elevens idé ved å understreke at...

331 **Elev:** Det kan være en funksjon selv om det ikke er et system.

Dette bidraget kan også oppfattes som verdifullt, selv om det ikke tar for seg papirarket direkte. Setningen kan sies å utvide forståelsen av systembegrepet, noe som kan være med på å gjøre en videre forklaring mer gjennomtenkt. Man finner også elevbidrag som kan sies å være mindre gode under diskusjonene. En elev ser ut til å mene at et papir kan være et system fordi det kan samarbeide med en blyant:

210 **Elev A:** Jeg er helt enig med at arket samarbeider med ingenting.

Elev B: Nei, det samarbeider med en blyant...

Elev A: Bare arket, hvis en blyant kommer og skriver på det, så blir det jo et system.

Elev C: Ja, men jeg mente liksom bare for arket.

Når elev B inkluderer samarbeidet mellom papir og blyant i argumentasjonen, kan man si at det er et mindre godt bidrag siden elevene skal finne bevis for og imot om et papirark *alene* er et system. Elevbidraget er likevel ikke uinteressant i det tar opp relevant problematikk (*er noe et system dersom det inngår i et samarbeid med noe annet?*), samtidig som det tar utgangspunkt i en rimelig antagelse (*papir og blyant er to deler som jobber sammen*). Som sitatet viser gjør innspillet de andre elevene mer oppmerksom på at argumentasjonen skal handle om arket alene. Dermed kan også en mindre god idé tenkes å være med på å gjøre forklaringer mer gjennomtenkt. Her er det riktignok ikke den mindre gode ideen i seg selv som er med på å utvikle forklaringen, men heller *responsen* på en slik idé, altså den kritiske vurderingen. Likevel kan mindre gode ideer sies å være av verdi siden de er naturlige bidrag i divergerende tenkning (i et mangfold av muligheter, kan ikke alle ideer være like gode). En forutsetning for å kategorisere disse bidragene som verdifulle, er at de er relevante og fører til bedre forklaringer eller løsninger.

Tilfeller hvor elevene ikke ser ut til å utvikle eller dele ideer, oppfattes ikke som av verdi i denne sammenhengen, siden det ikke er med på å forme det kreative produktet i en ønsket retning. Dette kan være når elever spør om praktiske forhold rundt oppgaven, eller når noen sporer av og snakker om andre ting. Når elevene arbeider med å komme frem til forklaringer er bidragene deres i stor grad relevante og basert på riktig informasjon og rimelige antagelser. Det meste av elevaktiviteten i disse tilfellene anses derfor som å være av verdi.

4.1.3 Uttrykk for forestillingsevne

Evnen til å forestille seg anses som en viktig del av kreativitet (NACCCE, 1999; Vygotskij, 1930/2004), derfor ble slik bruk forsøkt kartlagt blant elevene. Det er ikke sagt at kreativitet er til stede i alle situasjoner der forestillingsevnen er i bruk, men man kan gå ut fra at en viss grad av forestilling er til stede i mange tilfeller der kreativitet utøves (Vygotskij, 1930/2004).

Det å forestille seg noe er som nevnt en kognitiv funksjon som ikke kan observeres direkte. Skal man få informasjon om elevenes bruk av denne evnen gjennom observasjon, bør man ta utgangspunkt i det elevene sier og gjør i undervisningen. En mulighet er at elevene kommuniserer sin bruk av forestillingsevnen direkte gjennom dialog med lærer eller medelever (“Jeg ser for meg at ...”). En annen mulighet er å studere hvordan elevene formidler egne tanker, og at man ut fra dette forsøker å si noe om hvordan de har brukt forestillingsevnen.

Siden snakk om egen forestillingsaktivitet er fraværende blant elevene i datamaterialet, tar disse resultatene utgangspunkt i elevenes formidling av egne tanker. Datamaterialet inneholder flere tilfeller hvor elevutsagn er formulert på en slik måte at det er grunn til å tro at elevene har brukt sin forestillingsevne for å komme frem til tankene som formidles, slike utsagn faller inn under kategorien “Tegn på bruk av forestillingsevne”. Formuleringer der elevene henviser til konkrete gjenstander, fenomener eller handlinger, og eventuelt interaksjonen mellom disse, tolkes som tegn på bruk av forestillingsevne. Her kan et eksempel fra undervisningen hjelpe til med å belyse hva som menes. Når læreren spør elevene om det er andre enn forskere som bruker bevis, gir en elev følgende svar:

22 **Elev:** Ehm, hvis det er politimenn som har fanget en skurk, så må de bevise at det er den.

Her inneholder den første delen av setningen en konkret situasjon med tre elementer som man kan gå ut fra at en elev er i stand til å se for seg: flere politimenn, en skurk og handlingen å fange noen. Siden dette er en fremstilling av en situasjon med flere konkrete elementer som ikke er fysisk til stede, kan vi gå ut fra at dette er noe eleven kan ha forestilt seg (Vygotskij, 1930/2004). Dette trenger ikke å bety at eleven har viet stort med tid eller oppmerksomhet til denne mentale representasjonen. Slike forestillinger er ikke nødvendigvis rike mentale bilder som eleven utforsker i detalj. I den andre delen av setningen viser eleven til det mer abstrakte konseptet “å bevise”. Siden det å bevise noe kan innebære flere ulike handlinger, peker ikke denne formuleringen direkte mot en enkelt mental representasjon. Her er det altså mindre sikkert om elevens forestillingsevne ligger bak. En mulighet er at eleven assosierer selve begrepet “bevis” med politiryket, uten å ha grunnlag for å forestille seg hva dette innebærer. På en annen side er det mulig at eleven ser for seg innsamling av fingeravtrykk fra åstedet eller opptak fra overvåkningskameraer i sammenheng med begrepet.

Elevutsagn uten konkrete henvisninger *kan* altså ha en bakenforliggende tankevirksomhet der forestillingsevnen spiller en rolle, men dette er vanskelig å si noe om ut fra observasjon.

Går man tilbake til et av sitatene som allerede er presentert i forbindelse med relativ originalitet, finner man eksempler på konkrete formuleringer knyttet til problemstillingen om et papirark er et system:

294 **Elev A:** Nei, men hvis du legger det i vann, så løsner det seg [opp], derfor er det masse trebiter som er sammen.

Lærer: Mm, så det er forskjellig deler, og det er alle de...

Elev B: Hvis dette er trebiter, hvorfor flyter'n ikke da?

I den første elevens utsagn vises det til en konkret årsak (ark lagt i vann) og virkning (ark løser seg opp) som leder til en konkret konklusjon (ark består av mange trebiter satt sammen). Den andre eleven utfordrer så denne konklusjonen med en annen konkret sammenheng. Siden elevene ikke snakker om abstrakte begreper, men viser til konkrete sammenhenger de trolig har erfart selv, er dette kategorisert som "Tegn på bruk av forestillingsevne".

Mangelen på konkrete henvisninger gjør at følgende elevutsagn ikke er kategorisert som "Tegn på forestillingsevne":

215 **Lærer:** Hva var det du mente, Maren?

Elev: Et ark er ikke et system, fordi ingenting jobber sammen.

Lærer: Fordi at?

Elev: Ingenting jobber sammen.

Elevene har fått utdelt ark til utforskning, så elevens henvisning til "et ark" kan like gjerne dreie seg om det fysiske arket foran henne. Ellers er begrepene "system", "ingenting" og "jobber" for lite spesifikke til å kunne avgjøre om mer konkrete mentale representasjoner ligger bak utsagnet.

Gjennom økta veksler elevene mellom å bruke konkrete og mer abstrakte begreper, og det er vanskelig å avgjøre om den ene er mer utbredt enn den andre.

4.1.4 Kombinering av kunnskap

Boden (2001) deler kreativitet inn i tre typer: kombinatorisk, utforskende og transformerende. I denne undervisningskonteksten er det sannsynligvis kombinatorisk kreativitet som er mest utbredt blant elevene, siden denne stiller lavere krav til innsikt i naturvitenskapelig metode. Å bli kjent med den naturvitenskapelige metoden er en flerårig prosess som følger elevene gjennom hele skolegangen. Læreplanens Forskerspire-mål etter 4. årstrinn dekker blant annet observasjon, systematisering og vurdering av data og rapportskrivning, mens utvikling av naturfaglige spørsmål og testing av hypoteser er ting elevene skal kunne etter 7. årstrinn (Kunnskapsdepartementet, 2013). Sammen med hva som avdekkes i datamaterialet, gir dette grunnlag til å tro at elevene ennå ikke har tilstrekkelig innsikt i naturvitenskapens spilleregler til å utøve utforskende eller transformerende kreativitet (Boden, 2001). Et ønske er derfor å kartlegge elevutsagn som peker mot at elevene kombinerer etablert kunnskap.

Det viser seg at elevene ser ut til å kombinere kunnskap i stor grad når de arbeider med utforskningens problemstilling. I det ene sitatet som allerede er trukket frem to ganger kan man se eksempel på hvordan dette kan komme til uttrykk:

294 **Elev A:** Nei, men hvis du legger det i vann, så løsner det seg [opp], derfor er det masse trebiter som er sammen.

Lærer: Mm, så det er forskjellig deler, og det er alle de...

Elev B: Hvis dette er trebiter, hvorfor flyter'n ikke da?

Her ser det ut til at elev A kombinerer flere typer kunnskap. Utgangspunktet for elevens resonnering er definisjonen av et system, altså at dersom papiret er et system, så består det av mange deler. I tillegg bruker eleven kunnskap om at papir løser seg opp i vann, noe som sannsynligvis er basert på erfaring fra virkeligheten. Dette, sammen med kunnskapen om at papir er laget av tre, får eleven til å konkludere at papir består av mange trebiter satt sammen. Skal man kategorisere disse tre kunnskapsstrukturene, kan man si at definisjonen av et system er en naturfaglig forklaring siden den er tydelig etablert gjennom naturfagundervisningen. Hva som skjer med papir i vann kan forstås som erfaringsbasert kunnskap med utgangspunkt i virkeligheten. (En slik forankring i virkelighetsbasert kunnskap kan også sies å gjelde for elev Bs motargument, hvor eleven kombinerer kunnskap om at materialer av tre flyter og at papirark synker.) Når elev A går ut fra at papir er laget av tre,

kan det til en viss grad forstås som en naturfaglig forklaring. Denne kunnskapen kan likevel sies å bære mer preg av å være overfladisk allmennkunnskap, da eleven ikke ser ut til å ha kjennskap til plantefibre eller cellulose, noe som kommer frem tidligere i elevenes diskusjon:

275 **Lærer:** Men dette arket, dette arket i seg selv, bare dette arket...

Elev A: Det er et system det òg.

Lærer: Fordi?

Elev A: Fordi det at det er bitte-bittesmå deler av tre som jobber sammen med å holde papiret helt.

Lærer: Men hvordan jobber det sammen?

Elev C: Eh, de holder hverandre fast så det blir et tett papir.

Elev A: Så det blir tett i tett i tett med sånne biter.

Forståelsen av at papir består av “bitte-bittesmå deler av tre” nærmer seg en naturfaglig forklaring, men manglende begreper gjør at ytringene like gjerne kan peke mot overfladisk kunnskap. Det samme gjelder for elevenes forklaring om at delene jobber sammen ved at “de holder hverandre fast”. En naturfaglig forklaring innebærer kunnskap om kjemiske bindinger, noe som ikke kommer frem i det elevene sier. Siden elevene fortsatt er på et tidlig stadium av naturfagundervisningen i et helhetlig perspektiv, er det utfordrende å avgjøre hva som kan regnes som naturfaglige forklaringer og hva som faller utenfor en slik kategori.

I denne sammenhengen er det valgt å forstå definisjonene av begrepene *form*, *funksjon* og *system* som grunnleggende naturfaglig kunnskap, siden disse er kunnskapsstrukturer som mye naturvitenskapelig kunnskap hviler på. Går man tilbake til det ene sitatet som er presentert i forbindelse med relativ originalitet, finner man eksempel på hvordan ulik naturfaglig kunnskap kan ses i sammenheng:

329 **Lærer:** Hva er kriteriene, hva er reglene for at man kan kalle noe for et system?

Elev A: At form og funksjon.

Elev B: Det kan være en funksjon selv om det ikke er et system.

Elev B kobler her meningsinnholdet i de to begrepene *funksjon* og *system*. Elevene har tidligere i undervisningen lært hva man mener med begrepene i naturfaglig sammenheng. De har også sett at enkeltdeler i et system har egen form og funksjon, noe som gir at noe kan ha

en funksjon uten å være et system. Her ser eleven en sammenheng mellom de to naturfaglige begrepene, og kommer frem til sin påstand som avkrefter svaret til elev A. Slike tilfeller der elever kombinerer ulik kunnskap med tydelig naturfaglig preg forekommer sjelden i datamaterialet.

En annen måte elever observeres å kombinere kunnskap på kommer frem i følgende eksempel:

220 **Elev:** Men hvis en blyant kommer og skriver på det, så er det jo som gitaren og gutten, da jobber jo to systemer sammen.

Eleven sammenligner her en forestilt situasjon som involverer papirark og blyant med en situasjon som læreren har snakket om tidligere (samspill mellom gitar og gutt). Ved å vektlegge likheter ved det som sammenlignes, bruker eleven det allerede tilgjengelige eksempelet med gitaren og gutten for å støtte sin forklaring. I et annet tilfelle er det forskjellene som vektlegges i sammenligningen:

317 **Lærer:** “Et papirark er et system”. Er et papirark et system alene?

Elev A og elev B: Nei.

Lærer: Hvorfor er det ikke det?

Elev C: Fordi at det gjør ingenting, f.eks. et ballsorteringssystem sorterer baller, og en bil frakter deg uten at du blir sliten.

Lærer: Ja.

Elev B: Mens et ark bare ligger der.

Her sammenlignes arket med systemer som det er tydelig at gjør noe. Dette understreker arkets passivitet, og kan forstås som et argument for at det ikke har noe som “jobber sammen”.

Ut fra disse resultatene kan man trekke frem tre ulike typer kunnskapsinnhold som kan kombineres i sammenheng med elevenes naturfaglige diskusjon: *Naturfaglig kunnskap*, altså forklaringer som tar utgangspunkt i naturfaglige begreper og forklaringer som undervises i naturfaget; *Observerbar, virkelighetsbasert kunnskap*, altså kunnskap om fenomener fra den virkelige verden; *Overfladisk allmennkunnskap*, her vil det si kunnskap tilknyttet naturfaglige

emner, men der kunnskapen ikke kan sies å være naturfaglig i seg selv, for eksempel på grunn av manglende begrepsbruk i formidlingen. Elever benyttet også *analogi*, altså sammenligning for å bedre forklare eller forstå naturfaglig innhold. Resultatene kan ses i sammenheng med tre av Scott et al.s (2011) seks typer kunnskapsbyggende koblingsaktivitet: “Koblinger mellom ulike naturfaglige forklaringer”, “Koblinger mellom naturfaglige forklaringer og fenomener fra virkeligheten” og “Koblinger gjennom analogi”.

4.1.5 Oppsummering

Resultatene fra del 4.1 oppsummeres i form av kodeskjemaet som er presentert i tabell 4.1. Dette kan ses på som et forslag til et analytisk rammeverk for videre klasseromsstudier som beskjeftiger seg med kreativitet.

Tabell 4.1 – Kodeskjema – uttrykk for kreativitet

Uttrykk for kreativitet		
Dimensjoner	Kategorier	Hvordan kategoriene brukes på dataene
Originalitet	Relativ originalitet	Vurderes ut fra sammenligning av ulike elevbidrag. Elev bidrag som skiller seg ut.
	Individuell originalitet	Vurderes på generell basis ut fra sannsynligheten for at elevene har forholdt seg til problemstillingen tidligere.
Verdi	Verdi med tanke på aktivitetens mål	Dersom elevenes bidrag er relevante og bidrar til å bygge opp under naturfaglige forklaringer.
Forestillingsevne	Tegn på forestillingsevne	Dersom henvisning til konkrete i elevenes utsagn. Indikerer kun potensiell bruk av forestillingsevne.
Kombinering av kunnskap	Naturfaglig kunnskap	Forklaringer som tar utgangspunkt i naturfaglige begreper og forklaringer som undervises i naturfaget.
	Virkelighetsbasert kunnskap	Kunnskap om observerbare fenomener fra den virkelige verden.
	Overfladisk allmennkunnskap	Kunnskap tilknyttet naturfaglige emner, men der kunnskapen ikke kan sies å være naturfaglig i seg selv, for eksempel på grunn av manglende begrepsbruk i formidlingen.
	Analogi	Sammenligninger for å kunne forklare noe relatert til naturfag.

Dimensjonene i første kolonne representerer grunnleggende sider ved kreativitet, bestemt hovedsakelig ut fra teori. Under disse dimensjonene, i andre kolonne, finner man kategorier som i større grad er utviklet fra empiri. I tredje kolonne beskrives det kort hvordan kategoriene kommer til uttrykk i datamaterialet.

Dimensjonen “Originalitet” deles inn i kategoriene “Relativ originalitet” og “Individuell originalitet”. Dersom enkelte elevprestasjoner skiller seg fra resten av prestasjonene i klassen, forstås det som tilfeller av relativ originalitet. Dersom en elev arbeider med en

problemstilling eller utfordring hun ikke har støtt på tidligere, forstås det som at dette innebærer individuell originalitet.

