

MASTEROPPGAVE

Masterstudium i skolerettet utdanningsvitenskap med fordypning i Naturfag

Mai 2020

Begreper i naturfag: en studie i hvordan lærere arbeider med
begreper i naturfag

En kvalitativ studie

Halvor Hornkjøl



OsloMet – storbyuniversitetet

Fakultet for lærerutdanning og internasjonale studier

Institutt for grunnskole- og faglærerutdanning

Sammendrag

Denne oppgaven er en undersøkelse som søker å belyse arbeidet som gjøres med begreper i naturfagsundervisning i videregående skole. For å undersøke dette har det blitt gjort en kvalitativ undersøkelse som har benyttet seg av metodetriangulering. Fem lærere i videregående skole har blitt intervjuet og observert, og begrepsforståelsen hos gruppene deres har blitt testet før og etter undervisning. Ut fra temaet ble det utformet følgende forskningsspørsmål:

1. Hvordan ser lærere på sammenhengen mellom naturfag og fagbegreper?
2. Hva definerer lærere som vanskelige begreper?
3. Hvilken metodikk bruker lærere i begrepslæring?
4. Hva er elevens rolle i begrepslæring?
5. Hvordan kobler elever begreper og modeller?

Det teoretiske grunnlaget for oppgaven redegjør for fagbegrepers rolle i naturfag, hvordan språk og begreper påvirker elevenes læring og naturfagundervisningen og hvilken metodikk som tidligere forskning trekker fram egnet for å bearbeide begreper.

Funnene viste at det var variasjon i hvordan lærere reflekterte over begrepslæring, men at metodikken som ble utnyttet var mindre variert. Initiating -respons – feedback, eller «tavleundervisning», ble mye observert, og mange av informantene så på pugging som en relevant del av arbeidet for å lære seg begreper, selv om alle var opptatt av at dette ikke holdt for ekte forståelse. Det var ganske stor enighet mellom lærerne om hvilke fagbegreper som ble sett på som vanskelig. Abstrakte begreper og begreper som var vanskelig å relatere seg til ble trukket fram som det mest krevende å arbeide med i undervisningen.

Testresultatene viste at eleven fikk en tydelig forbedring av forståelsen etter undervisning, men at dette var vanskelig å knytte til lærerens metodikk. Testene viste også at elever ofte husker de visuelle modellene selv når de ikke har oversikt over begrepene som hører til.

Oppsummert viser oppgaven at det finnes mye tenkning rundt begrepslæring hos lærere, som stemmer godt overens med teori innen fagfeltet. Allikevel finnes det mindre variasjon i metode, og pugging som læringsmetode blir fortsatt anbefalt som effektivt.

Terms in science: a study concerning how teachers work in with terms in science

Abstract

This research paper is a work who searches to shed some light in work done concerning the words of science education at high school level. In order to investigate this there has been done a qualitative study which has implemented a method of triangulation. Five teachers at high-school level has been interviewed and observed, and the students understanding of some choice scientific words was tested before and after the observed classes. Out of the purpose with this research five research-questions was formed:

1. How does teachers look at connection between school science and scientific terms?
2. What does teachers define as difficulty in scientific words?
3. Which methods is deployed by teachers in the teaching of scientific words?
4. What is the student's role in learning scientific terms?
5. How does students connect terms and models?

The theoretical grounding for this paper explains the role of terms in science, how language and terms affect the students learning and science teaching and which methods former research recommends using when working with the words of science.

The findings revealed that there was much variation in how teachers reflected over teaching science, but that their methods we less varied. Initiation – feedback – response, or “chalk and talk” where much observed, and many of the informants used memorizing as a learning method, although all of them agreed that this was not a way to reach understanding. There was also generally agreement over which type of terms who were most difficult, where abstraction and difficulty with relating where the most common challenges. The test results revealed that teaching had good effect on understanding, but this was difficult to connect to teaching-methods. The test also showed that students often remember visual models even when they have forgotten the theory behind them.

In summary does this paper show that there is much good thinking around the teaching of scientific terms among teachers. But still there is less variety in methods deployed and memorizing is still recommended as effective.

Forord

«Lærer, hva betyr vegetasjon?»

Elevene mine var godt i gang med en rapport om suksesjon. Dagen før hadde vi gjennomført et feltarbeid i skogen og tidligere hadde vi hatt mye undervisning om temaet. Jeg trodde nå de hadde forutsetningene for å kunne skrive en rapport. Grundig undervisning etterfulgt av feltarbeid. Men så kom dette spørsmålet – «hva betyr vegetasjon?». Men det er selvsagt, vegetasjon er planter, det er noe alle vet. Vegetasjon er et dagligdags begrep. Eller er det det? Etter å ha avgitt det, for meg, nokså åpenbare svaret, startet jeg å grunne litt på dette med begreper. Er «vegetasjon» et dagligdags begrep? Hvilke andre slike begreper? Hvor ofte bruker jeg det – og viktigere – hva med elevene? Så slo det meg at dette begrepet neppe er en del av dagligtale for en typisk 16-åring.

Denne opplevelsen gav grobunn for mer refleksjon. Om dette relativt «enkle» begrepet vegetasjon var totalt ukjent for elever – hvor fjernt blir da det fagstoffet i lærebøkene? Og hva med alle fagordene og «vanskelige» ordene som for meg er helt naturlige. Hvor mye av det jeg sier til elevene er med et språk de faktisk forstår? Det blir vanskelig å være elev dersom du ikke forstår språket du blir undervist på.

Med disse refleksjonene i bakhodet ble det naturlig for meg å arbeide med begrepslæring masteroppgaven. Arbeidet med dette har gitt meg gode muligheter til å reflektere over egen undervisning. Arbeidet med forskningen, både teoriarbeidet og undersøkelsene, gav verdifulle perspektiver på begrepsarbeid undervisning. Disse har jeg kunnet reflektere over og utnytte meg av i egen undervisning.

Å skrive en masteroppgave har vært en svært krevende oppgave, og ville ikke vært gjennomførbart om det ikke hadde vært for gode støttespillere. Fem erfarne og dyktige lærere var så hyggelige og tok seg tid til å være med som informanter. Uten de hadde det ikke blitt noen oppgave, tusen takk!