Dimensjonen “Verdi” har én kategori: “Verdi med tanke på aktivitetens mål”. Elevbidrag som bidrar til å utvikle naturfaglige forklaringer forstås i denne sammenheng som å være av verdi. Dette er spesifikt for fasen i utforskende arbeidsmåter hvor elevene utvikler forklaringer.

Dimensjonen “Forestillingsevne” har også én kategori: “Tegn på forestillingsevne”. Her forstås det som at elevutsagn som viser til konkrete kan indikere bruk av forestillingsevne.

Den siste dimensjonen “Kombinering av kunnskap” er delt inn i tre typer kunnskap som analysen kommer frem til at elevene kombinerer, representert av kategoriene “Naturfaglig kunnskap”, “Virkelighetsbasert kunnskap” og “Overfladisk allmennkunnskap”. Elevbidrag som inneholder riktig bruk av naturfaglige begreper og annet innhold fra naturfaget, forstås som å inneholde naturfaglig kunnskap. Elevbidrag som viser til observerbare fenomener som det er sannsynlig at elevene selv har erfart, forstås som å benytte virkelighetsbasert kunnskap. For utsagn som bygger på kunnskap som i liten grad krever naturfaglig innsikt, benyttes kategorien “Overfladisk allmennkunnskap”. I tillegg til de tre kunnskapstypene, ble det også observert at elever brukte sammenligninger for å forstå og forklare underveis i arbeidet, slike tilfeller er utgangspunktet for kategorien “Analogi”.

4.2 Lærerens tilrettelegging

I denne delen gjøres det rede for resultatene knyttet til hvordan læreren tilrettelegger for kreativitet blant elevene. Resultatene tar utgangspunkt i ulike sider ved kreativitet og lærerens tilnærming til disse gjennom undervisningen. Ut fra teori og datamateriale er det valgt å se på hvordan man kan observere hvordan læreren tilrettelegger for bruk av forestillingsevne, idé mangfold og sjansetaking (NACCCE, 1999; Vygotskij, 1930/2004).

4.2.1 Forestillingsevne

Dimensjonen “Forestillingsevne” er ment å kartlegge hvordan læreren tilrettelegger for aktiv bruk av forestillingsevne i undervisningen. I den forbindelse har observasjonen avdekket lærerhandlinger som skaper situasjoner hvor det er sannsynlig at elevenes forestillingsevne aktiveres eller utvikles. Slike forestillingsstøttende lærerhandlinger observeres å være i form av ytringer eller valg læreren tar i gjennomføringen av undervisningen. Ut fra empirien ble det funnet hensiktsmessig å dele handlingene inn i tre hovedtyper (som også ble brukt som kategorier i det videre arbeidet): modellering, fremheving og oppfordring. De tre kategoriene viste seg å overlape med flere av de støttende lærerhandlingene lagt frem av Tharp og Gallimore (1988), noe som utdypes i de følgende redegjørelsene for hver kategori. Lærers spørsmålsstilling ble vurdert som en fjerde forestillingsstøttende handling, men utfordringen ved å skille ut hvilke spørsmål som *ikke* la til rette for forestillingsaktivitet, gjorde at en slik kategori ble valgt vekk.

Videre vil det gjøres rede for hvordan det observerte datamaterialet gir grunnlag for en slik kategorisering av lærerens tilrettelegging for bruk av forestillingsevnen. For å skille enkelte av kategoriene fra tilsvarende kategorier innen dimensjonen “Idémangfold”, er disse merket med *FE* (ForestillingsEvne).

“Modellering”

Når det videre skrives om modellering, brukes begrepet i sin pedagogiske forstand, altså om handlinger der læreren viser elevene hvordan noe kan gjøres (Tharp & Gallimore, 1988). Koden blir brukt når læreren viser hvordan det i noen situasjoner kan være hensiktsmessig å bruke forestillingsevnen for å forstå eller angripe naturfaglige utfordringer. Dette kan innebære tydelig demonstrasjon av hvordan læreren forestiller seg noe, eller en henvisning til hvordan man kan bruke forestillingsevnen i enkelte situasjoner.

Som en introduksjon til gruppediskusjonen i undervisningsopplegget, spiller læreren ut en forestilt situasjon for elevene:

184 **Lærer:** ... Når forskere snakker sammen og diskuterer og forsker, så gjør de det på en litt spesiell måte. Da er det ikke sånn at de sitter i sofaen, og så sitter Gard og Berit og Rie [forskerne som observerer klassen] der og: “Døh, hva syns du om den den,

da?”, “Næi, jeg veit ikke”, “Døh, slapp av litt, da”. De sitter ikke sånn, med beina på bordet og bare sløver på den måten da.

Her bruker læreren både verbalt språk, tonefall og kroppsspråk til å forme et bilde av hvordan forskere *ikke* arbeider for elevene. Samtidig demonstrerer hun hvordan forestillingsevnen kan brukes for å gi en levende fremstilling av delvis abstrakt informasjon (“Når forskere diskuterer, er de fokuserte og presise.”) Dette gjøres på humoristisk vis gjennom de karikerte forskerne, og kan assosieres med barns lek i det læreren går inn og ut av de ulike rollene. Dersom elevene lever seg inn i lærerens bilde, vil også *deres* forestillingsevne aktiveres. Det er også verdt å merke seg at i tillegg til å modellere forestillingshandlingen, gir læreren en “omvendt” modellering av hvordan forskere arbeider.

I en annen sammenheng, på begynnelsen av økta, snakker læreren om hvordan det kan være mer nyttig å tenke på en sykkel som et system, enn på en stein som et system:

5 **Lærer:** ... Nå har jeg ingen steiner her, nå er alle steinene lånt bort.

Elev: Vi kan løpe ut og hente en.

Lærer: Nei, vi trenger ikke det. Vi kan prøve å se det for oss. Lukk øynene og se for deg en stein. Men når vi skal tenke på sykkelen som et system, så hjelper det oss å lære mer om sykkelen og finne ut hvordan den fungerer. Er dere enig i det, at det er forskjell på det?

Her demonstrerer ikke læreren hvordan hun ser for seg en sykkel som et system ved å for eksempel beskrive de ulike delene som er koblet sammen og påvirker hverandre. I stedet viser hun bare til hvilken måte hun tenker på sykkelen på – som et system. Siden læreren allerede har vært inne på det å tenke på en stein som et system, og har bedt elevene se for seg en stein i denne sammenheng, er det rimelig forstå det “å tenke på en sykkel som et system” som det samme som “å forestille seg hvordan en sykkel kan sammenfalle med definisjonen av et system.” Her skjer altså modelleringen mer indirekte enn i det første eksempelet, læreren viser på hvilken måte elevene kan tenke, men hun viser ikke *hvordan* hun forestiller seg sykkelen. Innenfor denne kategorien finner man altså ulike grader av modellering. Noen tilfeller befinner seg i en gråsoner der man må vurdere om læreren kun *gir* informasjon om bruk av forestillingsevnen, eller om hun *viser* hvordan forestillingsevnen kan brukes.

“Fremheving FE”

I situasjoner der læreren retter oppmerksomheten mot elevenes bruk av forestillingsevne brukes kategorien “Fremheving FE”. Slik oppmerksomhet kan blant annet være i form av dialog om hvordan elevene har forestilt seg noe, eller i form av tilbakemeldinger rettet mot denne måten å tenke på. Dette åpner for muligheter til å gjøre elevene bevisst på egen tenkning, samtidig som læreren kan gi tilbakemeldinger som kan være med på å utvikle elevenes bruk av sine forestillingsevner. Er oppmerksomheten i form av positive tilbakemeldinger kan den også tenkes å virke motiverende. Også nøytrale tilbakemeldinger kan tenkes å ha en forsterkende effekt: bare det å vie tid og oppmerksomhet til elevenes forestillingshandlinger kan være et signal fra læreren om at dette er verdifull og ønsket adferd. Denne kategorien kan ses i sammenheng med de støttende lærerhandlingene forsterkning og tilbakemelding, da disse tar utgangspunkt i interaksjon med elevene (Tharp & Gallimore, 1988).

Som nevnt er forestillingsevnen en kognitiv funksjon som må uttrykkes for å kunne observeres. Språket muliggjør slik observasjon, men der språket er tvetydig åpner det for tolkning. I det neste eksempelet kommer fremheving av forestillingsevne indirekte frem gjennom samtale om tenkning. Elevene er i gang med å finne argumenter for og imot at et papirark er et system. Læreren går rundt og hører hva elevene kommer frem til. Her snakker læreren og eleven sammen om hvordan eleven har tenkt:

219 **Lærer:** Mm. Så da har du tenkt på det at: “for et system er laget av deler som jobber sammen” (Peker mot begreptavla). Og du mener at da er det ikke et system, for det er ikke noe som jobber sammen. Hva...

Elev: Men hvis en blyant kommer og skriver på det, så er det jo som gitaren og gutten, da jobber jo to systemer sammen.

Lærer: Mm, så da er det to...

Elev: To ting som samarbeider, så blir det et system.

Lærer: Aah, så da tenker du at det arket alene er ikke noe system, men når det kommer noe annet til, så blir det et system.

Elev: Ja.

Læreren gjentar elevens tankerekker, og tydeliggjør på den måten både for seg selv og for eleven hvordan eleven har tenkt. Ordvalget i samtalen viser ikke til forestillingsevne direkte,

men uttrykk som “men hvis...” og “men når...”, sammen med beskrivelser av konkrete kombinasjoner og situasjoner og sammenligninger peker mot at bruk av forestillingsevne støtter elevens tenkning. Ordleggingen tyder på at eleven har sett for seg alternative situasjoner for å kunne gjøre mening av påstanden “et papirark er et system”.

Utover det valgte eksemplet er det vanskelig å peke på situasjoner som kan forstås som at lærerens oppmerksomhet er rettet mot elevenes forestillinger. Lærerens kommunikasjon med elevene er i stor grad i form av spørsmål som legger vekt på *hva* elevene tenker, men ikke de mentale handlingene som ligger bak (for eksempel visualisering eller tenkte situasjoner).

“Oppfordring FE”

I situasjoner der læreren eksplisitt ber elevene se for seg noe, brukes kategorien “Oppfordring FE”. Denne kategorien kan knyttes til den støttende lærerhandlingen *instruksjon* (Tharp & Gallimore, 1988). I datamaterialet skjer slik oppfordring kun ved ett tilfelle, i sitatet som allerede er trukket frem i forbindelse med modellering. Mens læreren forsøker å få elevene med på en diskusjon om hvorvidt det er lurt å alltid tenke på noe som et system, ønsker hun å bruke stein som eksempel. I mangel på steineksemplarer i klasserommet, ber hun elevene se for seg en stein:

5 **Lærer:** ... Nå har jeg ingen steiner her, nå er alle steinene lånt bort.

Elev: Vi kan løpe ut og hente en.

Lærer: Nei, vi trenger ikke det. Vi kan prøve å se det for oss. Lukk øynene og se for deg en stein. Men når vi skal tenke på sykkelen som et system, så hjelper det oss å lære mer om sykkelen og finne ut hvordan den fungerer. Er dere enig i det, at det er forskjell på det?

Som sitatet viser går ikke læreren videre med oppfordringen om å visualisere steinen, elevene får ikke beskjed om å utforske det mentale bildet videre. I stedetfor trekker læreren frem hvordan en sykkel kan forstås som et system. Man kan tenke at læreren her oppfordrer elevene indirekte til å se for seg en sykkel. Slik indirekte oppfordring kan man si at skjer til stadighet når læreren snakker om, eller stiller spørsmål om konkrete som ikke er fysisk til stede. Her er det ikke snakk om en instruksjon til elevene, men en konsekvens av at språket lett kan gi assosiasjoner til mentale bilder. Av denne grunn er det valgt å ikke kategorisere slike indirekte oppfordringer innen kategorien “Oppfordring FE”.

4.2.2 Idémangfold

Kodene innen dimensjonen “Idémangfold” er ment å kartlegge hvordan læreren legger til rette for kreativitet ved å gjøre elevene bevisste på hvordan man kan tenke på ting på ulike måter. Dette er altså i tråd med Guilfords (1967) tanker om kreativitet som divergerende tenkning. “Å tenke på ting på ulike måter” innebærer her både bruk av ulike idéprodukter og anvendelse av ulike mentale operasjoner. Idéprodukter viser her både til elevenes egne kombinasjoner av kunnskap, men også bruk av etablerte, meningsbærende redskaper som begreper. Mentale operasjoner viser til det Tharp og Gallimore (1988) kaller “structures for cognitive activity”, altså hvordan kognitiv aktivitet kan struktureres på ulike måter slik at tenkningen kan karakteriseres som for eksempel memorisering, fremhenting av kunnskap eller akkumulering av bevis (Tharp & Gallimore, 1988), eller observasjon, visualisering, assosiasjon, kombinasjon, resonnering, for å nevne noen. I arbeidet med datamaterialet stilles det ikke krav om en naturfaglig orientering til dette idémangfoldet. Siden kreativitet ofte spiller på kunnskap fra ulike områder (Boden, 2001), er det ønskelig å inkludere ulike ideer og tenkemåter som vanligvis ikke assosieres med den naturvitenskapelige sfæren dersom slike er til stede.

Det kommer frem fra dataene at lærerens handlinger ser enten ut til å være motivert av innspill fra elevene, eller at de er uavhengige med tanke på det elevene sier og gjør. For å skille mellom dette i arbeidet med materialet, er det valgt å la kategorien “Fremheving IM” dekke elevmotiverte lærerhandlinger, mens “Vise idémangfold” dekker uavhengige lærerhandlinger. I den observerte undervisningen kommer elevmotiverte lærerhandlinger blant annet frem i situasjoner der læreren får elevene til å dele tankene sine; der læreren gir tilbakemeldinger på elevenes prestasjoner; der læreren bruker tid på å snakke om noe elevene tar opp. Uavhengige lærerhandlinger kommer frem i situasjoner som ser ut til å være planlagt på forhånd (jf. Barber (2009)), blant annet gjennom enkelte spørsmål, instruksjoner og formidling av kognitive strukturer (Tharp & Gallimore, 1988). Eksempler på dette legges frem i de følgende presentasjonene av kategoriene “Vise idémangfold” og “Fremheving IM”.

“Vise idémangfold”

Kategorien dekker handlinger hvor læreren utvider eller styrker elevenes repertoar av måter å tenke på, og handlinger hvor læreren gjør elevene oppmerksomme på hvordan et slikt repertoar gjør det mulig å tenke på flere måter rundt ett tema eller én problemstilling.

Ulike måter å tenke på tas opp i forskjellige sammenhenger og på forskjellige måter gjennom økta. Det følgende sitatet er en del av introduksjonen til den utforskende aktiviteten:

- 2 **Lærer:** Når i livet ditt er det lurt å tenke på noe som et system? (...) Hvis du nå f.eks. skal finne ut hvordan noe fungerer, er det lurt å tenke på det som et system da? (...) Er det alltid lurt å tenke på noe som et system?

Selv om det læreren sier er i form av spørsmål, gjør formuleringene elevene oppmerksomme på at det kan være hensiktsmessig å tenke på forskjellige måter i forskjellige sammenhenger, og at det å tenke på noe som et system, er en egen måte å tenke på. “System” kan her oppfattes som et meningsbærende redskap som legges frem for elevene (Vygotskij, 1930-1934/1978), og det “å tenke på noe som et system” kan forstås som den mentale operasjonen “å kategorisere”, eventuelt “å visualisere”. Ved å gjøre disse strukturene tilgjengelige for elevene, kan man si at læreren styrker idémangfoldet i klasserommet.

I det neste sitatet legges det vekt på bevisføring som en egen måte å forklare noe på:

- 15 **Lærer:** Og da vil jeg at dere leser dette her høyt, men først så ser alle hit, så ser dere på ordene. Så leser vi høyt, 1-2-3.
Elever i kor: “Forskere begrunner sine forklaringer med bevis.”

Gjennom assosiasjon til forskere knyttes denne måten å tenke på til den naturvitenskapelige metoden. I tillegg til å berike idémangfoldet som en egen *måte* å tenke på, kan bevisføring fungere som et springbrett for videre idémangfold. Dersom elevene tar utgangspunkt i ulike bevis i utforskningen, vil idémangfoldet styrkes ytterligere. Læreren legger videre til rette for at elevene skal inkludere observasjoner i utforskningen av papirarket som system:

- 39 **Lærer:** ... Jeg legger noen ark her, så dere kan undersøke, observere med sansene deres om et ark er et system eller ikke.

Observasjon kan oppfattes som grunnlag for en egen måte å tenke på, samtidig som det kan være et utgangspunkt for bevisføring. Ved å tilrettelegge for observasjon, tilfører læreren nok et verktøy som kan sies å berike idémangfoldet.

Et eksempel på hvordan læreren gjør elevene oppmerksomme på at man kan tenke flere ulike tanker *om samme ting*, finner man dersom man ser tilbake på sekvensen der læreren snakker om hvordan forskere diskuterer:

184 **Lærer:** ... De sitter ikke sånn, med beina på bordet og bare sløver på den måten da. Da er man på, man er konsentrert, man går inn med spørsmål: "Hva mener du med det?" sier Gard da. Og Berit, da må hun tenke seg litt om da. Så sier hun "Jo, jeg, på den ene siden så tenker jeg at det er et system fordi at..." Og så kommer Rie: "Men du Berit, på den andre siden..."

Her kommer det frem at forskere kan ha ulike synspunkter på samme sak ("på den ene siden..." / "på den andre siden...") Modellering av denne typen forekommer også i datamaterialet i det læreren beskriver for klassen hvordan hun forestiller seg at elevene på en gruppe skal gjennomføre gruppediskusjonen i forbindelse med utforskningen. Det er verdt å merke seg at læreren ikke bruker konkrete eksempler når hun viser elevene hvordan de kan se ting fra ulike sider.

"Fremheving IM"

Koden er knyttet til situasjoner hvor læreren vier oppmerksomhet til elevenes ulike ideer og ulike måter å tenke på. Forkortelsen *IM* (IdéMangfold) brukes for å skille kategoriene tilknyttet fremheving og oppfordring fra tilsvarende kategorier innen tilrettelegging for forestillingsevne. "Fremheving IM" kan på lik linje med kategorien "Fremheving FE" forstås som å blant annet dekke støttende lærerhandlinger som forsterking og tilbakemelding (Tharp & Gallimore, 1988).

I forbindelse med redegjørelsen for om det er nyttig å se på steiner som systemer, vier læreren oppmerksomhet til en tilsynelatende irrelevant avsporing:

7 **Lærer:** ... Lukk øynene og se for deg en stein. Men når vi skal tenke på sykkelen som et system, så hjelper det oss å lære mer om sykkelen og finne ut hvordan den fungerer. Er dere enig i det, at det er forskjell på det?
(Elevene er enige.)

Lærer: Mm. Da skal vi ha opp... Da har jeg laget en setning til dere her.

(Elev lurert på noe.)

Elev A: Men Stein er jo et navn.

Lærer: Ja, du kan si det høyt. Men Mari sier at Stein er et navn. Navn på hva da?

Elev A: Et menneske.

Lærer: Et menneske ja. Så hvis vi snakker om Stein, hvis dette her er Stein (klapper seg selv på brystet), hvis jeg er Stein, så blir det noe annet, men det var ikke det vi snakket om, for vi snakket om steiner i naturen. Jan?

Elev B: Jeg kan også en vits om stein.

Lærer: Ja, men den tar vi ikke nå.

Her bruker læreren tid på det faktum at man kan tenke på ordet “stein” på ulike måter. Ved å bruke tid på dette, kan det oppfattes som at hun signaliserer til elevene at dette var et godt innspill. Man kan tenke seg at en slik mottakelighet for elevinnspill motiverer elevene til å dele sine tanker. Sitatet viser at en annen elev like etterpå ønsker å bidra med en vits om stein. Her tar læreren et valg om å sette en grense for avsporingen og avfeier vitseforslaget.

Når elevene er kommet i gang med aktiviteten, fremhever læreren ulike tenkemåter ved å gå rundt å snakke med elevene på gruppene om hvordan de har tenkt. I eksempelet under har en elev bedt læreren om å lese hva hun har skrevet som svar på oppgaven:

94 **Lærer:** (Leser det eleven har skrevet) Ja, “Papiret er et system på grunn av at papiret er laget av tre. Treet er lagd av det som gir næring til treet, og treet er et system.” Så utrolig spennende da. Så du tenker at det er system fordi – hvordan det er laget.

Elev: Ja, på grunn av at der er jo lagd av tre, og tenker jo at treet er jo på måte et system.

Lærer: Mm, og da blir arket også et system fordi at treet er et system. Mm. Så det var et arg... bevis for. Så du tenker at “ja, jeg tenker at det er et system fordi det er lagd av tre, men jeg tenker også at det ikke er et system fordi...”

Elev: Ja, fordi papiret, det er jo ikke et system. Akkurat det papiret.

Lærer: Akkurat... sånn at bevis mot er at akkurat dette papirarket er ikke et system, sier du. Hvorfor er det ikke det?

Elev: For det... (tenker)

Lærer: (Snur seg til en elev ved siden av) Hvorfor er det ikke det? Hvorfor er ikke akkurat *dette* papiret et system?

Elev: For det kan ikke gjøre så mye...

Lærer: Det kan ikke gjøre så mye...

Elev: Nei, på grunn av treet. Det kan jo liksom formere seg og sånn. Og det (henviser til arket) kan jo bare bli tegnet på.

Læreren tar utgangspunkt i det eleven har skrevet og stiller oppfølgingsspørsmål for å få eleven til komme med motargumenter. Blant annet tydeliggjør læreren den dikotome tenkemåten ved at hun tenker høyt på elevens vegne: "Så du tenker at 'ja, jeg tenker at der et system fordi det er lagd av tre, men jeg tenker også at det ikke er et system fordi...'" Deretter oppfordrer hun eleven til å fullføre resonnetet. Andre elever på gruppa følger med på det som blir sagt, på denne måten bidrar samtalen til at den ene elevens ideer blir delt med flere og at idémangfoldet blant elevene styrkes.

I samtaler med elevene legger også læreren vekt på tilfeller der elever har skiftet mening, og stiller spørsmål for å få elevene til å forklare hvordan de har gått fra én måte å tenke på til en annen. På slutten av økta får eleven fra forrige eksempel anledning til å fortelle klassen hvordan hun skiftet mening. Hun begynner med å fortelle hvordan hun tenkte før hun ombestemte seg:

383 **Elev:** (Leser det hun har skrevet) "Papiret er et system på grunn av at papiret er lagd av tre, og treet er lagd av det som gir næring til treet, og treet er et system."

Lærer: Mm, så derfor mente du at treet er system. Og så hva skjedde da dere begynte i diskusjonsgruppen?

Elev: Så sa Elinor at det er ikke... Hun sa...

Lærer: Ta og si det du tenker at Elinor sa.

Elev: Jeg tror hun sa at det arket er laget av... Treet har jo næring og sånt i seg, og så sa hun det at da blir jo det borte når de lager arket.

Lærer: (...) Så da blir næringen...

Elev: ...liksom klemt ut.

Lærer: Ja. Og så...?

Elev: Og så da lever ikke arket mer.

Lærer: Da lever det ikke mer ja. Og hva er det med arket da, som gjør at det ikke er et system?

Elev: Det har ikke noe som jobber sammen.

Lærer: Ikke har det noe som jobber sammen...

Elev: De jobber ikke sammen med (?), og [utydelig] og så har det ikke noe næring...

Lærer: Og så har det ikke no sånn...?

Elev: Og så har det ikke noe næring.

Lærer: Nei... så da bytta du mening. Mm. Syns du Elinor hadde en bedre begrunnelse da?

Læreren behandler det å endre mening som en naturlig del av diskusjonsarbeidet, og signaliserer til elevene at det kan være en bra ting å tenke over hva andre har å komme med:

374 **Lærer:** ... Og så ser jeg, hører jeg også at dere, at det er noen som har klart å bytte mening, har fått til det. Og det kan være vanskelig noen ganger, når man har bestemt seg for en ting, ikke sant?

405 **Lærer:** Ok, da lytta du til Jan, Mm, veldig bra.

En annen måte læreren belyser divergerende tenkning på, er å bruke tid på å snakke om det arbeidet elevene gjør og utfordringene de støter på i forhold til dette. Avhengig av situasjonen snakker hun både til klassen i plenum, elevgrupper og enkeltelever om dette. Blant annet tydeliggjør hun for klassen hvordan det er utfordrende for mange av elevene å tenke på flere alternative synspunkter samtidig:

84 **Lærer:** Nå er det mange her som syns det er veldig vanskelig å finne bevis både for og imot. Rekk opp hånda de som syns det er vanskelig. Mm. Er det fordi at når dere først har bestemt dere for at det er for en ting, så kan dere ikke også være imot?

Før elevene begynner å diskutere gruppevis, berømmer hun dem for å ha klart å finne ulike måter å forstå papirarket på:

152 **Lærer:** Nå har jeg gått rundt og snakket med mange av dere, og mange har kommet med bevis for at et papirark er et system, og mange har kommet med bevis mot at et papirark er et system. Var det vanskelig?

Utover eksemplene som er nevnt her, forekommer det ofte samtaler mellom lærer og elever om hvordan elevene tenker.

“Oppfordring IM”

Som nevnt er utgangspunktet for økta en oppgave som oppfordrer elevene til å se på beviser både for og imot at et papirark er et system. I tilfeller der læreren understreker dette kravet tolkes det som at hun oppfordrer elevene til å tenke på alternative måter. Læreren legger vekt på dette aspektet ved oppgaven, både i instruksjonene til hele klassen og i veiledende samtaler underveis med enkelt elever.

65 **Lærer:** ... Se om du finner bevis både i for og i mot.

Andre situasjoner der læreren oppfordrer elevene til å tenke på ulike måter, er når hun oppfordrer elevene til å se for seg en stein (visualisering), og når læreren oppfordrer elevene til å tenke på én ting av gangen istedenfor en kombinasjon av ulike elementer.

340 **Lærer:** Ja, så du mener at ark i seg selv er et system.

Elev: Han er ikke uenig hvis han bare snakker om det samme som oss. Arket alene, for han snakker om alle tre tingene sammen.

Lærer: Ok. Men ta og snakk om en ting om gangen.

Her kan det oppfattes som at det å se ting i sammenheng, som en helhet, er én måte å tenke på, mens det å dele opp helheten og tenke på enkeltelementene, kan være en annen måte å tenke på. Utenom dette er oppfordringene til alternativ tenkning mer indirekte i form av spørsmål fra læreren knyttet til hvordan elevene tenker. Slike indirekte oppfordringer i form av spørsmål er ikke kategorisert som “Oppfordring IM”.

“Tilrettelegging for diskusjon”

Den neste kategorien tilknyttet idémangfold er “Tilrettelegging for diskusjon”. Diskusjon forstås her som naturfagorientert meningsutveksling mellom elever. Diskusjon åpner for idémangfold ved at det gir elevene anledning til å dele sine tanker med hverandre. Som vist i tidligere eksempler (se “Fremheving IM”) kan slike samtaler mellom elevene hjelpe den enkelte med å se ting på nye måter. I undervisningsopplegget inngår gruppediskusjon som en del av gjennomføringen: først kommer elevene frem til egne argumenter individuelt, deretter diskuterer de sine synspunkter gruppevis. På denne måten tilrettelegges det for diskusjon i store deler av økta gjennom selve opplegget. I tillegg gjør læreren enkelte grep som kan styrke elevenes utbytte av diskusjonen.

Før elevene begynner å arbeide individuelt med problemstillingen, gjør læreren dem oppmerksomme på at de etter hvert skal diskutere det de kommer frem til. På denne måten motiveres elevene ved at de har et mål med arbeidet. Vissheten om at tankene deres senere skal deles med andre, kan også føre til at elevene er mer bevisste på å strukturere tankene sine slik at de kan formidles til medelever. Før diskusjonene settes i gang blir det også gjennomgått noen kjøreregler der læreren blant annet understreker viktigheten av å lytte og være åpne for andres meninger. Et annet grep hun gjør er å organisere diskusjonsgruppene slik at hver gruppe har elever med ulike synspunkter.

Under diskusjonene går læreren rundt til de forskjellige gruppene og snakker med elevene for å høre hva de er kommet frem til. I tilfeller der læreren fokuserer på synspunktene fra kun én av elevene på en gruppe, oppfattes det ikke som tilrettelegging for diskusjon, siden det ikke skjer en meningsutveksling *mellom elever*. Det er først i det læreren snakker med flere elever samtidig om hva de tenker, at det forstås som tilrettelegging for diskusjon:

338 **Lærer:** Så kan dere se på det arket her. Nei, dere skal bare diskutere. Hvordan er det med kjørereglene her? (Leser fra plakaten): “En elev presenterer sin påstand med bevis. Andre elever som er uenige legger til... er enige.” Hvem er det som er uenige her?

I sitatet over går læreren inn på enighet og uenighet mellom elevene og hva som forårsaker det ene eller det andre. Et slikt fokus kan særlig være med på å styrke idémangfoldet, da det fordrer elevene til å sammenligne sine ideer og tenkemåter.

“Åpne spørsmål”

Hvilken type spørsmål læreren stiller kan også påvirke idémangfoldet i klasserommet. Åpne spørsmål åpner for flere mulige løsninger, mens lukkede spørsmål begrenser variasjonen i måter å tenke på. Kategorien “Åpne spørsmål” brukes om spørsmål som er orientert mot faglig innhold, den er for eksempel ikke brukt om spørsmål som gjelder ting som om elevene har forstått hva de skal gjøre, om hvordan det går med elevene underveis eller hvor langt de er kommet i prosessen. Ut fra datamaterialet kommer det frem at læreren i mange tilfeller legger frem ufullstendige setninger for elevene som hun vil at de skal fullføre eller utdype. Siden denne typen diskurs krever en verbal respons på samme måte som spørsmål (Tharp & Gallimore, 1988), oppfattes slike tilfeller som en form for spørsmålsstilling.

Under analysen ble det klart at i forbindelse med enkelte spørsmål er det ikke opplagt om læreren er ute etter ett bestemt svar, eller om ulike svar er akseptert. Dette gjelder blant annet hovedspørsmålet i den utforskende aktiviteten – om et papirark er et system eller ikke. Ut fra lærerens mottakelighet for ulike svar i sammenheng med dette spørsmålet, vurderes det som åpent. Dette gjelder også for spørsmål som søker å avdekke elevenes begrunnelser for hvordan de kommer frem til sine konklusjoner. En begrunnelse for denne slutningen finner leseren i forbindelse med resultatene knyttet til positive og negative tilbakemeldinger (4.2.3). De fleste av spørsmålene som stilles underveis i utforskningen kan altså regnes som åpne, med unntak av spørsmål knyttet til definisjonen av et system – dette eksemplifiseres litt senere.

I situasjonen under kan det forstås som at læreren stiller tre åpne spørsmål for å avdekke hvordan elevene tenker på papiret som et system:

275 **Lærer:** Men dette arket, dette arket i seg selv, bare dette arket...

Elev A: Det er et system det òg.

Lærer: Fordi?

Elev A: Fordi det at det er bittbittesmå deler av tre som jobber sammen med å holde papiret helt.

Lærer: Men hvordan jobber det sammen?

Elev B: Eh, de holder hverandre fast så det blir et tett papir.

Elev A: Så det blir tett i tett i tett med sånne biter.

I det første lærerutsagnet stilles spørsmålet i form av en setning som læreren vil at elevene skal fullføre. Her spørres det som elevene mener at arket i seg selv er et system. Deretter spør læreren hvorfor de mener det er et system (“Fordi?”), og deretter følger hun opp med å be elevene forklare hvordan man kan si at delene papiret er bygd opp av jobber sammen. Så lenge elevene begrunner svarene sine virker det som at læreren aksepterer at elever på ulike grupper kommer frem til ulike konklusjoner, og forsøker ikke å overbevise elevene om å tenke annerledes.

Innledningsvis stiller læreren flere lukkede spørsmål. Dette er blant annet ja/nei-spørsmål som til en viss grad kan oppfattes som retoriske: kan det være lurt å tenke på noe som et system i bestemte tilfeller?; er det flere enn forskere som bruker bevis?; kan elevene ses på som forskere? Disse spørsmålene oppfattes som lukkede siden det er rimelig å anta at læreren ønsker å illustrere ulike poenger med dem, noe som krever bestemte svar fra elevene for å lykkes. De lukkede spørsmålene som stilles *underveis* i utforskningen er hovedsakelig relatert til å gjengi definisjonen på et system:

- 329 **Lærer:** Hva er kriteriene, hva er reglene for at man kan kalle noe for et system?
 Elev A: At form og funksjon.
 Elev B: Det kan være en funksjon selv om det ikke er et system.
 Lærer: Hva er det reglene er, hva er kriteriene for at man kalle en ting for et system?
 Elev C: Det må være flere deler som er satt sammen, sånn at det kan bli et system.
 Lærer: Flere deler... Som... Det er ulike deler som...
 Elev C: Som jobber sammen.
 Lærer: Jobber sammen ja. Mm.

Her er det tydelig at læreren er ute etter ett bestemt svar, og hun gjentar spørsmålet og gir støttende vink som leder elevene til definisjonen. Bortsett fra enkelte andre spørsmål med innlysende svar (hva menes med å være “for” noe?; Stein er et navn på hva?; inngår blyant og menneske i et papirark?), kan de fleste spørsmålene i datamaterialet tolkes som åpne.

4.2.3 Respons

Innen dimensjonen “Respons” er det forsøkt kartlagt om responsen læreren gir elevene er positiv eller negativ. Ønsket er at dette skal kunne si noe om hvordan læreren forholder seg til mindre vellykkede elevbidrag, siden dette kan påvirke aksepten for å gjøre feil, som igjen kan påvirke elevenes villighet til å ta sjanser (NACCCE, 1999). I og med at kodene “Positiv respons” og “Negativ respons” er orientert mot respons på elevenes prestasjoner, overlapper de med kodene “Fremheving FE” og “Fremheving IM”. Samtidig kan de også dekke respons som er knyttet til andre aspekter enn forestillingsevne og idémangfold.

Læreren kan gi respons med ulik grad av positivitet, noen tilbakemeldinger kan være svært rosende, andre kan være mer nøkterne. I den andre enden av kontinuumet gjelder det samme for negativ respons. I mellom disse finner man det som kan forstås som nøytral respons med verken positiv eller negativ ladning. I denne studien ble det valgt å markere respons fra læreren som enten positiv, nøytral eller negativ. En gradert koding av den ladede responsen ble ikke gjennomført, altså skiller ikke kodene mellom svært eller litt positiv respons.