Store skriftlige oppgaver har aldri vært en styrke hos meg, og det var flere ganger under prosessen jeg lurte på om masteroppgaven var en god ide. Heldigvis har jeg vært velsignet med dyktige veiledere. En stor takk til Aase Marit Ramton og Siv Gundrosen Aalbergsjø for god veiledning. Med deres faglige og motiverende instruks ble det «umulige» gjennomført. Tusen takk!

Mai 2020, Sande

Innhold

1. Innledning	9
1.1 Begrunnelse for valg av oppgave.....	9
1.2 Oppgavens hensikt og forskningsspørsmål	10
1.2 Avgrensning	12
2. Teori	14
2.1 Om språk og begreper	18
2.2 Utfordringer med språk og begreper i naturfag.....	23
2.3 Hvordan arbeide med begreper	29
2.4 Begreper og modeller	34
2.5 Oppsummering	36
3. Metode.....	39
3.1 Forskningsdesign	39
3.2 Utvalg.....	40
3.3 Datainnsamling	41
3.3.1 Intervju	42
3.3.2 Observasjon av undervisning	47
3.3.3 Før - og ettertest	48
3.4 Etske betraktninger	53
3.5 Generaliserbarhet.....	53
3.6 Validitet.....	54
3.7 Reliabilitet.....	55
3.8 Metodediskusjon	56
4. Resultater og analyse.....	58
4.1 Observasjonene	58
4.2 Resultater.....	61
4.2.1 Hvordan ser lærere på begreper og naturfaglig språk?	61
4.2.2 Hva definerer lærerne som vanskelige begreper?	62

4.2.3	Variasjon i metoder: hvordan ulike lærere jobber for begrepsforståelse.....	70
4.2.4	Hva er elevenes rolle i begrepslæring?.....	81
4.2.5	Hvordan kobler elever begreper og modeller?	85
5.	Diskusjon	89
5.1	Hvordan ser lærere på sammenhengen mellom naturfag og fagbegreper?	89
5.2	Hva definerer lærere som vanskelige begreper?	91
5.3	Hvilken metodikk bruker lærere i begrepslæring?.....	97
5.4	Hva er elevens rolle i begrepslæring?	104
5.5	Hvordan kobler elever begreper og modeller?	107
6.	Avslutning.....	110
6.1	Oppsummering	110
6.2	Veien videre	112
	Bibliografi	114
	Vedlegg.....	117
-	Informasjonsskriv til informanter.....	117
-	Intervjuguide	121
-	Observasjonsskjema.....	122
-	Pre og posttester	123

1. Innledning

1.1 Begrunnelse for valg av oppgave

Naturfag er et underlig fag i skolen. Som fag har det ikke noen direkte parallell fra høyere utdanning. I stedet er det en sammensetning av diverse fagfelt. De tre «store» fagfeltene som er biologi, kjemi og fysikk bygger hoveddelen av grunnlaget, men også fagområder som medisin, geologi, astronomi, ingeniørvitenskap og meteorologi finner innpass i lærerplanene i naturfag der det passer inn (Sjøberg, 2009). Felles for disse temaene er at de alle regnes som en del av naturvitenskapene. Naturvitenskapens hensikt – teoretisk sett – ligger i å finne forklaringer på naturen rundt oss, med almene naturlover som kan eksistere utenom en subjektiv forståelse. Idealet er en naturvitenskap som forklarer naturen objektivt, uavhengig av et menneskelig subjekt (Chalmers, 2013).

En slik objektiv beskrivelse av virkeligheten krever også sitt eget språk, og dermed også sine egne begreper. Begreper som skal beskrive fenomener objektivt, så fritt for ulike tolkninger og følelser som det lar seg gjøre. Dette er det naturvitenskapelige språket. Et språk som gir vitenskapsmenn, forskere, ingeniører og alle andre med behov mulighet til å utvikle, dele og formidle kunnskap om naturen presist og uten fortolkninger (Tenopir & Kings, 2004), (Reeves, 2005). Når naturfag som skolefag er utledet fra naturvitenskapen tar også naturfaget med seg det naturvitenskapelige språket inn i skolen og klasserommet.

Og det er i klasserommet naturvitenskapen møter det eleven. En elev som gjerne ikke bor i en hverdag der alt skal defineres objektivt og uten følelser, men heller det motsatte. Eleven lever i en verden av følelser og narrativ som ofte ikke ser behovet for objektive forklaringer eller presise beskrivelser av verden rundt – virkeligheten er subjektiv (Gee, 2005). Møtet mellom den subjektive eleven og det objektive i faget blir en kontrast, og dette kan by på utfordringer. Og den som får i oppgave som veileder i denne utordringen blir læreren (Wellington & Osborne, 2001).

En sentral utfordring med det naturfaglige språket er fagbegrepene (Wellington & Osborne, 2001). For å kunne utfylle sin rolle i å formidle naturvitenskap så objektivt som det er ønskelig kreves det en stor mengde ord. Navn på gjenstander, prosesser, modeller,

reaksjoner, deler, organer, systemer, deler av systemer og så videre. De er helt nødvendige. Enten så er de navn på noe som – vel – må hete noe, eller de beskriver en prosess som en ellers måtte brukt adskillige setninger på å forklare. En får ikke kommunisert naturvitenskap, eller naturfag uten dem, og om elevene skal lære naturfag blir begrepene med.

Det er derfor jeg valgte oppgaven. Etter å ha observert hvordan elever, først i praksis men senere egne elever, tilnærmet seg fagbegreper og hvordan de ofte strevde med disse, fikk jeg interesse av å undersøke hvordan en som lærer kan tilnærme seg begreper i naturfag på en god måte. Slik var tanken jeg selv kunne få god innsikt i hvordan jeg skal takle begreper i egen undervisning, og med et lite håp om at dette arbeidet også kunne være nyttig for andre.

Oppgaven er delt i fem kapitler. Introduksjonen presenterer oppgavens hensikt og forskningsspørsmål. Teorikapittelet trekker fram relevant teori og viser forskningsstatus i feltet. Metodekapittelet beskriver metodikken i oppgaven og hvordan undersøkelsen er blitt gjennomført. Resultat og analysekapittelet beskriver og analyserer resultatene av undersøkelsen. Diskusjonen trekker resultatene opp mot teori og drøfter disse. Til slutt oppsummeres undersøkelsen og forslag til videre studier drøftes i oppgavens avslutning.

1.2 Oppgavens hensikt og forskningsspørsmål

Som overordnet tema ser oppgaven på arbeid med begreper i naturfag. Ut fra denne tematikken har det vært mulig å utlede en overordnet hensikt med studiet:

«Å undersøke lærernes arbeid for god begrepsforståelse i naturfag»

Undersøkelsene som er utført i denne oppgaven har vært bygget opp for rundt denne tematikken. Ut fra denne hensikten har dataene blitt samlet inn. Dette ble gjort med metodetriangulering mellom kvalitativt semi-strukturert forskningsintervju, ikke deltagende observasjon av undervisning samt testing av eleven før og etter undervisningen. I datasettene ble det tydelig oppgavens hensikt ble belyst fra flere forskjellige aspekter. Disse aspektene har jeg så trukket fra som temaer, etter tematisk analysemetode (Braun & Clarke,

2006) og dette ble grunnlaget for oppgavens forskningsspørsmål. En grundigere gjennomgang av hvordan tematisk analyse har blitt brukt vil være å finne i oppgavens metodedel.

De ulike forskningsspørsmålene som analyseres i oppgaven:

1. Hvordan ser lærerne på sammenhengen mellom naturfag og fagbegreper?
2. Hva definerer lærerne som vanskelige begreper?
3. Hvilken metodikk bruker lærere i begrepslæring?
4. Hva er elevens rolle i begrepslæring?
5. Hvordan kobler elever begreper og modeller?

Lærerens arbeid med begreper er et stort og omfattende tema, og det inneholder mange ulike aspekter. For denne oppgave har jeg vært bevisst på å velge fem slike aspekter som påvirker arbeidet med begreper. Jeg vil her forklare hvorfor jeg har valgt disse fem spørsmålene:

1. Hvordan ser lærerne på sammenhengen mellom naturfag og fagbegreper?

Fagbegrepene har en sentral plass i naturvitenskap (Reeves, 2005), som også påvirker skolefaget naturfag (Sjøberg, 2009). Undersøkelsen hadde interesse av å se etter hvilke holdninger lærerne hadde til denne delen av faget: betraktet de fagbegrepene som en didaktisk utfordring eller som nyttige og viktige verktøy for å formidle naturvitenskapelig kunnskap.

2. Hva definerer lærerne som vanskelige begreper?

For å kunne arbeide med begrepslæring i naturfag vil det være nyttig å ha en oversikt over hva som er utfordrende med fagbegreper (Wellington & Osborne, 2001). Derfor ble dette også vektlagt i undersøkelsen.

3. Hvilken metodikk bruker lærere i begrepslæring?

Dette går direkte på tematikken i oppgaven. For dette forskningsspørsmålet var hensikten å studere hvordan lærerne bearbeider begrepene i undervisningen sin. Det er av interesse å se på hvilke metodiske grep og arbeidsmåter lærerne utnytter seg av for å lære opp elevene bruk av naturvitenskapelige begreper.

4. Hvordan kobler elevene begreper og modeller?

I naturfag er det en tett kobling mellom modeller og begreper (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019). Selv om det ikke i utgangspunktet var til hensikt å trekke inn et arbeid med modeller i undersøkelsen, ble det i arbeidet med teori og utforming av undersøkelsen tydelig at forholdet mellom modeller og begreper ble naturlig å ta for seg. I intervjuene var det også tydelig at lærerne ikke skjelnet mellom begrepene og modellene som tilhørte. For lærerne var også denne koblingen mellom modeller og begreper åpenbar, så det var av interesse å se på om elevene fant de samme sammenhengene som lærerne deres.

5. Hva er elevenes rolle i begrepslæring?

Å lære seg nye konsepter er en prosess som skjer inne i hodet til den lærende (Piaget, 1957), og er dermed avhengig av at eleven ikke er passiv. Ulike typer elevarbeid er også sentralt i undervisning av naturfag (Wellington & Osborne, 2001), og det var dermed naturlig å undersøke hvordan lærerne mente at elevene hadde mest utbytte av for begrepslæring.

Utfra de dataene jeg har utarbeidet fant jeg det mest hensiktsmessig å belyse oppgavens hensikt ut fra disse fem forskningsspørsmålene. som også korresponderer godt med hvilke aspekter av begrepslæring som vektlegges av litteraturen. De fire punktene tilsvarer nødvendigvis ikke fire likevektige datapunkter, og det er noen av temaene det blir naturlig å bruke mer tid på enn andre, særlig på grunn av hvor mye data som kan trekkes inn i disse. Dataene har blitt analysert i disse fem linsene for så å gi et helhetlig bilde, som så har blitt diskutert i oppgavens diskusjonsdel.

1.2 Avgrensning

Hensikten med oppgaven, «Å undersøke lærernes arbeid for god begrepsforståelse i naturfag» er ganske vid. «Naturfag» som fag dekker grunnleggende kunnskaper innenfor biologi, kjemi, fysikk, medisin, teknologi, geologi og en stor mengde undergrupperinger av disse. Videre blir det undervist på trinn fra 1. trinn i barneskolen helt til 1. trinn på videregående og alternativt vg3 påbygg. For å gjøre oppgaven håndterbar og datamaterialet sammenlignbart har jeg valgt å avgrense den til å omhandle naturfag i videregående skole. Her er det faglige trykket desidert størst og mye av pensumet bygger videre på grunnskolens. Det er også den elevgruppen som jeg personlig har mest interesse av å studere da jeg underviser på dette nivået selv.