Nøytral respons er i dette arbeidet definert som kommentarer til elevbidrag, der læreren ikke gir tydelige signaler om hva hun mener om det eleven sier eller gjør. I datamaterialet er dette ofte utsagn av typen “Ja” eller “Mm” etterfulgt av et oppfølgingsspørsmål eller en tydeliggjøring eller gjentagelse av det eleven har sagt. I sammenhenger der lærerens “Ja” eller “Mm” har et utpreget positivt tonefall, blir responsen regnet som positiv. “Ja”-utsagn regnes også som positive dersom de er etterfulgt av setninger som bekrefter gyldigheten av elevenes utsagn, slik som i dette tilfellet:

- 3 **Lærer:** ... F.eks. det å tenke på en stein som et system gjør ikke at vi lærer noe mer om steinene eller forstår noe om dem. Er dere enig i det? Hvis vi tar en....
 Elev: En ting: da lærer man at det ikke er et system
 Lærer: Ja, det gjør man jo.

Lærerens formulering tyder på at læreren er enig med elevens påstand, og responsen kan derfor forstås som positiv. En annen respons, senere i undervisningsopplegget, er det vanskeligere å tolke hva læreren mener om elevbidraget:

383 **Elev:** Papiret er et system på grunn av at papiret er lagd av tre, og treet er lagd av det som gir næring til treet, og treet er et system.

Lærer: Mm, så derfor mente du at treet er system.

Denne responsen forstås som nøytral. Slik nøytral respons viser seg å være dominerende i datamaterialet. Ellers er det observert flere tilfeller av positiv enn negativ respons. Den positive responsen kan deles inn i to typer: positiv respons til hele klassen og positiv respons til enkeltelever. Den positive responsen til klassen går på innsats og hva elevene har fått til generelt:

374 **Lærer:** Nå merker jeg, at det er... jeg går rundt og hører på dere, at det er veldig mange her som holder fokus, som klarer å snakke om det dere skal snakke om. Det er imponerende bra. Veldig gøy. Og så ser jeg, hører jeg også at dere, at det er noen som har klart å bytte mening, har fått til det.

Det meste av den positive responsen til enkeltelever er korte bekreftelser på at konkrete elevutsagn er riktige. Denne responsen er nøktern uten andre positivt ladede enkeltord enn ”ja”:

17 **Lærer:** ... Er det andre som må bruke bevis enn forskere? Er det bare forskere som må bruke bevis? Hvem andre er det som må bruke bevis? Jan?

Elev: Vi noen ganger.

Lærer: Ja, dere også noen ganger ja. Er dere litt forskere da?

(Noen elever svarer ”Ja.”)

Lærer: Mm. Vilde?

Elev: Ehm, hvis det politimenn som har fanget en skurk, så må de bevis at det er den.

Lærer: Ja, det må de.

I de sammenhengene læreren bruker et videre spekter av ord med positive konnotasjoner, er det oftest i sammenheng med hva elevene har gjort, ikke i sammenheng med elevenes formidling av svar og tanker. I følgende eksempel har en elev forklart klassen hvordan han byttet mening underveis i diskusjonen:

405 **Lærer:** Hvem var det du lytta til da Mads? (Eleven peker på en annen elev) Ok, da lytta du til Jan, Mm, veldig bra.

I et annet eksempel forsøker læreren å løse en situasjon hvor en elev ikke lenger vil være med på gruppediskusjonen da resten av gruppa er uenige med ham:

412 **Lærer:** ... Men har dere andre lest deres begrunnelser?
(De tre elevene som er enige bekrefter at det har de gjort)

Lærer: Ja. og du bidro veldig godt til diskusjonen i stad, Hans.

I eksemplene brukes “veldig bra” og “veldig godt” om ønsket elevatferd. Slik tydelig positiv ordbruk finner man bare i én sammenheng der læreren gir respons på en elevs produkt. I samtalen, som allerede er sitert i forbindelse med koden “Fremheving IM”, sier læreren “Så utrolig spennende da” om det eleven har skrevet. Her er det verdt å merke seg at selv om responsen er positiv, bekrefter den ikke om det eleven har skrevet er riktig.

Negativ respons forstås som respons som virker avvisende, som gir inntrykk av at en elev ikke har lyktes, eller som påpeker uønsket atferd hos en elev. Av de få tilfellene der negativ respons er avdekket i datamaterialet, er kun én i forbindelse med riktigheten av et elevbidrag:

360 **Elev A:** Papirark er et system fordi det er laget av bæsje og trær.

Lærer: Sånn at fordi at det er laget av trær, så er det et system?

Elev A: Og bæsje.

Lærer: Det er ikke laget av bæsje.

(Elev A ler.)

Elev B: Det er jo det i sånn, eh, Amerika og sånn, så er det laget av elefant-bæsje.

Lærer: Åja, ok, det fins noen typer ark som er laget av bæsje, det var ikke jeg klar over. Mm. Jaja.

Eleven får altså responsen at han ikke har lyktes i å beskrive hva papir er laget av. Her moderer imidlertid læreren seg, og er åpen for at det kan finnes noen typer ark denne typen. (Det er verdt å merke seg at læreren først overser at eleven har sagt “bæsje”, en nøytral måte å fokusere på det “riktige” svaret på.) I de andre tilfellene med negativ respons er de enten

relatert til forslag fra elevene (om å løpe ut å hente stein; om å fortelle en vits) eller uønsket atferd i form av avsporing eller manglende innsats. Dette forekommer riktignok sjeldent i økta.

I forbindelse med elevenes tanker i diskusjonen om et papirark er et system, gir læreren i liten grad uttrykk for at hun mener det ene perspektivet er bedre enn det andre:

Elever kommer frem til at et papirark er et system:

299 **Lærer:** Og så dere, for at ting skal være et system, så vet dere at et system er satt sammen av ulike deler.

Elev A: Som jobber sammen.

Lærer: Som jobber sammen. Så det er de to tingene: Det er satt sammen av ulike deler og det jobber sammen. De delene, de jobber sammen.

Elev B: Ja, og det er jo i et papir.

Lærer: Og det mener dere, at det er det i et papir.

Elev B: Jepp.

Lærer: Mm. Bare fortsett dere, så går jeg videre.

(Læreren går videre til en annen gruppe.)

Elever kommer frem til at et papirark ikke er et system:

215 **Lærer:** Hva var det du mente, Maren?

Elev A: Et ark er ikke et system, fordi ingenting jobber sammen.

Lærer: Fordi at?

Elev A: Ingenting jobber sammen.

Lærer: Mm. Så da har du tenkt på det at: "for et system er laget av deler som jobber sammen" (Peker mot begrepstavla). Og du mener at da er det ikke et system, for det er ikke noe som jobber sammen. Hva...

Elev B: Men hvis en blyant kommer og skriver på det, så er det jo som gitaren og gutten, da jobber jo to systemer sammen.

Lærer: Mm, så da er det to...

Elev B: To ting som samarbeider, så blir det et system.

Lærer: Aah, så da tenker du at det arket alene er ikke noe system, men når det kommer noe annet til, så blir det et system.

Elev B: Ja.

Lærer: Mm.

(Læreren går videre til en annen gruppe.)

Ser man på lærerens oppsummerende respons på elevenes ulike konklusjoner, har begge tilfellene til felles at læreren trekker frem elevenes synspunkter ("Og det mener dere, at..."/"... så da tenker du at...") uten å vurdere dem. Det kommer heller ikke klart frem hva som er riktige løsninger i lærerens avslutning av økta. Dette gjør at oppgaven med papirarket kan forstås som en åpen oppgave. Siden det ikke ser ut til at problemstillingen har én riktig løsning, kan man gå ut fra at det er en høyere terskel for elevene å gjøre feil. Datamaterialet inneholder også få tilfeller der det kommer frem at elevene gjør tydelige feil, noe som begrenser hvor mye man kan si om lærerens respons på mindre gode elevbidrag.

4.2.4 Oppsummering

Resultatene fra del 4.2 oppsummeres i tabell 4.2. Kodeskjemaet har samme type oppbygning som det i tabell 4.1, og kan ses på som en fortsettelse av det foreslått analytiske rammeverket som allerede er omtalt.

Tabell 4.2 – Kodeskjema – lærerens tilrettelegging

Lærerens tilrettelegging		
Dimensjoner	Kategorier	Hvordan kategoriene brukes på dataene
Forestillingsevne	Modellering	Læreren demonstrerer bruk av forestillingsevne. Tydelig bruk av forestillingsevne fra lærerens side.
	Fremheving FE	Læreren bruker tid på elevbidrag som tyder på bruk av forestillingsevne. Tilbakemeldinger. Ikke-negativ oppmerksomhet.
	Oppfordring FE	Direkte oppfordring fra læreren om at elevene skal forestille seg noe.
Idémangfold	Vise idémangfold	Lærerhandlinger som ikke springer ut fra elevbidrag, som styrker elevenes repertoar av tenkemåter.
	Fremheving IM	Læreren bruker tid på elevbidrag som styrker idémangfoldet. Tilbakemeldinger. Ikke-negativ oppmerksomhet.
	Oppfordring IM	Direkte oppfordring fra læreren om at elevene skal tenke på forskjellige måter.
	Tilrettelegging for diskusjon	Læreren lar elevene diskutere med hverandre. Grep læreren tar for å gi elevene større utbytte av diskusjon.
	Åpne spørsmål	Spørsmål med flere aksepterte svar, kontra spørsmål der læreren er ute etter bestemte svar fra elevene.
Respons	Positiv respons	Respons som bekrefter elevenes utsagn. Bekreftende setninger. Utpreget positivt tonefall.
	Nøytral respons	Respons der læreren ikke gir tydelige signaler om hva hun mener om det elevene sier eller gjør.
	Negativ respons	Respons som er avvissende, som signaliserer at eleven har mislyktes, som påpeker uønsket atferd.

Dimensjonen “Forestillingsevne” viser til hvordan læreren tilrettelegger for aktiv bruk av forestillingsevne i undervisningen. Dimensjonen er delt inn i tre kategorier: “Modellering”, tilfeller hvor læreren demonstrerer bruk av forestillingsevnen; “Fremheving FE”, situasjoner der læreren bruker tid på å snakke med elevene om hvordan de tenker; og “Oppfordring FE”, tilfeller hvor læreren oppfordrer elevene direkte til å se for seg noe.

Dimensjonen “Idémangfold” viser til hvordan læreren legger til rette for kreativitet ved å gjøre elevene bevisste på hvordan man kan tenke på ting på ulike måter. Dimensjonen er delt inn i fem kategorier: “Vise idémangfold”, der læreren gjør ulike ideer og måter å tenke på tilgjengelig for elevene; “Fremheving IM”, der læreren vier oppmerksomhet til ulike ideer og tenkemåter; “Oppfordring IM”, der læreren oppfordrer elevene til å tenke på ulike måter; “Tilrettelegging for diskusjon”, der læreren lar elevene diskutere med hverandre, og gjør grep som fører til bedre diskusjoner; og “Åpne spørsmål”, der læreren stiller spørsmål som kan ha mer enn ett riktig svar.

Dimensjonen “Respons” kan si noe om hvordan læreren forholder seg til situasjoner der elevene gjør feil. Dimensjonen er delt inn i kategoriene “Positiv respons”, “Nøytral respons” og “Negativ respons”. Tilfeller hvor læreren gir bekræftende respons eller respons med utpreget positivt tonefall forstås som positiv respons. Tilfeller hvor læreren ikke gir tydelige signaler om hva hun mener om det elevene gjør forstås som nøytral respons. Respons som er avvisende, som signaliserer at eleven har mislyktes eller som påpeker uønsket atferd, forstås som negativ respons.

5 Diskusjon

5.1 Forestillingsevne

Gjennom naturfaget lærer elevene om den verden de lever i. Læreplanens kompetansemål sier blant annet at de skal “beskrive og illustrere hvordan jorda, månen og sola beveger seg i forhold til hverandre” (Kunnskapsdepartementet, 2013, s. 6); “diskutere hvorfor kildesortering er viktig” (ibid., s. 6); “beskrive hvordan noen mineraler og bergarter har blitt dannet” (ibid., s. 8); “beskrive nervesystemet og hormonsystemet og forklare hvordan de styrer prosesser i kroppen” (ibid., s. 9); og “forklare hva drivhuseffekt er” (ibid., s. 11) (kompetansemål henholdsvis etter 2., 4., 7. og 10. årstrinn, og etter Vg1). Dette er eksempler på mål som dekker sammensatte fenomener og sammenhenger som ikke kan observeres direkte, og man kan derfor anta at de forutsetter at elevene er i stand til å danne forestillinger av det som skal beskrives, diskuteres eller forklares (Vygotskij, 1930/2004). I flere tilfeller legges det opp til at elevene skal se for seg ting som kan være fremmed for deres egen, erfarte verden, for eksempel hvordan impulser beveger seg i nervesystemet eller hvordan varmestråling kan gå fra å være kortbølget til å bli langbølget. Dette gir grunnlag til å anta at forestillingsevnen spiller en viktig rolle når man skal lære naturfag.

I utforskende arbeidsmåter i naturfag har elevene anledning til å bruke forestillingsevnen kreativt, enten de skal utvikle hypoteser, eksperimenter eller forklaringer (Hadzigeorgiou, 2012). Elevenes arbeid med å forklare hvordan et papirark kan oppfattes som et system eller ikke, viser flere tilfeller hvor det er sannsynlig at bruk av forestillingsevnen ligger bak. Når en elev snakker om muligheten for at et menneske med blyant kan danne et system sammen med et papirark, kan man oppfatte det som at han gjennomfører et enkelt tankeeksperiment. Når en elev beskriver et ark som ørsmå trebiter som holder sammen, kan man forstå det som en visualisering av noe som ikke lar seg observere med det blotte øye. Når en elev sammenligner et papirark med en bil som frakter mennesker, kan man tenke seg at det er de mentale representasjonene av disse konseptene hun sammenligner. Slike forestillinger er viktige for å danne forklaringer som bygger på mer enn det faktiske som er observerbart og til stede (Hadzigeorgiou, 2012), og viser likhetstrekk mellom elevenes kreativitet og autentisk naturvitenskapelig kreativitet.

Elevenes utvikling av forklaringer gjennom diskusjon, gir en sosial dimensjon til det kreative arbeidet. På denne måten kan elevenes aktivitet kobles til naturvitenskapelig kreativitet, som i stor grad er av sosial art (Hadzigeorgiou, 2012). Ut fra dette kan man slutte at elevene bør utvikle muntlige og skriftlige ferdigheter som gjør de i stand til å formidle sine forestillinger til medelever, skal de være i stand til å bygge på hverandres ideer. Slik styrkes også idémangfoldet i klasserommet. Læreren observeres å støtte elevens utvikling av slike formidlingsevner ved å dele egne forestillinger med elevene, og ved å snakke med elevene om deres tanker. Slike samtaler kan tenkes å gjøre elevene bevisst på rollen forestilling kan spille i utforskende arbeid, og gjøre dem mer selvregulerte i forbindelse med slik tenkning.

5.2 Frihet og begrensninger

Det meste av den utforskende aktiviteten med papirarket er styrt av elevene selv. Problemstillingen er gitt av læreren, men hvordan den skal angripes er opp til elevene. Den begrensede lærerstyringen gjør at elevene i større grad får mulighet til å arbeide som kreative forskere (Kind & Kind, 2007). Elevene følger ikke en oppskrift for gjennomføringen, slik forsøk ofte kan være lagt opp. Slike oppskrifter kan begrense elevenes mulighet til å skape egne ideer til problemløsningen, og kan dermed begrense den kreative utfoldelsen (ibid.). Det ser heller ikke ut til at elevene ledes mot å komme frem til et bestemt resultat for å bekrefte allerede etablert naturvitenskapelig kunnskap. Dette styrker autentisiteten i utforskningen, reduserer faren for å få “feil” resultater, samtidig som det legger til rette for divergerende tenkning. I tillegg kan man forstå det som at elevene opplever en større grad av frihet ved at prestasjonene ikke vurderes eller inngår i konkurranse, noe som ifølge Hennessey og Amabile (1987) er gunstig for elevenes kreative yteevne. Samtidig kan man spørre seg om det faktum at elevene observeres av fire videokameraer og to-tre forskere kan ha en innvirkning på hvordan de presterer kreativt (jf. Hennessey og Amabile (1987)).

Under utforskningen begrenses elevene riktignok av rammefaktorer som tid og utstyr, og aktiviteten tar i liten grad utgangspunkt i observasjon og manipulasjon av papiret. Det som utforskes er en enkel, familiær gjenstand som elevene ser ut til å ha en del kunnskap om fra før. Elevene bruker ikke tiden på datainnsamling, men heller tenkning og diskusjon rundt problemstillingen. Man kan forstå det som at det minimalistiske utgangspunktet legger til rette for at elevene skal bruke sine forestillingsevner for å utvikle sine forklaringer. Samtidig

kan man argumentere at begrensede valgmuligheter med tanke på utstyr svekker elevenes kreative potensiale (Hennessey & Amabile, 1987).

5.3 Kombinering

Elevenes potensielle forestillinger og kreativitet bygger som nevnt på deres kunnskaps- og erfaringsgrunnlag, det samme gjelder for naturvitenskapens tenkere (Weisberg, 1999). Scott et al. (2011) betrakter dyp forståelse innen naturfaget som et resultat av evnen til å koble naturfagrelatert kunnskap på ulike måter. Siden kreativitet kan forstås som hensiktsmessig kombinasjon av tidligere separat kunnskap (Boden, 2001), kan man se en sammenheng mellom Scott et al.s (2011) ulike typer naturfaglige koblinger og kombinatorisk kreativitet innen naturfaget (Boden, 2001). Man kan gå ut fra at jo i større grad en elev behersker de ulike typene koblinger i læringssituasjonen, jo mer sannsynlig er det at hun er i stand til å gjøre tilsvarende, nye koblinger på egenhånd i forbindelse med kreativ tenkning. Resultatene viser at elevenes kombinerings av kunnskap under utforskningen av papirarket kan forstås som å overlape med tre av Scott et al.s (2011) koblingstyper. Man kan gå ut fra at elevutforskningens tema, arbeidsmåter og elevenes begrensede naturfaglige kompetanse påvirker hvilke koblingstyper som kommer frem i datamaterialet. På grunn av at elevenes forholdsvis lave kompetansenivå, var det utfordrende å avgjøre hva som skulle regnes som naturfaglig kunnskap og hva som skulle regnes som generell allmennkunnskap eller hverdagsoppfatninger. Sannsynligvis vil et slikt skille være tydeligere på høyere årstrinn, der det naturfaglige innholdet er mer avansert. Scott et al.s koblingstyper kan derfor tenkes å være mer egnet til å si noe om kombinatorisk kreativitet i naturfagundervisningen på ungdomsskole- eller videregående-nivå.

5.4 Individuell originalitet og utforskende arbeidsmåter

I resultatdelen skrives det om både individuell og relativ originalitet. Med tanke på at naturfagundervisningen bør bidra til å utvikle den enkeltes kreativitet, kan man argumentere for at individuell originalitet, i form av både little- og mini-c creativity (Craft, 2001; Kaufman & Beghetto, 2009), bør være prioritert foran relativ originalitet. Siden relativ originalitet kommer frem gjennom sammenligning av prestasjoner, tar en slik tilnærming mindre hensyn til elevenes individuelle forutsetninger. En prestasjon som er enestående i

elevgruppen, kan for en flink elev være plankekjøring og innebære liten grad av individuell originalitet. En prestasjon som er uoriginal i klassesammenheng, kan for en svakt presterende elev være tankemessig nybrottsarbeid og representere høy grad av individuell originalitet. En vektlegging av individuell originalitet kan altså sies å være i tråd med tilpasset opplæring, der den enkelte elevs forutsetninger er i fokus.

Problemstillingen elevene arbeider med i den observerte økta ble i resultatdelen vurdert til å lede mot individuell originalitet. Dette begrunnes med at den tar opp problematikk som elevene sannsynligvis ikke har tenkt på tidligere. En slik begrunnelse kan gjelde for mange av problemstillingene som er forbundet med utforskende arbeidsmåter i naturfag, og individuell originalitet vil sannsynligvis være et naturlig aspekt ved disse aktivitetene. Samtidig kan det tenkes at enkelte utforskende aktiviteter kan ta utgangspunkt i problemer som er mer familiære for eleven, muligens fordi eleven har fundert over problemet på egenhånd, eller kanskje fordi problemet ligner utfordringer eleven har arbeidet med på skolen tidligere. I slike tilfeller kan det tenkes at eleven benytter etablerte kunnskapskombinasjoner, for eksempel i form av fremgangsmåter eller tenkemåter, for å komme frem til en naturfaglig forklaring. Arbeidet vil da være mindre preget av individuell originalitet. Mindre kreativ utforskning og tenkning av denne typen er også en del av autentisk naturvitenskapelig arbeid (Kind & Kind, 2007), og bør inkluderes i naturfagundervisning for å unngå en fremstilling av vitenskap som en utelukkende kreativ prosess, uten faste prosedyrer og tenkemåter (ibid.).

Videre kan man spørre seg: Er det læreren eller er det den utforskende arbeidsmåten som tilrettelegger for kreativitet underveis i økta? Er det aktiviteten i seg selv som gjør at elevene tyr til kreativ tenkning, eller er slik tenkning avhengig av lærerens interaksjon med elevene? I kraft av å være problemløsning som fordrer til nye måter å tenke på, kan utforskningen av papirarket i stor grad forstås som kreativitetsfremmende i seg selv. Samtidig tyder funn i datamaterialet på at elevene ikke er ferdig utviklet som *selvstendige* kreative tenkere, og at flere er avhengig av lærerens stillasbygging for å mestre oppgaven (Wood et al., 1976). Man kan anta at dette henger sammen med at elevene har begrenset erfaring med slikt arbeid. Etter hvert som elevene internaliserer den kreative prosessen (Vygotskij, 1930-1934/1978), kan man anta at utforskende arbeidsmåter i seg selv i større grad vil kunne fremme kreativ tenkning. Lærerens rolle kan derfor sies å være viktig tidlig i elevenes møte med utforskende arbeidsmåter, da hun kan hjelpe elevene med å bruke sin fantasi til målrettet kreativitet gjennom blant annet modellering, instruering og fokus på gode tilnærminger. I denne

sammenheng bør lærerens stillasbygging være i form av *hvordan* elevene kan tenke, ikke *hva* elevene skal tenke.

5.5 Et klima hvor det er uproblematisk å gjøre feil

Elever som tar sjanser har større sannsynlighet for å være kreative (Joubert, 2001). En faktor som er viktig med tanke på elevenes villighet til å ta sjanser, er læringsmiljøets klima i forhold til det å gjøre feil (ibid.). Ved å ikke vie negativ oppmerksomhet til mindre gode elevsvar, unngår læreren å skape negative opplevelser rundt det å svare feil. Når en elev sier at papir er laget av tre og bæsj, ignorerer læreren delen av svaret hun mener er galt og fokuserer på det hun mener er riktig. Samtidig ser man at læreren i liten grad gir utpregede positive tilbakemeldinger til gode elevbidrag under diskusjonen. Ved å legge seg på en slik flat linje, kan man unngå at mangel på ros oppfattes som noe negativt. Dette gjør sannsynligvis terskelen lavere for at elevene skal bidra med sine tanker i diskusjonen, siden det innebærer lav risiko for negative følger. Ut fra elevengasjementet som observeres i klasserommet, ser det ut til at læreren i stor grad har lyktes med å etablere et slikt læringsmiljø. Dersom elevene ikke er redd for å ta sjanser, og gjerne deler det de tenker, vil også idémangfoldet i klasserommet styrkes. Et rikere idémangfold kan gi elevene flere muligheter når de kombinerer ulike ideer og tenkemåter i utforskende arbeid, og kan på denne måten styrke elevenes kreative prestasjoner (Boden, 2001).

6 Avslutning og oppsummering

“Hvordan kommer elevers kreativitet til uttrykk i utforskende naturfagundervisning?”

Resultatene i denne studien gir grunnlag for å tro at ved å se etter ulike aspekter ved kreativitet, kan man si noe om hvordan slik tenkning kommer til uttrykk hos elevene. Dimensjonene som er utarbeidet i denne sammenhengen er originalitet, verdi, bruk av forestillingsevne og kombineringskunnskap. Siden undervisningen skal utvikle den enkelte elevs kreative evner, kan man argumentere for at det er den individuelle originaliteten som først og fremst bør ivaretas. Man kan gå ut fra at elever til en viss grad utøver individuell originalitet når de beskjeftiger seg med nye og fremmede problemstillinger i utforskende naturfagundervisning. Kreativitet forutsetter også det man kan kalle en form for målorientert verdi. Under elevenes diskusjon i forbindelse med problemløsningen, kan relevante elevbidrag som kan bidra til å utvikle naturfaglige forklaringer forstås som verdifulle. Når det gjelder elevenes bruk av forestillingsevne, kan man anta at en viss grad av forestillingsevne ligger bak konkrete henvisninger i elevenes utsagn. Kreativitet kan også forstås som ny kombinasjon av etablert kunnskap. Funnene i materialet viser at man ved å analysere elevenes utsagn kan dele de opp i forskjellig kunnskap innenfor ulike kategorier.

Ved å se på disse aspektene i sammenheng, kan man få et mer helhetlig inntrykk av elevenes kreativitet. Dersom en elevprestasjon bærer preg av individuell originalitet; bidrar til å gi en gyldig løsning på et problem; tyder på bruk av forestillinger; og ser ut til å bygge på variert kunnskap, vil det være rimelig å anta at prestasjonen er et produkt av en kreativ prosess.

“Hvordan tilrettelegger en lærer for kreativitet i utforskende naturfagundervisning?”

Når det gjelder lærerens tilrettelegging for kreativitet, peker resultatene mot flere ulike strategier. Under det utforskende arbeidet som er observert, kan diskusjon i seg selv se ut til å fremme kreativitet. Det ser ut til at ved å dele sine tanker, styrker elevene idémangfoldet i klassen. Samtidig tyder det på at en slik utveksling muliggjør kritisk vurdering av hverandres ideer og potensiell videreutvikling og forbedring av forklaringer, noe som kjennetegner kreativ tenkning. Læreren observeres å tilrettelegge for elevenes diskusjon, blant annet ved å sørge for at elever med ulike oppfatninger diskuterer sammen. Ved å gå rundt å snakke med gruppene om hvilke tanker elevene har, er hun med på å fremheve aktivitetens instruksjoner som

omhandler enighet og uenighet. Ellers kan det forstås som at læreren styrker idémangfoldet i klasserommet ved å gjøre ulike kognitive strukturer tilgjengelig for elevene; ved å fremheve elevenes ulike tanker; ved å oppfordre elevene til å tenke på forskjellige måter (for og imot); og ved å stille elevene åpne spørsmål. Det observeres at læreren i liten grad kommer med utpregede positive eller negative tilbakemeldinger under elevenes utforskning. Dette kan forstås som en måte å bygge opp under et læringsmiljø hvor det er uproblematisk for elevene å gjøre feil. Det ser ut til at når læreren verken bekrefter eller avkrefter elevenes ideer, men heller stiller oppfølgingsspørsmål, rettes ikke oppmerksomheten mot “riktig” eller “galt”, men mot *prosessen* å komme frem til gode forklaringer. I tillegg kan problemstillingen forstås som en åpen oppgave, noe som gjør det å snakke om riktige og gale svar mindre relevant. I noen sammenhenger ser det ut til at læreren tilrettelegger for elevenes bruk av forestillingsevne, men dette er observert i liten grad i datamaterialet.

“Hvordan ivaretas kreativitet i utforskende naturfagundervisning?”

Ut fra funnene ser det ut til at elevenes kreativitet er ivaretatt i den utforskende naturfagundervisningen som er observert. Det er ikke dermed sagt at all utforskende naturfagundervisning ivaretar elevers kreativitet. Studiens resultater tyder på at enkelte forutsetninger og tilnærminger kan øke sannsynligheten for at kreative evner kan utvikles gjennom utforskende arbeidsmåter.

- Blant annet bør den utforskende aktiviteten skje i et læringsmiljø hvor elevene ikke er redde 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 (NACCCE, 1999) .
- Elevene bør vite målet med det utforskende arbeidet, slik at prestasjonene deres kan orienteres mot en hensikt, og på denne måten ha en verdi. Kreative produkter har et formål (Runco & Jaeger, 2012).
- Den utforskende aktiviteten bør ikke være styrt av læreren i for stor grad. Problemstillinger som fordrer at elevene kommer frem til bestemte resultater, eller gitte oppskrifter for gjennomføring begrenser elevenes frihet til å komme opp med egne ideer og løsninger.
- Diskusjon kan legge til rette for sosial kreativitet. Ved å diskutere forklaringer knyttet til utforskningen kan elevene vurdere hverandres bidrag, bygge på hverandres ideer og videreutvikle sine forklaringer.

- Læreren bør legge til rette for elevenes bruk av forestillingsevne, og bør gjøre ulike ideer og måter å tenke på tilgjengelig for elevene.

Det understrekes at disse punktene er basert på funnene fra et enkelt case hvor diskusjonsfasen i utforskende arbeidsmåter preget undervisningen. Ser man på utforskende aktiviteter der andre aspekter ved utforskningen tar mer plass, kan man anta at også andre aspekter ved kreativitet kan vise seg å være sentrale.

Litteraturliste

- Alvesson, Mats, & Sköldberg, Kaj. (1994). *Tolkning och reflektion : vetenskapsfilosofi och kvalitativ metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, Emilia, & Sørvik, Gard Ove. (2013). Reality Lost? Re-Use of Qualitative Data in Classroom Video Studies. *Forum qualitative Sozialforschung*, 14(3).
- Bakhtin, Michail. (1998). *Spørsmålet om talegenrane* (Rasmus Slaattelid, Overs.). Bergen: Ariadne forl. (Original utgivelse 1979)
- Bandura, A. (2010). Self-efficacy. I Irving B Weiner & W Edward Craighead (Red.), *The Corsini encyclopedia of psychology* (4. utg., Vol. 4). New York: John Wiley & Sons.
- Barber, J. (2009). The seeds of science/roots of reading inquiry framework. Lastet ned fra <http://www.scienceandliteracy.org>.
- Beghetto, Ronald A. , & Kaufman, James C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for mini-c creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1, 73-79.
- Boden, Margaret A. (2001). Creativity and Knowledge. I Bob Jeffrey, Mike Leibling & Anna Craft (Red.), *Creativity in education* (s. 95-102). London: Continuum.
- Boden, Margaret A. (2004). *The creative mind : myths and mechanisms* (2. utg.). London: Routledge.
- Cho, Younsoon, Chung, Hye Young, Choi, Kyoulee, Seo, Choyoung, & Baek, Eunjoo. (2013). The Emergence of Student Creativity in Classroom Settings: A Case Study of Elementary Schools in Korea. *The Journal of Creative Behavior*, 47(2), 152-169. doi: 10.1002/jocb.29
- Cohen, Louis, Manion, Lawrence, Morrison, Keith, & Bell, Richard Colin. (2011). *Research methods in education* (7. utg.). London: Routledge.
- Craft, Anna. (2001). 'Little c Creativity'. I Bob Jeffrey, Mike Leibling & Anna Craft (Red.), *Creativity in education* (s. 45-61). London: Continuum.
- Craft, Anna. (2005). *Creativity in schools : Tensions and Dilemmas*. London: Routledge.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2010). Self-determination. I I. B. Weiner & W. E. Craighead (Red.), *The Corsini Encyclopedia of Psychology* (4. utg., Vol. 4, s. 1530-1532). New York: Wiley.
- DeHaan, Robert L. (2011). Teaching Creative Science Thinking. *Science*, 334(6062), 1499-1500. doi: 10.1126/science.1207918

- Egan, Kieran. (1992). *Imagination in teaching and learning : the middle school years*. Chicago: University of Chicago Press.
- Einstein, Albert. (1993). *Relativity : the special and general theory* (Robert W. Lawson, Overs.). London: Routledge. (Original utgivelse 1920)
- Gardner, Howard. (1985). *The mind's new science : a history of the cognitive revolution*. New York: Basic Books.
- Gardner, Howard. (1993). *Creating minds : an anatomy of creativity seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Gandhi*. New York: Basic Books.
- Gardner, Howard. (1999). *Intelligence reframed : multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- Gruber, Howard E. (1981). *Darwin on man : a psychological study of scientific creativity* (2. utg.). Chicago: University of Chicago Press.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hadzigeorgiou, Y. , Fokialis, P. & Kabouropoulou, M. (2012). Thinking about Creativity in Science Education. *Creative Education*, 3(5), 603-611. doi: 10.4236/ce.2012.35089
- Harris, Paul L. (2000). *The work of the imagination*. Malden, MA: Blackwell.
- Haug, Berit S. (2014). *Teaching for conceptual understanding in science within an integrated inquiry-based science and literacy setting*. (PhD), Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo, Oslo.
- Haug, Berit S., & Ødegaard, Marianne. (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(5), 777-800. doi: 10.1007/s11165-014-9402-5
- Haw, Kaye, & Hadfield, Mark. (2011). *Video in social science research : functions and forms*. London: Routledge.
- Heath, Christian, Hindmarsh, Jon, & Luff, Paul. (2010). *Video in qualitative research : analysing social interaction in everyday life*. Los Angeles, Calif: Sage.
- Hennessey, Beth A, & Amabile, Teresa M. (1987). Creativity and Learning: What Research Says to the Teacher. Washington, DC: National Education Association. Lastet ned fra <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED312835.pdf>
- Hoven, Grete, & Rye, Anne Lise Angen. (2004). *Flere hoder tenker bedre enn ett : rapport fra et prosjekt der en prøver ut noen utvalgte læringsstrategier for elever med AD/HD* Statped skriftserie (online), Vol. 30. Lastet ned fra

- http://www.statped.no/Global/Publikasjoner/Statped%20skriftserie/nr30%20-%20Flere_hoder_tenker_bedre_enn_ett.pdf
- Inqscribe [Programvare] (Versjon 2.2.3). (2015). Chicago: Inquirium. Lastet ned fra <https://www.inqscribe.com/>
- Interact [Programvare] (Versjon 14.0). (2015): Mangold. Lastet ned fra <http://www.mangold-international.com/>
- Jeffrey, Bob, & Craft, Anna. (2001). Introduction: The Universalization of Creativity. I Bob Jeffrey, Mike Leibling & Anna Craft (Red.), *Creativity in education* (s. 1-13). London: Continuum.
- Joubert, Mathilda Marie. (2001). The art of creative teaching: NACCCE and beyond. I Anna Craft, Jeffrey, Bob & Leibling, Mike (Red.), *Creativity in education* (s. 17-34). London: Continuum.
- Kaufman, James C., & Beghetto, Ronald A. (2009). Beyond big and little: The four c model of creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1-12. doi: 10.1037/a0013688
- Kind, Per Morten, & Kind, Vanessa. (2007). Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science. *Studies in Science Education*, 43(1), 1-37. doi: 10.1080/03057260708560225
- Kolstø, Stein Dankert, & Knain, Erik. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforl.
- Kunnskapsdepartementet. (2006/2013). *Kunnskapsløftet*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2011). *Den generelle delen av læreplanen*. Lastet ned fra http://www.udir.no/Upload/larerplaner/generell_del/generell_del_lareplanen_bm.pdf.
- Kunnskapsdepartementet. (2013). *Læreplan i naturfag: NAT1-03*. Lastet ned fra <http://data.udir.no/kl06/NAT1-03.pdf>.
- Leach, John, & Scott, Phil. (2003). Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education. *Science & Education*, 12(1), 91-113. doi: 10.1023/A:1022665519862
- Maxwell, Joseph. (1992). Understanding and Validity in Qualitative Research. *Harvard Educational Review*, 62(3), 279-300.
- McComas, William F. (1998). *The nature of science in science education : rationales and strategies* Science & technology education library, Vol. v. 5.