Ettersom oppgavens overordnede tema er begreper i naturfag kunne det vært gjennomført innen alle temaene innen faget, da begreper er sentralt i alle deler av naturfag (Wellington & Osborne, 2001). Men for å gjøre resultatene enklere å sammenlikne hverandre og for å gjøre oppgaven mer håndterbar var det hensiktsmessig å avgrense tematikken for studiet til å lande innenfor ett læreplanmål. Som valg av tema innenfor faget valgte jeg å se på arbeid med begreper innenfor kjemiundervisningen i naturfag 1. videregående. Dette innefatter læreplanmålet «*forklare hva redoksreaksjoner er, gjøre forsøk med forbrenning, galvanisk element og elektrolyse og gjøre greie for resultatene*» (Utdanningsdirektoratet, 2006). Dette læreplanmålet ble spesielt valgt da et er en svært teknisk og begrepsrik del av læreplanen. Å kunne forklare en redoksreaksjon krever gode grunnkunnskaper i kjemi og en grundig forståelse innenfor faget og krever at en behersker fagbegrepene som er sentralt for det naturfaglige språket (Wellington & Osborne, 2001). Temavalget har også hatt praktiske hensyn, da dette også har vært avhengig av at informantene som har blitt brukt i studiet har vært tilgjengelige når de har undervist fagstoffet.

2. Teori

Når oppgaven velger å ta for seg begreper i naturfag blir det naturlig å se på språk innenfor naturfag. Om dette skal være en nyttig øvelse vil det være en god ide å se på språk og begreper innen naturvitenskap. For å kunne forklare naturvitenskapelig språk vil det også være nødvendig å forklare naturvitenskap. Er det kanskje noe spesielt med naturvitenskapen som gjør at denne har et språk som differensierer den fra andre typer språk?

Naturvitenskapens funksjon

For å sitere Chalmers (2013): «*What is this thing called science?*» Et tilsynelatende enkelt spørsmål som det er svært krevende å kunne gi et tilfredsstillende svar til, særlig i denne oppgaven. Bedre er det å gi en definisjon på vitenskapens rolle: å beskrive naturen objektivt ut fra erfaringer og observasjoner (Chalmers, 2013). Om en setter seg inn i vitenskapsteorien vil man raskt se at det ikke er så enkelt i praksis, se for eksempel Chalmers (2013).

Diskusjonen over hvorvidt vi egentlig er i stand til å tilegne oss objektiv kunnskap om verden ligger utenfor denne oppgaven, men essensen av dette vil allikevel henge sammen med begrepslæringen i klasserommet ettersom det påvirker språket. Dette er tydelig i selvet innholdet i naturvitenskapen. Innholdet i naturvitenskapen, altså det naturvitenskapelige produkt, inneholder det kunnskapssystemet som har vokst fram igjennom generasjonene. Bygget opp av vitenskapelig arbeid der hver generasjon bytter på den forrige ender man opp med et vitenskapelig produkt som inneholder som er en sammenvevd masse av teorier, modeller, tanker og lover som beskriver virkeligheten (Sjøberg, 2009). Naturvitenskapen er heller ikke en statisk mengde kunnskap, men er stadig i endring ettersom nytt arbeid tilfører eller direkte falsifiserer gamle teorier (Chalmers, 2013). For å ha kunnskap om naturvitenskap må en ha kunnskap om de naturvitenskapelige prosessene, og for å få dette må man ha innsikt i språket (Wellington & Osborne, 2001).

Naturvitenskap og naturfag

Elevene skal riktignok ikke lære naturvitenskap, men naturfag. Sammenhengen her er allikevel innlysende: naturfag er naturvitenskap, eller læren om naturvitenskap. Dette er tydelig om man leser om formålet for naturfag i læreplanen, som forklarer at naturfag som skolefag er bygget opp av ulike naturvitenskapelige disipliner for å bygge et helhetlig

skolefag (Utdanningsdirektoratet, 2006). Dermed blir naturfag i skolen elevenes første møte med naturvitenskap, og naturvitenskapelig språk. Før vi går løs på det naturvitenskapelige språket lønner det seg å forklare hvorfor vi ønsker å lære elevene dette. Og i skolen er også naturvitenskapen for en grunn. Sjøberg (2009) trekker fram fire argumenter for hvorfor naturvitenskap er et viktig skolefag:

- Økonomiargumentet: naturfaglig kunnskap er ofte en lønnsom forberedelse til videre utdanning og yrkeskarriere for elevene.
- Nytteargumentet: kunnskapen fra naturfag er nyttig for å mestre dagliglivet
- Demokratiargumentet: Dette argumentet bygger på at det er viktig for innbyggerne i et demokrati å ha gode kunnskaper for å kunne delta aktivt i det offentlige og det demokratiske.
- Kulturargumentet: Dette forklarer at naturvitenskap er en viktig del av vår kulturarv og dermed en del av dannelse.

For skolen er det viktig å kunne balansere mellom disse fire argumentene for å finne fram til læremidler og vurderingsformer (Sjøberg, 2009). For denne oppgavens del er de også her som en påminnelse om hvorfor arbeid med naturfagsundervisning er viktig.

Naturvitenskapelig språk

Hva kjennetegner da naturvitenskapelig språk? Det henger sterkt sammen med vitenskapenes generelle rolle: å kunne beskrive den verden, modeller og teorier så objektivt som mulig (Chalmers, 2013). Vitenskapelig språk ønsker å beskrive naturen nøyaktig og objektivt. Den vitenskapelige kunnskapen skal kunne brukes i praktiske kontekster, og den kan ikke være åpen til fortolkning. For eksempel vil det være uheldig om beskrivelser av reaksjoner mellom to stoffer var åpne til fortolkning avhengig av hvilke øyne som så. En feiltolkning kan her få fatale følger. Vitenskapsmenn er da helt avhengige av et språk som ikke er åpent for tolkning. Fenomenet som forskeren beskriver i en artikkel bør gi samme forestilling for leseren som det gav forfatteren, og forsøk som er beskrevet av en forsker må beskrives slik at andre forskere skal kunne gjenskape akkurat det samme forsøket (Reeves, 2005).