- Meyer, Allison Antink, & Lederman, Norman G. (2013). Inventing creativity: an exploration of the pedagogy of ingenuity in science classrooms. *School Science and Mathematics, 113*(8), 400-409.
- The National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (NACCCE). (1999). *All Our Futures: Creativity, Culture and Education*. London: National Advisory Committee on Creative and Cultural Education. Lastet ned fra <http://sirkenrobinson.com/pdf/allourfutures.pdf>
- Newton, Isaac. (1979). *Opticks, or, a treatise of the reflections, refractions, inflections & colours of light*. Courier Corporation. (Original utgivelse 1704)
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards:: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academies Press.
- NVivo [Programvare] (Versjon 10.2.0). (2014): QSR International. Lastet ned fra <http://www.qsrinternational.com/>
- Ottesen, Eli. (2009). Det viktigste er læring *Lektor - adjunkt - lærer* (2. utg.). Oslo: Universitetsforl., cop. 2009.
- Paivio, Allan. (1965). Abstractness, imagery, and meaningfulness in paired-associate learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 4*(1), 32-38. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371\(65\)80064-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371(65)80064-0)
- Qualifications and Curriculum Authority (QCA). (2004). Creativity: find it, promote it. Promoting pupils' creative thinking and behaviour across the curriculum at key stages 1, 2 and 3. Practical materials for schools. Lastet ned fra <https://www.literacyshed.com/uploads/1/2/5/7/12572836/1847211003.pdf>
- Robinson, Ken. (2011). *Out of our minds : learning to be creative* (Revised and updated ed.). Oxford: Capstone.
- Runco, Mark A., & Jaeger, Garrett J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal, 24*(1), 92-96. doi: 10.1080/10400419.2012.650092
- Russ, Sandra W., Robins, Andrew L., & Christiano, Beth A. (1999). Pretend Play: Longitudinal Prediction of Creativity and Affect in Fantasy in Children. *Creativity Research Journal, 12*(2), 129-139. doi: 10.1207/s15326934crj1202_5
- Scott, Phil, Mortimer, Eduardo, & Ametller, Jaume. (2011). Pedagogical link - making: a fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in Science Education, 47*(1), 3-36. doi: 10.1080/03057267.2011.549619

- Shaheen, Robina. (2011). *The Place of Creativity in Pakistani Primary Education System: An Investigation into the Factors Enhancing and Inhibiting Primary School Children's Creativity*. (PhD) School of Education, University of Birmingham. Lastet ned fra <http://etheses.bham.ac.uk/1239/1/Shahen10PhD.pdf>
- Sjøberg, Svein. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Thagaard, Tove. (2009). *Systematikk og innlevelse : en innføring i kvalitativ metode* (3. utg.). Bergen: Fagbokforl.
- Tharp, Roland G., & Gallimore, Ronald. (1988). *Rousing minds to life : teaching, learning, and schooling in social context*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tucker, Robert Edward. (1997). *To speak when the mind's eye fails: Niels Bohr, visualization, and the rhetorical situation of atomic science*. University of Southern California.
- Vygotskij, Lev Semenovič. (1978). *Mind in society : the development of higher psychological processes*. (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman, Red.) (A. R. Luria, M. Lopez-Morillas & M. Cole [med J. V. Wertsch], Overs.) Cambridge, Mass: Harvard University Press. (Originale manuskripter ca. 1930-1934)
- Vygotskij, Lev Semenovič. (2001). *Tenkning og tale* (Tore-Jarl Bielenberg & Margareth Toften Roster, Overs.). Oslo: Gyldendal akademisk. (Original utgivelse 1934)
- Vygotskij, Lev Semenovič. (2004). Imagination and Creativity in Childhood. *Journal of Russian & East European Psychology*, 42(1), 7-97. (Original utgivelse 1930) doi: 10.1080/10610405.2004.11059210
- Watson, John B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review*, 20(2), 158-177. doi: 10.1037/h0074428
- Weisberg, Robert W. (1999). Creativity and Knowledge: A Challenge to Theories. I Robert J. Sternberg (Red.), *Handbook of creativity* (s. 226-250): Cambridge University Press.
- Wood, David, Bruner, Jerome S., & Ross, Gail. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100. doi: 10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x
- Ødegaard, Marianne, Haug, Berit, Mork, Sonja M., & Sørvik, Gard Ove. (2014). Challenges and Support When Teaching Science Through an Integrated Inquiry and Literacy Approach. *International Journal of Science Education*, 36(18), 2997-3020. doi: 10.1080/09500693.2014.942719

Ødegaard, Marianne, Mork, Sonja M., Haug, Berit, & Sørvik, Gard Ove. (2012).

Forskerfötter og leserötter. Koder til bruk i videoanalyse av naturfagundervisning.

Lastet ned fra

<http://www.naturfagsenteret.no/binfil/download2.php?tid=1995769>.

Vedlegg

Vedlegg 1 – Transkripsjon

Kommentar til notasjon: I aktør-kolonnen henvises det til elevene på ulike måter. I situasjoner hvor det er tydelig at læreren snakker til en bestemt elev om gangen, er eleven kun referert til som "Elev". I tilfeller hvor flere elever snakker om hverandre kan det være at elever refereres til med pseudonym; som "Elev 1", "Elev 2" osv.; eller som f.eks. "E1a", "E1b" osv., der *E* står for *elev*, tallet viser til gruppenummer og bokstavene *a*, *b*... skiller mellom elever på samme gruppe.

Radnr.	Aktør	Ytring / (handling)
1		(Elevene er ferdig med å skrive setninger med ordet «system» i seg.)
2	Lærer:	Og dere, når er det er lurt å tenke på noe som et system? Når i livet ditt er det lurt å tenke på noe som et system? (Tar inn post-it-lapper med setninger) Skal jeg ta den? Hvis du nå f.eks. skal finne ut hvordan noe fungerer, er det lurt å tenke på det som et system da?
3	Lærer:	Hvis du skal finne ut hvordan noe virker, kan det være smart å tenke på det som et system der du ser på de forskjellige delene? Hva er det satt sammen av? Kan det være lurt? For å finne ut av hvordan... nå skulle jeg hatt... ja, f.eks. hvordan denne her virker (Holder frem gitar). Er det lurt å tenke på dette som et system? Mm. Er det alltid lurt å tenke på noe som et system? Nå ser dere helt sånn dauvve ut. Nå skal jeg se om vi får noe nytt inn her. (Leser fra notater) Det er ikke alltid nyttig å tenke på noe som et system, f.eks. det å tenke på en stein som et system gjør ikke at vi lærer noe mer om steinene eller forstår noe om den. Er dere enig i det? Hvis vi tar en....
4	Elev:	En ting: da lærer man at det ikke er et system
5	Lærer:	Ja, det gjør man jo. Hvis man skal finne ut noe om stein. (Leter i hylle) Nå har jeg ingen steiner her, nå er alle steinene lånt bort.
6	Elev:	Vi kan løpe ut og hente en.
7	Lærer:	Nei, vi trenger ikke det. Vi kan prøve å se det for oss. Lukk øynene og se for deg en stein. Men når vi skal tenke på sykkelen som et system, så hjelper det oss å lære mer om sykkelen og finne ut hvordan den fungerer. Er dere enig i det, at det er forskjell på det?
8	Elever:	Øh-ø.
9	Lærer:	Mm. Da skal vi ha opp. Da har jeg laget en setning til dere her. (Elev lurte på noe)
10	Elev:	Men Stein er jo et navn.
11	Lærer:	Ja, du kan si det høyt. Men Maren sier at Stein er et navn. Navn på hva da?
12	Elev:	Et menneske.
13	Lærer:	Et menneske ja. Så hvis vi snakker om stein, hvis dette her er stein (Klapper seg selv på brystet), hvis jeg er Stein, så blir det noe annet, men det var ikke det vi snakket om, for vi snakket om steiner i naturen. Jan?
14	Elev:	Jeg kan også en vits om stein.
15	Lærer:	Ja, men den tar vi ikke nå. Vi skal nå innføre et nytt spørsmål. (Holder opp ark med setning i stor fontstørrelse). Og da vil jeg at dere leser dette her høyt, men først så ser alle hit, så ser dere på ordene. Så leser vi høyt 1-2-3:
16	Elever i kor:	"Forskere begrunner sine forklaringer med bevis."
17	Lærer:	Mm. Den skal vi henge opp på tavla her, og det å bruke bevis... er det andre som må bruke bevis enn forskere? Er det bare forskere som må bruke bevis? Hvem andre er det som må bruke bevis? Jan?
18	Elev:	Vi noen ganger.
19	Lærer:	Ja, dere også noen ganger ja. Er dere litt forskere da?

20		(Noen elever, ja)
21	Lærer:	Mm. Vilde?
22	Elev:	Ehm, hvis det er politimenn som har fanget en skurk, så må de bevis at det er den.
23	Lærer:	Ja, det må de. Mm. Så de er små forskere de også. Men dere er små forskere, og dere må også bruke bevis. I stad når dere skulle komme med en påstand om at f.eks. sykkelen var et system, så måtte dere bevise det. "Fordi at..."
24	Lærer:	Nå skal vi ha noe, vi skal ha en sånn diskusjons.. vi skal diskutere noe. Og da skal vi ha en gruppediskusjon, og her har vi reglene for den. (Finner frem A3-ark). I de gruppene skal dere øve på å bruke bevis for å lage forklaringer akkurat som forskere gjør.
25		(Liten avbrytelse)
26	Lærer:	Her er reglene for diskusjons gruppen. Du får utlevert et ark.
27		(Elev ber om fruktpause.)
28	Lærer:	Vi må ta en liten fruktpause nå. Ta opp frukten, og så tar dere å drikker litt, så tar vi diskusjonsgrupper.
29		
30		(Fruktpause, 4 min)
31		
32	Lærer:	1 - 2 - 3.
33	Lærer:	Nå skal vi jobbe litt med bevis. Du skal jobbe alene med deg selv. Og her kommer det en påstand fra meg, jeg sier: Et stykke papir er et system (Står skrevet på tavla). Her er et stykke papir (Holder opp papirark), jeg sier nå at dette er et system. Vi skal diskutere dette senere, men først så skal du skrive bevis for at papirarket er et system, og du skal skrive bevis for at det, papirarket ikke er et system. Mot, bevis mot at det er et system. Se på det arket som du har fått utdelt på gruppa di.
34	Elev:	Skal vi skrive..
35	Lærer:	Snu arket ditt. Se på arket ditt, så leser vi det sammen. "Diskusjonsgruppe, bevis. Skriv ned bevis for og imot denne påstanden: Et papirark er et system. Nå skal du jobbe alene med deg selv og skrive ned bevis for eller i mot denne påstanden. er det noen spørsmål til denne oppgaven? For vi skal diskutere senere, så nå vil jeg ha spørsmål til det som står her. Jan.
36	Jan:	Må man skrive en av delene eller begge?
37	Lærer:	Prøv å finn både for og imot. Det er det du skal prøve på. Og du skal skrive fullstendige setninger. Kristian?
38	Kristian:	Jeg vet ikke hvorfor et ark er et system.
39	Lærer:	Nei, men tenk litt alene med deg selv, og så skriver du ned og så skal du få lov til å snakke med de andre etterpå, men nå skal du jobbe alene med deg selv. Nå skal du ikke samarbeide med de andre. (Deler ut) Men jeg legger noen ark her, så dere kan undersøke, observere med sansene deres om et ark er et system eller ikke. Et stykke papir...
40	Elev:	Kan vi tegne på det?
41	Lærer:	Klasse 4B nå vil jeg at dere er helt stille. Du skal ikke snakke sammen, du skal være helt stille og jobbe helt alene med deg selv.
42		(Individuelt arbeid)
43	Lærer:	Nå rekker du opp hånda.
44	Lærer:	(Hvisker til elev): Du nå har du fått beskjed om å undersøke, finne ut om et papirark er et system.
45	Lærer:	Nils, nå tar du det arket her, så prøver du å undersøke, er dette et system. Er det papirarket her et system? Det skal du undersøke nå. Og så skal du skriver her bevis for at et papirark er et system, og her skriver du bevis mot at et papirark er et system. For og imot. ser du det?
46	Elev:	Hva betyr "mot"?
47	Lærer:	Hvis du mener at nei dette er ikke et system, så må du skrive hvorfor er det ikke det. Så må du lære deg å finne bevis, ikke sant. Skjønte du mer nå? Hva var det du skjønte?
48	Elev:	Hva jeg skal gjøre.
49	Lærer:	Ja, hva skal du gjøre?
50	Elev:	Det som du sa.
51	Lærer:	Hva var det jeg sa?
52	Elev:	Du sa at jeg skal skrive her.
53	Lærer:	Ja, hva er det som står der?
54	Elev:	Bevis for at papirark er et system

55	Lærer:	Ok, så skulle du?
56	Elev:	Skrive bevis mot at ark er et system. Og hvis man mener at det er et system...
57	Lærer:	Ja, da må du skrive det her. Da kan det hende at du lurer, at du tviler, kanskje det ikke er det likevel. Da må du skrive det mot.
58	Elev:	Jeg tviler ikke mot, jeg tviler på.
59	Lærer:	Ok, men da må du begrunne at du mener at det er et system. Du må ha bevis for det
60	Elev:	Skal jeg skrive noe der da?
61	Lærer:	Skriv noe der først. (Går til annen elev)
62	Elev:	Skal man skrive... skal man skrive her hvorfor man tror det er et system. Men hva er det her?
63	Lærer:	Mot at det er et system. Hvis det ikke er et system.
64	Elev:	Ja men, hvis jeg tror det er et system...
65	Lærer:	Da må du begrunne det der. Se om du finner bevis både i for og i mot. Mm. (Går og ser på egne notater)
66		(Går til elev)
67	Lærer:	Kommer ikke i gang, Vivian? Er det vanskelig? Ja. Hva tenker du? Hva er det som skal til for at noe er et system? Se på begrepstavla, så ser der det står "Hva er et system" "Et system er laget av deler som jobber sammen". Er dette papirarket laget av deler som jobber sammen?
68	Elev:	Ja.
69	Lærer:	Da kan du skrive, så om du mener at det er et system, så skriver du dine grunner for det der, og hvis du mener at det ikke er et system, så må du skrive hvorfor det ikke er et system.
70	Lærer:	Jostein, hva var det du lurte på?
71	Elev:	Eh, er papir et system fordi man kan tegne ting på det eller skrive på det?
72	Lærer:	(Holder opp ark). Ja, se, er papirark i seg selv et system?
73		(Elev tenker)
74	Lærer:	Tenk på det.
75		(Lærer går rundt)
76	Elev:	Hva er tre lagd av?
77	Lærer:	Ja, det...
78	Lærer:	(Til annen elev) Elinor, jeg vil at du skal prøve å finne bevis. Det holder ikke i heletatt, visk ut det.
79	Lærer:	Sabrina...
80		(Lærer går rundt)
81	Lærer:	Hva er det dere ikke skjønner?
82	Elev:	Vi liksom, når det først er et system, så kan vi liksom ikke beskrive hvorfor det ikke er et system.
83	Lærer:	Ja, det er flere som strever med det, jeg skal si noe om det.
84	Lærer:	(Til hele klassen) 1 - 2 - 3. Nå er det mange her som synes det er veldig vanskelig å finne bevis både for og imot. Rekk opp hånda de som synes det er vanskelig. Mm. er det fordi at når dere først har bestemt dere for at det er for en ting, så kan dere ikke også være imot?
85	Elev:	Ja.
86	Lærer:	Mm
87	Elev:	Det kan bare være for eller bare imot.
88	Lærer:	Ja, ok, men da er dette en fin øvelse på å være både for og imot. Da lar jeg dere snakke sammen littegrann på gruppa, at dere hjelper hverandre, med å finne både for og imot. Og dere, til slutt så skal du ta stilling, så skal du bestemme deg, om du tror mest at et papirark er et system eller om du tror det ikke er det. Da skal vi stemme over det, men nå skal du finne argumenter både for og imot. Da kan dere snakke sammen på gruppa.
89		(Elev rekker opp hånda)
90	Lærer:	Ja, hva var det Trude?
91	Elev:	Hvordan skal vi skrive beviset?
92	Lærer:	Hva sa du?
93	Elev:	Jeg skrev beviset her, så skal jeg skrive der.
94	Lærer:	(Leser det eleven har skrevet) Ja, "Papiret er et system pga at papiret er laget av tre, treet er lagd av det som gir næring til treet og tar... og treet er et system" Så utrolig spennende

		da. Så du tenker at det er system fordi, hvordan det er laget.
95	Elev:	Ja, pga at der er jo lagd av tre, og tenker jo at treet er jo på måte et system.
96	Lærer:	Mm, og da blir arket også et system fordi at treet er et system. mm. Så det var et arg... bevis for. Så du tenker at "ja jeg tenker at det er et system fordi det er lagd av tre", "men jeg tenker også at det ikke er et system fordi..."
97	Elev:	Ja, fordi papiret det er jo ikke et system. Akkurat det papiret.
98	Lærer:	Akkurat... sånn at bevis mot er at akkurat dette papirarket er ikke et system sier du. Hvorfor er det ikke det?
99	Elev:	For det... (tenker)
100	Lærer:	(Snur seg til elev ved siden av også) Hvorfor er det ikke det? Hvorfor er ikke akkurat DETTE papiret et system?
101	Elev:	For det kan ikke gjøre så mye..
102	Lærer:	Det kan ikke gjøre så mye...
103	Elev:	Nei, pga treet. det kan jo liksom formere seg og sånn. Og det kan jo bare bli tegnet på.
104	Lærer:	Mm, så da må det jobbe sammen med et annet system da for at.. mm. Da skriver du ditt bevis mot at et papirark er et system. (Snur seg mot eleven ved siden av som ser ut i lufta) Sabrina, syns du det her er vanskelig?
105	Elev:	Ja
106	Lærer:	Merker du at du blir frustrert?
107	Elev:	Ja.
108	Lærer:	Mm, ja.
109	Elev (Trude):	Skal jeg skrive det her?
110	Lærer:	Ja.
111	Elev (Trude):	Greit.
112	Lærer:	(Til Sabrina): Dine bevis for at det er et system. Tror du mest at det er et system?
113	Elev:	(Rister på hodet).
114	Lærer:	Nei. Så du tror egentlig at det ikke er et system.
115	Elev:	Ja.
116	Lærer:	Hva er det det kommer av? Hva er dine bevis for det? Bevis mot at et papirark er et system.
117	Elev:	Det kan jo tegnes på...
118	Lærer:	Men selve arket (holder opp ark). Som Trude sa, "Akkurat dette arket"
119	Elev:	Jeg er litt usikker om det...
120	Lærer:	Ja, og hva er det som gjør deg usikker? Det er vanskelig å skrive det, det er det. Men du skal gjøre det allikevel. Nå skal du jobbe deg gjennom det som er vanskelig. Så prøv å finn ut, hva er det som gjør at du tror det, og hva er det som gjør at du ikke tror det. Du kan bare begynne med noen nøkkelord kanskje..
121		(Lærer går videre)
122	Elev:	(Til de andre på gruppa) Vet dere hva vi skal snakke om?
123	Lærer:	Vet du hva, jeg foreslår at du konsentrerer deg litt, jeg nå.
124	Elev:	Men vi vet ikke hva vi skal skrive imot.
125	Lærer:	Det ville gjort det mye lettere for deg, Martin.
126	Elev:	Men jeg gidder jo ikke å snakke.
127	Elev2:	Jeg skjønnte ikke helt det der "for og imot".
128	Lærer:	Nei, hvordan kan du finne ut av det da Maren, hvis du ikke skjønner det?
129	Elev2:	Spørre de. Spørre noen på gruppa.
130	Lærer:	Mm. Har du prøvd det?
131	Elev2:	Nei, men Birgit...
132	Lærer:	Nei, nå fortsetter vi. Hva var det du skulle gjøre nå?
133	Elev2:	Jobbe?
134	Lærer:	Hva var det du nettopp fant ut at var veldig lurt å gjøre?
135	Elev2:	Spørre de på gruppa mi.
136	Lærer:	Mm, da gjør du det.
137	Elev2:	Men, Birgit...
138	Lærer:	Nei. Nå skal Maren spørre om noe...
139	Elev2:	Jeg skjønnte ikke det "for og imot"

140	Elev3:	Jeg skjønnte ikke imot, men jeg skjønnte for.
141	Elev2:	Hva vet du hvor for da? [Uklart]
142	Elev3:	Hva for betyr?
143	Lærer:	Ja, hva betyr for?
144	Elev3:	Det spørs hva slags setning det er med i. Og hvis det er med i "Bevis at et papir er et system" så vil det si at du skal bevise at et papir er et system.
145	Elev:	Jeg vet hva mot er.
146	Lærer:	Ja, da kan Martin fortelle hva mot er.
147	Elev:	Mot er liksom at du står i mot, da mener du ikke det samme som de andre gjør-
148	Lærer:	Mm. Som de som er for. Ja. Så da kan du finne dine for.
149	Elev2:	Jeg synes det er litt vanskelig å jobbe alene.
150	Lærer:	Ja, jeg merker at det er mange som synes det. Dere er så vant til å jobbe sammen.
151		(Klapper for få klassen stille)
152	Lærer:	Nå har jeg gått rundt og snakket med mange av dere, og mange har kommet med bevis for at et papirark er et system, og mange har kommet med bevis mot at et papirark er et system. Var det vanskelig?
153	Elever:	(Noen "ja", noen "nei")
154	Lærer:	Ja. Nei? Hvem var det som synes det var vanskelig, opp med hånda.
155	Lærer:	Jan, hva var det du synes var vanskelig?
156	Elev:	Hvis man har funnet bevis for at det er det, så er det litt vanskelig å finne bevis for at det ikke er det.
157	Lærer:	Ja, på det at man nesten er uenig med seg selv.
158	Elev:	Ja, og det samme med motsatt
159	Lærer:	Ja., Mm., det må vi øve litt mere på det. Jeg skjønner godt at det er litt vanskelig. Ja, men da vil jeg nå se... Jeg ser at tida går veldig fort. De som mener at et papirark er et system, ta tommel opp. Nå må du ta stilling til noe. Og de som mener at det ikke er et system skal ta tommel ned, så da vil jeg se hvor mange tommel... Du kan ikke ha både opp og ned, du må bestemme deg for om du tror det er et system, eller hva du tror mest på. Sant?
160		(Elever holder opp tommer)
161	Lærer:	Nå skal jeg telle tomme opp.
162		(Teller og organiserer grupper slik at det blir grupper med både for og imot, deretter spisepause og friminutt)
163		
164		(Elevene kommer tilbake etter spisepause)
165		
166		(Lærer organiserer plassbytte)
167	Elev:	Jeg vet ikke hvorfor et...
168	Lærer:	Du sa det at du mente at papirark er et system, da tok du tommel opp på det.
169	Elev:	Ja, jeg mener at det er det, men jeg vet ikke hva jeg skal skrive
170	Lærer:	Nei, men du kan kanskje snakke og fortelle hva du tenker.
171		(Lærer får klassens oppmerksomhet)
172	Lærer:	Det er flere av dere som har spurt nå. Skal vi ha naturfag enda, hva skal vi gjøre etter på, skal vi se på film? Da skal jeg si hva vi skal gjøre nå. Vi skal ha naturfag, og jeg tror vi kommer til å holde på til klokken er kvart på ett, men vi ser hvor lang tid det tar, omtrent kvart på ett. Da skal de her reise, da skal de på et møte på universitet. Gard, Rie og Berit, og vi skal ha mere naturfag, for da skal vi opp i skogen og jobbe med det systemet menneskekroppen.
173	Elev:	Skal vi løpe liksom når vi gjør det?
174	Lærer:	Ikke liksom, men på ordentlig.
175	Elev:	Skal vi løpe?
176	Lærer:	Da skal vi opp i skogen og løpe, når de drar. Karsten?
177	Elev:	Hvor er hun derre, som hadde lyst hår?
178	Lærer:	Ja, hun professoren? Hun er på universitetet.
179	Elev:	Hadde hun ikke lyst til å være her?
180	Lærer:	Jo, jeg tror hun hadde lyst å være her, jeg tror hun hadde noe annet hun skulle gjøre, jeg tror hun hadde veldig lyst til å være her. Mm. Men vi kan jo hilse til henne da. Vil du gjøre det, Karsten? Vi gjør det, vi hilser til Marianne. Kan dere overbringe det. Så det vi

		gjør i dag, vi har naturfag, så har vi litt naturfag på slutten av dagen, så er det litt gym å, så er det litt matte siden vi skal telle pulsen i 15 sekunder og finne ut hvor mange slag vi har i løpet av ett minutt. Så det er det vi skal gjøre i dag. Er det noen mer spørsmål om det jeg snakket om nå, om det vi skal gjøre resten av dagen? Jeg vet at det er noen som gleder seg veldig til denne gangeprøven vi har hver fredag, den må vi utsette en dag til, så den skal vi ta i morgen tidlig. ...
181		
182	Lærer:	Da er vi tilbake. Vi har snakket litt sammen vi voksne, om den timen vi har hatt nå i naturfag, og da har vi snakket om dette med bevis. At dere skal føre bevis for og imot. Og vi har snakket om skal vi kalle det bevis, eller er argumentere, eller er det begrunne. Det snakker vi voksne om nå. Vi diskuterer litt hvordan vi bruker de ordene. Jeg tenker sånn, i forhold til det dere er vant til, så er dere vant til å måte begrunne det dere påstår. Dere må si "fordi" og hvorfor ting er som de er. Og det å bruke bevis ligner veldig på det. Det er det samme som det, så om du syns det er vanskelig å bruke ordet bevis, så skal du tenke på at "jeg skal begrunne det, jeg må si "fordi"/hvorfor det er sånn". Skjønnte dere hva jeg mente? Var det noen som ikke skjønnte hva jeg mente? Mm, ok. Da skal vi diskutere om et stykke papir er et system, eller om det ikke er et system. Vi skal finne, eller presentere grunner for at det er det og for at det ikke er det. Er det både tommel opp og tommel ned på alle bordene? Ja, da vil jeg at alle de som har tommel opp og mener at et papirark er et system, de rekker hånda i været nå. Og dere, begge deler er helt lov, men vi skal øve oss på å være for og imot, så det er veldig fint at vi har litt for og imot. Da har vi end er og en der og en der . Og der har vi bare tommel ned? Nei, der har vi tommel opp. Så da mangler vi en tommel opp til det bordet der. Da har alle dere tommel ned, det går helt fint.
183	Lærer:	Legg ned de flaskene nå. Nå vil jeg... Nå må dere konsentrere dere veldig godt. Bruk ørene godt.
184	Lærer:	Av de sansene du har nå, så skal du høre godt etter. Så skal jeg gå gjennom kjøreregler for diskusjonsgruppe. Den skal jeg henge på tavla, men nå skal jeg gå gjennom den. Når forskere... nå er dere små forskere, når forskere snakker sammen og diskuterer og forsker, så gjør de det på en litt spesiell måte. Da er det ikke sånn at de sitter i sofaen og sitter Gard og Berit og Rie der og "Døh, hva syns du om den den, da?", "Næi, jeg veit ikke", "Døh, slapp av litt, da". De sitter ikke sånn, med beina på bordet og bare sløver på den måten da. Da er man på, man er konsentrert, man går inn med spørsmål: "Hva mener du med det?" sier Gard da. Og Berit, da må hun tenke seg litt om da. Så sier hun "Jo, jeg, på den ene siden så tenker jeg at det er et system fordi at..." Og så kommer Rie: "Men du Berit, på den andre siden..." Og så kommer kanskje Marianne inn med et spørsmål der, så de jobber veldig systematisk når de forsker. Og det skal dere også gjøre nå. Og da er man nødt til å ha noen regler.
185		(Leser fra plakaten):
186	Lærer:	"En diskusjonsgruppe er en gruppe med 3-4 personer" og regel 1 er: "En elev presenterer sin påstand med bevis". Jan presenterer sin påstand, han leser opp det han har skrevet, han sier ikke bare sånn "Asså, jeg tenkte at det med systemer... Det er jo... Det er jo... Dette arket her er jo et system, tenker jeg da..." Nei, han sier ikke, han leser akkurat det han har skrevet opp. Helt presis. Dere andre, som er enige med Jan, kommer med deres bevis eller deres begrunnelse for at dere er enig, som dere har skrevet på deres ark. Det kan hende at du kom på en god idé når du hørte/lyttet godt til Jan, da kan du legge fram det óg. Og når de som er enige med Jan har lagt fram sitt, så skal du som er uenig legge fram din begrunnelse. Og så skal dere diskutere de påstandene med hverandre, for å se om dere kan bli enig. Hva er viktig at du gjør når du diskuterer med de andre? At du tenker på da? Da er det viktig at du lytter. Det er veldig lett å tenke på at "Jeg har bestemt for at et papirark er et system og dermed basta". Men er du forsker, så er du interessert i det de andre sier, for du vil lære mer, ikke sant?
187		(Leser videre fra plakaten):
188	Lærer:	"Hvis det ikke oppnås enighet diskuterer gruppen årsakene til at medlemmene fremdeles er overbevist om sine egne påstander." Så hvis du ikke kan bli enig, hvis man ikke blir enig i gruppa, så må dere finne ut hva er det som gjør at vi kan bli enig. Er dere med?
189	Noen elever:	Ja.
190	Lærer:	Ja. Så bra at dere holder fokus. Nå merker jeg at dere er helt på, folkens. Se på meg. Ja. Jeg ser at alle er helt på, så bra! Da skal [jeg] bare bla...

191	Elev:	Birgit...
192	Lærer:	Ja, det er litt slitsomt å være forsker.
193	Elev:	Jeg tror et ark er et system...
194	Lærer:	(Til eleven): Ja, men da må du ta det... (Til hele klassen): Da kan dere nå begynne å diskutere. Og så skal jeg gå og kopiere opp, sånn at dere får denne her på pulten (Holder opp plakaten), for det ser jeg nå at det trenger dere. Vær så god.
195	Elev:	Birgit, alle på vår gruppe er enige.
196	Lærer:	Ja, ser her, da skal vi. (Går bort til gruppen (Gr.5)) Alle dere er enig. Se, hva står det her? "... som er enige legger til sine bevis." Så dere kan gjøre enern og toern. Så tenker jeg at dere kan få en liten oppgave: Se nå når dere har lagt fram enern og toern, gjort de oppgavene, se: kan det hende at det kommer en tommel opp (Betyr at elevene tror papirarket er et system), når dere har hørt på hverandre?
197	Elev på gruppa:	Ja.
198	Lærer:	Ja, ikke sant? Begynn på enern, så skal jeg gå og kopiere den.
199		(Lærer går og kopierer)
200		(Kommer tilbake)
201	Lærer:	Her er kjørereglene. (Til Gr.2): Hvordan går det her nå?
202	Elev:	Nei, vi har funnet ut... Ehm, nei, ingen har skifta mening.
203	Lærer:	Her, nei. Nå må du... Sjekker dere nå (Gir dem kopi av plakat).
204		(Går bort til Gr.1)
205	Lærer:	Da går dere gjennom reglene her. Se: "En elev presenterer..."
206		(Går bort til Gr.6 og 3 og deler ut kopier. Går tilbake til Gr. 2)
207	Lærer:	Hvem er det som begynte å legge fram nå?
208	Elev:	Jeg...
209	Lærer:	Du begynte å legge fram...
210	E2a:	Jeg er helt enig med at arket samarbeider med ingenting.
211	E2b:	Nei, det samarbeider med en blyant...
212	E2a:	Bare arket, hvis en blyant kommer og skriver på det, så blir det jo et system.
213	E2c:	Ja, men jeg mente liksom bare for arket.
214	E2a:	Ja, mm, det vet jeg.
215	Lærer:	Hva var det du mente, Maren?
216	E2c:	Et ark er ikke et system, fordi ingenting jobber sammen.
217	Lærer:	Fordi at?
218	E2c:	Ingenting jobber sammen.
219	Lærer:	Mm. Så da har du tenkt på det at: "for et system er laget av deler som jobber sammen" (Peker mot begrepsstavla). Og du mener at da er det ikke et system, for det er ikke noe som jobber sammen. Hva...
220	E2a:	Men hvis en blyant kommer og skriver på det, så er det jo som gitaren og gutten, da jobber jo to systemer sammen.
221	Lærer:	Mm, så da er det to...
222	E2a:	To ting som samarbeider, så blir det et system.
223	Lærer:	Aah, så da tenker du at det arket alene er ikke noe system, men når det kommer noe annet til, så blir det et system.
224	E2a:	Ja.
225	Lærer:	Mm.
226		(B går til Gr. 5)
227	Lærer:	Har dere...
228	E5a:	... ikke er et system, fordi det ikke er noe som jobber sammen.
229	Lærer:	"Andre elever som er enig legger til sin begrunnelse". Har dere gjort det nå?
230	Elevene på gruppa:	Ja.
231	Lærer:	Er det noen som har bevis, som er uenig med den påstanden?
232	E5b:	Jeg tenkte det først, men og så sa Elinor noe, så da tenkte jeg at det ikke var det likevel.
233	Lærer:	Så når du lyttet til Elinor, så først så hadde du bestemt deg for...
234	E5b:	Da tenkte jeg at det var det.
235	Lærer:	At det var et system. Og så...