Dette er også tydelig i den naturvitenskapelige litteraturen. Frederick Suppe (1998) gjennomførte en større studie som undersøkte over tusen vitenskapelige artikler fra forskjellige fagdisipliner og analyserte strukturen. I dette arbeidet fant han store likheter i strukturen i hvordan de vitenskapelige artiklene var bygget opp, også der det var liten variasjon mellom fagdisiplinene. Papirene fulgte alle den samme strukturen: de presenterte data fra observasjoner basert på arbeidets undersøkelser, så argumenterte arbeidet for hvorfor disse observasjonene var relevant i forhold til det fagfeltet arbeide ble gjort innom, samtidig som det alltid ble gitt detaljerte framstillinger av metodikk, både praktiske arbeidsmetoder og analysemetodikk. Det holder ikke bare med å informere om denne, men forskeren må også begrunne hvorfor denne metodikken er i bruk, og hvordan data kan tolkes ut fra dette. Alternative forklaringer på resultatene må også gjøres rede for og diskuteres. Det må argumenteres for hvorfor disse forklaringene ikke er like korrekte for resultatene av undersøkelsen. Nøkkelordet for vitenskapelig arbeid er argumentasjon. Argumentasjon viste seg å være en av de viktigste drivkreftene innen den naturvitenskapelige praksisen (Suppe, 1998).

Språk er også sentralt for de som praktiserer naturvitenskapelige yrker. Tenopir og Kings (2004) gjorde en grundig studie på hvorledes ingeniører utnytter arbeidstiden sin. Det viste seg at hele 23 prosent av arbeidstiden ble brukt til lesing. Og om en legger til snakking og skriving lå arbeidstiden brukt helt opp i 58 prosent (Tenopir & Kings, 2004). Dette viser at naturvitere i stor grad hele tiden må forholde seg til det naturvitenskapelige språket på arbeidsplassen, og dette gjør naturfaglig språk viktig for allmenndannelsen. Samfunnet er avhengig av den naturfaglige kompetansen (Sjøberg, 2009), noe som gjør arbeid med naturfaglig språk viktig i et større perspektiv.

Funksjonen til naturvitenskapelige begreper

Argumentasjonen i naturfaglig arbeid må bygge på er de, så godt som mulig, objektive observasjonene som er et resultat av undersøkelse. Undersøkelsene er få sin side konstruert ut fra tidligere kunnskap i denne grenens vitenskapelige tradisjon. Argumentasjonen – og det vitenskapelige språket generelt – må da være fritt for kulturelle bias og følelsesmessige tilknytninger (Reeves, 2005). Dette setter det allerede sterkt opp imot det hverdagslige

språket, som vi senere vil se i stor grad bygger på følelser og bias (Gee, 2005). En konsekvens av dette er at det naturvitenskapelige språket ender opp med å bli svært forskjellig fra hverdagspråket. Dette får konsekvenser når en skal lære det bort til elever som behersker et språk tett knyttet opp til hverdagspråket. Det vil være nyttig å illustrere dette med et eksempel. Ta ordet *energi*. Dette ordet er både i bruk i hverdagspråk og innen naturvitenskapelig språk. I hverdagspråket kan vi for eksempel bruke ordet *energi* slik: «*jeg har så lite energi i dag*». Dette vil gjerne tolkes som om jeg er slapp, trøtt, eller sliten. Ordet *energi* brukes her til å forklare hvordan jeg føler meg, og er ikke strengt definert. I en naturvitenskapelig kontekst vil vi derimot ikke bruke ordet *energi* slik. Her har ordet *energi* en helt bestemt betydning: en kvantitativ (målbar) egenskap som overføres fra en gjenstand til en annen igjennom arbeid eller oppvarming. Energibegreper er her strengt definert og for at noe skal være *energi* må det følge helt bestemte regler, altså ikke åpen for tolkning og fritt for narrativt innhold. Det finnes noe likhet mellom hvordan energi beskrives i hverdagsform og vitenskapelig – i begge settinger er hensikten trengs det energi for at en form for arbeid skal kunne gjennomføres, men begrepets funksjon er svært forskjellig fra de to situasjonene.

Begreper innenfor naturvitenskap har dermed en distinkt funksjon i det naturvitenskapelige språket. Når det naturfaglige språket eksisterer for å definere den naturfaglige teorien presist og objektivt vil begrepene bruk innenfor dette være av samme karakter. Naturfaglige begreper må dermed beskrive noe presist og objektivt uten muligheter for fortolkning. Ovenfor så vi hvordan energibegrepet har en helt presisert funksjon innen fysikk. Det er ikke vanskelig å finne flere eksempler. For eksempel brukes ordet *redoks* til å beskrive reaksjoner der elektroner overføres, men ordet *organisme* er en levende skapning, enten et dyr, en plante eller en encellet livsform. Så langt virker det greit.

Men det er ikke alltid like enkelt. Ofte ender begreper opp med å ha ulik betydning avhengig av hvilke kontekster man arbeider i (Reeves, 2005). Et eksempel på dette var hvordan begrepet *homolog* blir brukt noe forskjellig fra evolusjonsbiologi og cellebiologi. Innenfor evolusjonsbiologien står *homologi* for likheter mellom organismer som stammer fra en felles forfader (som at alle pattedyr har arm og fingerbein). *Analogi* derimot handler om likheter uavhengig av arv (eksempelvis at både insekter, fugler og flaggermus har vinger) (Reeves,

2005). I cellebiologien ble derimot begrepet *homolog* også brukt i sammenhenger der evolusjonsbiologier ville brukt begrepet *analog*. Dette vil kunne skape forvirring: om en cellebiolog leser forskning skrevet av en evolusjonsbiolog kan dette føre til misforståelser. Akkurat en slik forvikling kan ha først til at en lege, Dr Leonard L. Bailey gjennomførte en hjertetransplantasjon på et spebarn med et bavianhjerte. Transplantasjonen var vellykket, men spebarnet døde kort tid etterpå da immunsystemet avviste det transplanterte hjertet. Årsaken til at et så desperat forsøk ble gjennomført, i tillegg til at det ikke fantes bedre alternativer, var at dr. Bailey hadde oppfattet evolusjonsbiologenes bruk av homologi mellom bavianer og sjimpanser til å mene at de var genetisk like nok til at en slik immunrespons ikke ville være så aggressiv (Reeves, 2005).