236	E5b:	Og så sa hun at, at alt på et sånt ark, ehm, kommer fra treet. Når vi lager dette arket, så kommer jo all næringen ut fra dette arket.
237	Lærer:	Mm.
238	E5b:	Så da, da er det liksom ikke et system lenger. Og det jobber jo ikke sammen med noe uansett.
239	Lærer:	Nei. Så når du lyttet til Elinor, så ombestemte du det. Og da bestemte du deg for at...
240	E5b:	At det ikke var det.
241	Lærer:	At det ikke er et system, ja. Mm.
242	E5c:	Det er bra å lytte.
243	E5b:	Ja.
244	Lærer:	Ja.
245	E5b:	Man lærer jo noe når man lytter.
246	Lærer:	Og kan du fortelle hva du har lært ved å lytte til noen. Mm.
247	E5b:	Hva skal man nå?
248	Lærer:	Da skal man... Ehm, hva står det her nå?
249	E5b:	Eh, "gruppemedlemmene diskuterer sine påstander med hverandre for å se om de blir enige..."
250		(Lærer går til Gr.6)
251	E6a:	...da er jo dette arket et system.
252	E6b:	Men man ser det ikke da. Men da er det på et måte et system. Ja, nå, han var den eneste som syns det var et system (peker på E6C) og nå syns vi også at det er et system, men nå syns ikke Hans (peker på E6D).
253	Lærer:	Nei, hva er din begrunnelse, Hans.
254	E6d:	Det er ikke noe system.
255	Lærer:	Fordi?
256	E6d:	Fordi at det jobber ikke sammen med noe.
257	E6b:	Les. (peker på e6d's notater). Les.
258	E6c:	Det jobber jo, vi sier jo at det jobber sammen med tre... de bitte små trebitene.
259	E6b:	Det er små trebiter, bittebittebittesmå som holder sammen og blir til dette papiret her, det er et system. De jobber sammen med å holde papiret helt.
260	E6c:	Og at de kan jobbe sammen med en blyant og et menneske.
261	Lærer:	Men er det, det: blyant og et menneske, er det dette papiret?
262	E6d:	Nei! Det er ikke det.
263	E6b:	Jo, hvis man tegner et menneske...
264	E6c:	Se nå samarbeider mennesket med blyanten, og tegner...
265	E6d:	... blyant og viskelær?
266	Lærer:	Hva sa du, Hans?
267	E6d:	Også skal du bare tegne et menneske med blyant og viskelær?
268	E6b:	(Holder opp tegning): Se mennesker og blyant der også! (Ler)
269	Lærer:	Men du sa at det er ikke et system for det at det... (Gjør signal til at e6b skal være stille).
270	E6d:	For at det er ikke ordentlige deler eller noe sånt som jobber sammen, det gjør ikke noe akkurat.
271	Lærer:	Nei, det gjør ingenting.
272	E6d:	De jobber ikke noe.
273	Lærer:	De driver ikke med noe der, nei.
274	E6b:	Men det er også et system, hvis man lager et trekantskjema av det, sånt trekantskjema er et system.
275	Lærer:	Men dette arket, dette arket i seg selv, bare dette arket...
276	E6b:	Det er et system det óg.
277	Lærer:	Fordi?
278	E6b:	Fordi det at det er bittbittesmå deler av tre som jobber sammen med å holde papiret helt.
279	Lærer:	Men hvordan jobber det sammen?
280	E6c:	Eh, de holder hverandre fast så det blir et tett papir.
281	E6b:	Så det blir tett i tett i tett med sånne biter.
282	E6c:	Hans sier at det ikke er papir (mener system?) fordi man kan ødelegge det.
283	Lærer:	Ja.
284	E6b:	Og så er det tørket, og så er det tørket.
285	Lærer:	Det er harde diskusjoner. Hæ? (lener seg mot e6d)

286	E6d:	Håkon ødela arket sitt.
287	E6b:	Men hvis man legger vann på det så vil det løsne seg opp.
288	Lærer:	Ja.
289	E6a:	Skal vi spare på de her arkene?
290	Lærer:	Ja, vi skal lime de inn i arbeidsboka vår.
291	E6d:	Det betyr at det bare er lim.
292	Lærer:	Hva sa du?
293	E6d:	At trebitene har limt sammen.
294	E6b:	Nei, men hvis du legger det i vann, så løsner det seg sammen, derfor er det masse trebiter som er sammen.
295	Lærer:	Mm, så det er forskjellig deler, og det er alle de...
296	E6d:	Hvis dette er trebiter, hvorfor flyttern ikke da?
297	E6b:	Jeg skal telle hvor mange deler det er.
298	E6d:	Hvorfor flyttern ikke på vannet?
299	Lærer:	Og så dere, for at ting skal være et system, så vet dere at et system er satt sammen av ulike deler.
300	E6b:	Som jobber sammen.
301	Lærer:	Som jobber sammen. Så det er de to tingene. Det er satt sammen av ulike deler og det jobber sammen. De delene, de jobber sammen.
302	E6c:	Ja, og det er jo i et papir.
303	Lærer:	Og det mener dere, at det er det i et papir.
304	E6c:	Jepp.
305	Lærer:	Mm. Bare fortsett dere, så går jeg videre.
306		(Lærer går til Gr. 3)
307	Lærer:	Hva er det dere snakker om?
308	E3a:	Jeg og [?] har skifta mening.
309	Lærer:	Jah. Hva er det som er begrunnelsen for at du har bytta mening? Hva er begrunnelsen?
310	E3b:	Vi mener at vi, vi snakket bare om arket, men at han snakket om papir, menneske og en penn.
311	Lærer:	Ja, så han snakker om flere systemer, da.
312	E3a:	Ja.
313	Lærer:	Ok. Men...
314	E3b:	Men vi mener at vi bare skal snakke om arket.
315	Lærer:	Ja.
316	E3a:	Hvem har sagt at man bare skal snakke om det? Det står ingenting der at man ikke ta med [?]
317	Lærer:	"Et papirark er et system". Er et papirark et system alene?
318	E3a og E3c:	Nei.
319	Lærer:	Hvorfor er det ikke det?
320	E3b:	Fordi at det gjør ingenting, f.eks. et ballsorteringssystem sorterer baller, og en bil frakter deg uten at du blir sliten.
321	Lærer:	Ja.
322	E3c	Mens et ark bare ligger der.
323	E3a	Men arket er jo lagd av et menneske.
324	Lærer:	Ja. Sånn at...
325	E3a:	Og uten mennesker hadde ikke arket finnes.
326	E3b:	Det hadde ikke engang huset.
327	E3a:	Nei, nettopp.
328	E3b:	Ja, men selv om det er laget av et system, trenger det ikke være et system.
329	Lærer:	Hva er kriteriene, hva er reglene for at man kan kalle noe for et system?
330	E3a	At form og funksjon.
331	E3b:	Det kan være en funksjon selv om det ikke er et system.
332	Lærer:	Hva er det reglene er, hva er kriteriene for at man kalle en ting for et system?
333	E3c:	Det må være flere deler som er satt sammen, sånn at det kan bli et system.
334	Lærer:	Flere deler... Som... Det er ulike deler som...
335	E3c	Som jobber sammen.
336	Lærer:	Jobber sammen ja. Mm.

337	E3b:	Men det er jo ikke i arket.
338	Lærer:	Så kan dere se på det arket her. Nei, dere skal bare diskutere. Hvordan er det med kjørereglene her? (Leser fra plakaten): "En elev presenterer sin påstand med bevis. Andre elever som er uenige legger til... er enige" Hvem er det som er uenige her?
339	E3a:	Ja, det er jeg.
340	Lærer:	Ja, så du mener at ark i seg selv er et system.
341	E3b:	Han er ikke uenig hvis han bare snakker om det samme som oss. Arket alene, for han snakker om alle tre tingene sammen.
342	Lærer:	Ok. Men ta å snakk om en ting om gangen.
343		(Lærer går til Gr. 2)
344	Lærer:	(Til e2d): Her er din gruppe, så jobber du sammen med dem. (Til alle på gruppa): Hva snakker dere om her nå?
345	E2c:	Diskuterer.
346	Lærer:	Diskuterer dere hva da?
347	E2c:	Eh, grunner. Og fotball, da.
348	Lærer:	Ok, men har fotball noe med dette å gjøre?
349	E2b:	Nei, hehe. Jo, diskuterte om fotball er et system...
350		(B går til Gr. 1)
351	Lærer:	Hva diskuterer dere?
352	E1a:	Nei, vi, vi, eh, vi holder på å finne ut av hvorfor Nils ikke syns at papir er et system.
353	Lærer:	Ja, får vi høre, Nils.
354	E1b:	Jeg syns det er...
355	Lærer:	Det er lov å bytte mening óg da, hva er det du syns?
356	E1b:	Jeg syns det er et system, jeg.
357	Lærer:	Fordi?
358	E1b:	Fordi...
359	Lærer:	Hvorfor syns du det, Nils?
360	E1b:	Fordi den er... Papirark er et system fordi det er laget av bæsje og trær.
361	Lærer:	Sånn at fordi at det er laget av trær, så er det et system?
362	E1b:	Og bæsje.
363	Lærer:	Det er ikke laget av bæsje.
364	E1b:	Haha-ha.
365	E1a:	Det er jo det i sånn, eh, Amerika og sånn, så er det laget av elefant-bæsje.
366	Lærer:	Åja, ok, det fins noen typer ark som er laget av bæsje, det var ikke jeg klar over. Mm. Jaja. Men er det det er laget av som er... Hva er det som bestemmer om noe er et system?
367	E1a:	Det er det selv. Det som er det selv. Ikke...
368	Lærer:	Hvilke krit... Hvilke regler er det for at man kalle noe for et system, Nils?
369	E1a:	At det er satt sammen av forskjellige der, og det er jo ikke dette arket.
370	Lærer:	Men da må dere snakke litt om det. Hva er det som gjør at dette er et system?
371		(Går frem til tavla)
372	Lærer:	Abra-kadabra!
373	Klassen:	Simsalabim!
374	Lærer:	Nå merker jeg, at det er... jeg går rundt og hører på dere, at det er veldig mange her som holder fokus, som klarer å snakke om det dere skal snakke om. Det er imponerende bra. Veldig gøy. Og så ser jeg, hører jeg også at dere, at det er noen som har klart å bytte mening, har fått til det. Og det kan være vanskelig noen ganger, når man har bestemt seg for en ting, ikke sant? "Så skal man stå på det". Og hva var det som gjorde... Er det en av dere som har skifta mening som har lyst å fortelle hva var det som gjorde... Trude. Du bytta mening. Kan du fortelle om det? Jeg hørte da dere snakket om det.
375	Trude:	Elinor, hun fortalte meg...
376	Lærer:	Først så mente du...
377	Trude:	Ja, første så mente jeg at papiret... var et system. Og så...
378	Lærer:	Fordi...
379	Trude:	Fordi... Skal jeg lese det?
380	Lærer:	Ja, ta å les det. Det var lurt.
381	Trude:	Ehm..
382	Lærer:	Høyt og tydelig.
383	Trude:	Papiret er et system pga at papiret er lagd av tre, og treet er lagd av det som gir næring til

		treet, og treet er et system.
384	Lærer:	Mm, så derfor mente du at treet er system. Og så hva skjedde da dere begynte i diskusjonsgruppen?
385	Trude:	Så sa Elinor at det er ikke
386	Elinor:	(mumler)
387	Trude:	Hun sa...
388	Lærer:	Ta å si det du tenker at Elinor sa.
389	Trude:	Jeg tror hun sa at det arket er laget av... treet har jo næring og sånt i seg, og så hun det at da blir jo det borte når de lager arket.
390	Elinor:	(mumler)
391	Lærer:	Men Elinor, nå er det Trude som forteller hvordan hun oppfattet det du sa. SÅ da blir næringen...
392	Trude:	...liksom klemt ut.
393	Lærer:	Ja. Også...?
394	Trude:	Og så da lever ikke arket mer.
395	Lærer:	Da lever det ikke mer ja. Og hva er det med arket da, som gjør at det ikke er et system?
396	Trude:	Det har ikke noe som jobber sammen.
397	Lærer:	Ikke har det noe som jobber sammen...
398	Trude:	De jobber ikke sammen med (?), og [utydelig] og så har det ikke noe næring...
399	Lærer:	Og så har det ikke no sånn...?
400	Trude:	Og så har det ikke noe næring.
401	Lærer:	Nei... så da bytta du mening. Mm. Syns du Elinor hadde en bedre begrunnelse da? Martin?
402	Martin:	Jeg skifta mening fordi, det er egentlig.. arket kan vi ikke..
403	Lærer:	Hva var det du mente først?
404	Martin:	Eller jeg mente først at det ikke var et system. Fordi det jobber jo nesten ikke sammen med no, og så kom jeg på, det fins jo blyant, og hvis en blyant kommer og skriver på arket så er det jo et system for da jobber to ting sammen.
405	Lærer:	Mm. så når. men når arket er alene, så er det ikke et system, men så var det noen som kom å fortalte med blyant. Og når blyanten og arket møtes, så blir det et system, så da endra du mening. Mm. Så da mener du at arket er et system SAMMEN med en blyant. Men mener du at arket i seg selv er et system, arket alene? Mm. Så når det jobber sammen så blir det et system, er det det du mener? Mm. Hvem var det du lytta til da Martin? (Martin peker) Ok, da lytta du til Jan, Mm, veldig bra. Da vil jeg at dere fortsetter, da får dere ett minutt til å avslutte diskusjonen. Se på kjørereglene nå, at dere har vært gjennom de punktene.
406		(Elevene diskuterer)
407		(Elev kommer bort til læreren og sier at en elev på gruppa ikke vil lese sin begrunnelse, lærer går bort til gruppa)
408	Lærer:	Hei, Hans, vil ikke du lese din begrunnelse?
409	Hans:	Nei
410	Lærer:	Nei, skal jeg lese den for deg?
411	Hans:	Nei
412	Lærer:	Nei. Ok, nå hørtes du veldig bestemt ut. Men har dere andre lest deres begrunnelser.
413	De andre:	Ja.
414	Lærer:	Ja. og du bidra veldig godt til diskusjonen i stad, Hans. Mm, men da foreslår jeg nå at dere går på... skal vi se... Er det sånn at dere ikke blir enig?
415	E1:	Vi tre er blitt enig, men Hans er fortsatt uenig, siden vi sier (?) mange nok ganger
416	Lærer:	Du står på ditt, Hans, du mener det fremdeles du.
417	Hans:	Mm.
418	Lærer:	Er det som gjør at du syns det blir vanskelig. At dere er uenig.
419	Hans:	Hæ?
420	Lærer:	Er det som gjør at du ikke vil lese opp din?
421	Hans:	Nei, har bare (ikke?) lyste.
422	Lærer:	Ja, greit. Men hva er det som gjør at dere ikke blir enig?
423	E1:	Ehm, vi mener at det er et system fordi de trebitene jobber sammen med å holde arket sammen...

424	Lærer:	Ja, det var det du sa i stad. Hva er det du tenker deg...
425	E1:	Men han er uenig, for han mener at det er ingenting som jobber sammen med det...
426	Lærer:	Men du sier "Han er uenig", er du uenig?
427	E1:	Jeg er uenig med han...
428	Lærer:	Ja, så dere er uenig..
429	E1:	Ja, vi tre er uenig med han
430	Lærer:	ja, hva er det du tror jeg grunner da til at dere ikke blir enig (til Hans)?
431	Hans:	Vet ikke
432	Lærer:	Mm.
433	E1:	Men han har ikke sagt så mye, for han vil ikke lese det arket.
434	Lærer:	Nei, men det er...
435	E1:	Vi veit ikke hans grunner, det er derfor vi er uenig.
436	Lærer:	Men jeg hørte Hans' sine grunner i stad veldig godt på hvorfor han mener at et ark ikke er et system. Det var det du sa i stad, Hans, var det ikke det?
437	Hans:	Jo.
438	Lærer:	Ja. Da lyttet jeg. Håkon, Vilde og Kari. Da lyttet jeg og da hørte jeg hans begrunnelser for at han mente det han mente. Lyttet du til det, Håkon?
439	Hans:	H: Ingen av de gjorde det.
440	E1:	Jeg hørt ikke alt, for alle skravla så mye. jeg hørte bare babling.
441	Lærer:	Så det var ikke det at Hans ikke sa det, det var det at dere ikke hørte det.
442	E1:	Jeg hørte det bare en gang, men da hørte jeg bare babling.
443	Lærer:	Hvor mange ganger har du sagt det, Hans?
444	Hans:	Kanskje tre.
445	Lærer:	Tre ganger ja. Så da er det viktig å øve seg på å lytte også. Ok. (Går frem til tavla)
446	Lærer:	Ok. Abrakadabra!
447	Elever i kor:	Simsalabim!
448	Lærer:	Da er vi ferdig med den diskusjonsgruppen. Og de arkene dere har skrevet her. De arkene der dere har skrevet begrunnelsene deres, de skal vi lime inn i arbeidsboka senere. Det er fint at dere har tatt så godt vare på dem. Da skal jeg holde opp en ny setning, et spørsmål her. Og da lurer jeg på... (Holder opp ark hvor det står "Hvordan finner forskere svar på sine spørsmål" med store bokstaver) Hvilken... Hvis du ser på begrepstavla nå... Hva er dette her spørsmål til? Vi leser det sammen. Alle ser hit. Henda i fanget. 1 – 2 – 3.
449	Elever i kor:	"Hvordan finner forskere svar på sine spørsmål"
450	Lærer:	Og så ser jeg hit. (Går bort til begrepstavla) Hvor skal dette spørsmålet henge? Ser dere svar på dette spørsmålet på begrepstavla? Da vil jeg at vi leser sammen, skal vi se hvordan det høres ut. Da er det fint at alle sammen leter på begrepstavla her, for å finne svare på dette. Vi leser sammen 1 – 2 – 3.
451	Elever i kor:	"Forskere begrunner sine forklaringer med bevis"
452	Lærer:	Ja! Der henger den. (Henger opp arket) Merker dere at det er det dere har gjort nå? Nå har dere begrunnet deres forklaringer med bevis. Dere har kommet med begrunnelser for at dere mener det dere mener.
453		(Elevene blir bedt om å rydde sammen ark og finne riktige plasser)
454		(Økta går over til å handle om menneskekroppen som system)