Lignende forvirringer dukker opp når begreper ikke er tydelig definert og ender opp med å få forskjellige betydninger også innenfor samme fagfelt, eller enda mer forvirrende navn og begreper som har blitt en del av vitenskapelig diskurs, men som har et opphav som psevdovitenskap og mangler et stødig forskningsgrunnlag. Dette vil være begreper som stammer fra teorier som ikke har blitt eller kan bli testet. Som eksempel vil det være Freuds teori om at barn går igjennom en «anal fase» i utviklingen, eller Skinners teori om hjernen som en «black box». Teorier som disse eksisterer som en del av den vitenskapelige diskursen innenfor sine fagfelt uten et forskningsmessig grunnlag (Reeves, 2005).

Som vi har sett har det naturvitenskapelige språket er komplekst og har en egenartet oppgave i å formidle objektiv kunnskap om verden (Chalmers, 2013) (Reeves, 2005). Selv om denne oppgaven kan virke simpel har vi også sett at dette heller ikke er helt enkelt. Det er dette språket som eleven i klasserommet må lære seg for å mestre naturfag og naturvitenskapen den er basert på (Wellington & Osborne, 2001). Videre vil vi se på hva som gjør naturfaglig språk – og da begreper – så krevende for elevene.

2.1 Om språk og begreper

Vi har sett at det naturfaglige språket er karakteristisk og skiller seg fra hverdagspråket (Gee, 2005). Denne delen av teorien skal ta for seg aspekter og utfordringer som ligger ved innlæringen av dette «nye språket». For å kunne gi et godt svar på dette må vi først kunne

argumentere for hvorfor læringen av det naturfaglige språket er sentralt i naturfag. For å gjøre det kan det være nyttig å se på sammenhengene mellom språk og læring.

Vygotsky og begrepskonstruksjon

Dette leder oss til først til Vygotsky. En godt kjent sovjetisk psykolog fra det forrige århundret som gjorde mye arbeid vedrørende barns mentale utvikling. Et av tematikkene han brukte mye tid på var hvordan mennesker utvikler konsepter. Et konsept er en abstrakt ide og sees på som de fundamentale byggesteinene for tenkning og er sentralt for all tenkning (Vygotsky, 1962). Målet var å kunne gi en forklaring på hvordan konsepter konstrueres, noe som vil være en konstruktivistisk tankegang. Tidligere forskning (Ach, se (Vygotsky, 1962) kapittel 5) hadde etablert at konsepter ble formet i de komplekse operasjonene som oppstår når subjektet må løse en oppgave. Slike oppgaver ville være å gi et subjekt et meningsløst ord og deretter gi de oppgaver som etter hvert som subjektet fikk arbeidet med disse oppgavene gav dette ordet en betydning – og da et konsept.

Vygotsky videreutviklet metodene fra sine forgjengere. Forsøket til Vygotsky gikk ut på at diverse gjenstander med noe varierende form blir plassert på et bord. Under hver og en av figurene står det et tulleord. Testpersonen, eller subjektet, får så se under en av figurene og får en oppgave å løse: sorter ut alle figurene med det samme ordet under. Ettersom subjektet ikke klarer å løse oppgaven får de vite navnet på enda en figur. Dette kan være det samme ordet som på den første figuren. På denne måten vil etter hvert subjektet kunne forbinde tulleordet under originalfiguren med en egenskap som den har til felles med andre figurer med det samme navnet. Dermed blir dette nye ordet et «konsept» som for fellesfaktoren mellom alle de figurene som har det samme navnet – for eksempel hadde alle flat topp, men ellers helt forskjellige. Dette forsøket ble gjort på et større utvalg, over tre hundre, med stor variasjon mellom deltagerne. Ut ifra dette studiet konkluderte Vygotsky med at ord er sentrale for å forme konsepter. Ordet blir metoden for å forme et konsept, og blir dermed symbolet for dette konseptet. Og dermed blir det evnen til å bruke språk sentral for å utvikle konsepter (Vygotsky, 1962).

Hva er så overføringsgraden til klasserommet og Naturfag? Det kan argumenteres for at dette ikke er helt ulikt hva som skjer når elever møter ukjente begreper i undervisningen. En elev vil for eksempel kunne høre et nytt begrep brukt på en gjenstand innen faget, si dette er begrepet linse. I første omgang kan det være eleven møtte dette som en del av et kamera. For eleven vil da begrepet *linse* nå være noe på et kamera. Om Vygotskys forsøk hadde blitt gjort med «lenser» vil nå bare kameraer bli sortert ut. Senere møter eleven linser i sammenheng med briller, kikkerter og så til slutt inni øyet. Konseptet *linse* har nå endret betydning fra å være et kamera til å tilslutt være en gjenstand som fokuserer eller sprer lys. Slik kan en se for seg hvordan Vygotskys utforming av begreper vil kunne se ut i klasserommet.

Om språk er sentralt i formingen av konsepter vil dette også gjelde for formingen av konsepter innenfor naturfag. Dette sett i sammenheng med at naturvitenskapen har sitt eget språk vil gjøre det naturlig å tenke at en som underviser i naturfag også må ha kompetanse innenfor språkopplæring. Naturfaglæreren blir altså språklærer (Wellington & Osborne, 2001). Med dette følger mange utfordringer, som for eksempel de harde konseptuelle ordene som energi, arbeid, effekt – som allerede er kjente begreper fra hverdagen, men innenfor vitenskapen har de presise betydninger som heller ikke alltid passer inn med hverdagsspråket (Wellington & Osborne, 2001). Naturfagundervisningen vil også omhandle introduksjonen av nye ord i både ukjente og kjente sammenhenger. De faglige begrepene kommer også i tillegg til det mer formelle (semi-akademiske) språket lærestoffet blir introdusert i, som er ganske ulikt språket elevene bruker i sosiale sammenhenger (Wellington & Osborne, 2001).

Språk og literacy

Det blir her naturlig å trekke inn begrepet *literacy*. I sin mest grunnleggende betydning omhandler *literacy* først og fremst evnen til å lese og skrive. Denne smale definisjonen møter noen problemer – det er fullt mulig å lese en tekst uten å forstå innholdet av den. Og det er også fullt mulig å skrive setninger med korrekt vitenskapelig innhold uten forståelse av hva innholdet i setningen betyr. En mer omfattende definisjon av *literacy* er mer nyttig. *Literacy* i den betydningen vil gå ut på å kunne lese en tekst med forståelse, og å kunne tolke den

både med perspektiv på teksten, men også i forhold til andre tekster og egne erfaringer og med en kritisk sans. Lesing blir da å forstå, tolke, analysere og kritisere tekst (Norris & Phillips, 2003).

Denne definisjonen av *literacy* er generell. Det kan være nyttig å se på hva dette har å si for naturfag, som vil være *scientific literacy*. Dette begrepet vil det være hensiktsmessig å definere. I PISA 2006 defineres *scientific literacy* slik:

- «kunnskap om naturfag og bruk av denne kunnskapen for å identifisere naturvitenskapelige problemstillinger, å skaffe seg ny kunnskap, å utforske naturfaglige fenomener og å dra evidensbaserte konklusjoner om naturfagrelaterte problemer
- Forståelse av de karakteristiske trekkene ved naturvitenskap som en del av menneskets kunnskapsbase og av kjennetegn ved utforskende arbeidsmetode
- Innsikt i hvordan naturvitenskap og teknologi former våre materielle, intellektuelle og kulturelle omgivelser og
- Vilje til å engasjere seg som en reflektert samfunnsborger i naturfagsrelaterte problemstillinger med en naturvitenskapelig tilnærming

(Kjernsli, S, Olsen, & Roe, 2007)

Det kan da være verdt å gå inn på hva som er unikt for naturfaglige tekster. Tekst -og særlig vitenskapelig tekst – er en språklig idealisering som utelater mye fra vanlig tale (intonasjon, gestikulering osv) og legger til ting som ikke finnes i tale (setningsstruktur, punktsetning, parenteser osv). I hovedsak betyr det at skrift og tale har markante forskjeller. Literacy i naturfag må da innebære evne til å håndtere naturfaglige tekster. Det er også viktig å ha forståelse for at vitenskapen og dens teorier er avhengige av tekst, men at denne fortsatt må tolkes av leseren. Literacy i en naturvitenskapelig sammenheng må også ta høyde for at vitenskapen er et resultat av en kumulativ *diskurs* og at tekstene bygger på tidligere kunnskap (Norris & Phillips, 2003). Med andre ord – det er ikke nok å forstå vitenskapelige prosesser i isolasjon, men kunne se det som en del av den helhetlige diskursen.

Diskurs i naturfag

Å få forståelse av begreper i naturfag – og da språket i naturfag – vil i stor grad gå ut på å beherske literacy i naturfag. Dette kan sees i sammenheng med literacy og andre fag. Suksess i skolen har sammenheng med hvordan elever håndterer akademisk språk (Gee, 2005). Om vi følger Gee sitt teoretiske rammeverk vil vi forklare dette ut fra begrepet Diskurs. For å gjøre det trengs det å trekke sammenhengen mellom *literacy* og diskurs. Diskursen er språk og samtaleformer innenfor en viss praksis (Gee, 2005), mens literacy vil være hvor godt man behersker den nevnte diskursen. En må da ha literacy innenfor en diskurs for å kunne delta. Som sagt er diskurs er en kombinasjon av språk og sosial praksis innenfor en spesifikk gruppe. Dette vil gjelde alle varianter av gruppesammensettinger. Dette vil gjelde både for sosiale grupperinger som eksempelvis rånere eller vestkantungdom så vel som innenfor sportslige, som for eksempel fotballspillere og sprangryttere, eller faglige, eksempler kan være kjemikere eller arkeologer. Alle disse ulike type undergruppene vi ha sin egen språklige praksis og sine egne normer som en person som ønsker å være en del av dette er nødt til å lære seg og følge (Gee, 2005). Det samme gjelder innenfor klasserommet der både skolen og fagene har sine diskurser som eleven må være en del av. For at elevene så skal kunne beherske naturfag må de også beherske diskurs i naturfag, som igjen krever at de behersker naturfaglig språk.

Skolediskurs – og særlig naturfaglig diskurs – kan være utfordrende for elevene å tilegne seg. Dette kan forklares at den diskursen eleven har når den begynner i skolen – *primærdiskursen* – ofte er svært forskjellig fra den diskursen som finnes innenfor fagene (Gee-referanse fra ped igjen). En grunn til dette er hvordan selve tankesettet i naturfag er forskjellig fra tankesettet innenfor primærdiskursen. Primærdiskursen vil ofte i hovedsak være bygget opp over narrativ tenkning (Bruner, 1986). Modeller for narrativ tenkning går ut på en subjektiv og følelsesbasert forståelse av verden som beskriver den i et narrativ der tenkeren selv er subjektet. Naturvitenskapen derimot – diskursen som vi her ønsker å bringe elevene inn i – inneholder i hovedsak en paradigmatisk modell for tenkning. Paradigmatisk tenkning er bygget opp av matematiske modeller og logikk, og har ingen plass til narrativ og handlende subjekter (Bruner, 1986). Dette er høytsvevende, så et kort eksempel vil være nyttig her. En elevs daglige liv vil være dominert av sosiale situasjoner, i hovedsak venner og familie. Disse

relasjonene er sentrale for oss alle, og er subjektive og ikke målbare – og «språket» som man bruker i alle de situasjonene er ikke spesielt definert. Til kontrast til dette er språket i en naturfagstime om atomer dominert av begreper og modeller som forsøker å forklare fenomener presist, sterilt og uten følelser. Den vitenskapelige paradigmatisk tenkemåten vil da være svært fjern for elevene.

Suksess i skolen og spesielt innen realfag vil da være sterkt påvirket av elevens vilje og evne til å tilegne seg det akademiske språket og dets paradigmatisk tankesett. Gee (2005) forklarer også at ette heller ikke er noe elevene skal kunne gjøre uten tap. For å kunne sette seg inn i det akademiske språket må elevene gi fra seg konkrete ting. Innen en naturfaglig diskurs vil vi ikke være interessert i empati, mål, eller subjektet og evnen til å sette pris på ting. De vil til gjengjeld oppnå blant annet en relasjon med det abstrakte, evne til å kvantifisere og kvantifisering. Tap – vinn balansen i dette behøver ikke være noe eleven nødvendigvis vil se på som noe positivt, og kan videre sette en begrensning på elevens motivasjon.

I tillegg vil denne oppnåelsen av språk være krevende, og det vil være helt nødvendig for eleven å ha veileder som er en dyktig bruker av språket (Gee, 2005). Naturfagslæreren blir da språklærer (Wellington & Osborne, 2001). Oppgaven tar riktignok ikke for seg naturfaglig språk i sin helhet, men fokuserer på begreper. Videre vil vi nå se på hvilke utfordringer det ligger i begreper i naturfag.

2.2 Utfordringer med språk og begreper i naturfag

Nå som vi har definert språk som sentralt og for læring i naturfag vil vi nå se på hvorvidt dette er krevende for elevene. For denne oppgaven vil fokuset i hovedsak ligge i hvilke utfordringer det ligger i å lære seg å beherske begreper innenfor faget. Innenfor språk trekkes begreper fram som en hovedutfordring for elevene, og begreper er sentralt i disse. Ulike undersøkelser og teoretikere diskuterer flere forskjellige aspekter ved naturfaglige begreper som gjør disse utfordrende.

En taksonomi for fagbegreper

For å kunne ha en viss ide om hva som gjør fagbegreper krevende kan det være en tanke å kategorisere disse, og en slik kategorisering eksisterer også. Wellington og Osborne (2001) laget en taksonomi for fagbegreper som er nyttig til akkurat dette. Denne taksonomien deler fagbegrepene opp i tre hovedkategorier: *navneord* (naming word), *prosessord* (Process words), *konseptord* (concept words) og *matematisk språk*.

Den første kategorien, *navneord*, er navn på virkelige enheter og objekter. Dette kan være alt fra mer «faglige» synonymer for dagligdagse fenomener, som torax for brystkasse. Et lite steg opp er navn på ukjente objekter som en ikke før har sett, eller ikke kan se. Det kan være navn på ukjente dyr eller planter eller navn på små ting som celler og molekyler.

Den andre kategorien, *prosessord*, beskriver naturlige prosesser slik vi ser de innen vitenskap. Igjen har vi to underkategorier. Prosesser vi kan observere, som fordamping, eksplosjon og krystallisering tilhører i den første kategorien. Dette vil være prosesser som kan vises ut fra et forsøk der en kan observere prosessen med øynene. Den andre typen *prosessord* beskriver de prosessene man ikke kan observere med øynene. Slike prosesser kan være evolusjon eller elektronoverføringer i redokskjemi.

Den tredje kategorien er *konseptord*. Disse er store begreper som inneholder konsepter og er en stor gruppe ord. Dette kan være energi, arbeid, kraft, temperatur og så videre. Disse ordene er særs krevende da de ikke kan forstås i isolasjon og er en del av en helhetlig sammenheng mellom mange begreper. For å kunne forstå disse konseptene må en også ha forståelse for disse underliggende begrepene og relasjonene mellom disse. Uten forforståelse vil strukturen kollapse. Disse igjen kan også fordeles i underkategorier. De minst krevende av disse ordene er konsepter derivert fra erfaring, der man kan peke til erfaringer der disse konseptene finnes. Fargeord, som «grønn», vil være et eksempel på slike ord. Etter disse finner vi ord med både hverdagslig og vitenskapelig bruk, men med forskjellige betydninger. Dette vil være ord som «energi», «trykk» og «varme». Sist i denne kategorien finner vi teoretiske konstruksjoner. Disse er uobserverbare eller helt abstrakte

konsepter og de kan fint beskrive ting som ikke kan eksistere utenfor matematikkens språk. Eksempler på dette er ord som «grunnstoff», «elektron» og «felt».

Den siste kategorien er matematikkens språk. Dette er det høyeste nivået av abstraksjon og ordene her er ikke bygget på reelle erfaringer, men er rene abstrakte abstraksjoner. Om det er noe sentralt en kan trekke ut fra taksonomien til Osbourne & Wellington (2001) er det at jo høyere grad av abstraksjon, jo mer krevende regnes ordet. Hvilke utfordringer som ligger i abstraksjon – og særlig i forhold til elever – kan muligens forklares ved hjelp av Piagets teorier om kognitiv utvikling. I grove trekk går denne teorien ut på at barnet i løpet av oppveksten utvikler mental kapasitet og evne til abstraksjon. Etter Piagets modeller vil barnet utvikle evne til abstraksjon i den siste utviklingsfasen – den formelt-operasjonelle fasen. Dette vil være i en alder mellom 11-16 og oppover (Piaget, 1957). Når dette skjer vil variere fra individ til individ, noe som muligens kan brukes til å forklare hvorfor det er store individuelle forskjeller i hvordan elever takler abstrakte begreper og fenomener. Piagets teorier om kognitiv utvikling vil kunne være en forklaring på hvorfor elever har større utfordringer jo mer abstrakte begrepene blir (Wellington & Osborne, 2001).

Naturfaglige begreper i hverdagspråket

Et annet punkt som påpekes i taksonomien er at elevene ofte opplever utfordringer med begreper som er en del av hverdagspråket men får en endret betydning i naturfag (Wellington & Osborne, 2001). Dette støttes også opp av funn fra forskning. Meyerson et al (1991) gjennomførte en større studie i USA på begrepskunnskap hos elever i tredje og femte klasse. Studiet tok for seg 296 elever, og etter en nøyaktig prosess ble det utarbeidet en liste med ord elevene ble testet på. Av disse var 15 ord som var vanlige for begge trinn og 11 ord med flere betydninger, som masse, strøm og dyr. Med en kombinasjon av tester og oppfølgingsintervjuer testet de elevens forståelse av disse ordene. Studiet fant noen tydelige funn, som der elever kan forveksle hvilke betydning ordene har i den settingen de er i, som at «elektronskall» er atomenes svar på eggeskall, og ikke elektronenes plassering (som egentlig er elektronenes mest sannsynlige energinivå) (Meyerson, Ford, & Jones, 1991). Viktigere var det at testen viste at elevene hadde mye problemer med å forstå vitenskapelige ord som hadde flere betydninger, og forfatterne anbefalte lærere å lære

elevene å kjenne igjen ord med flere betydninger. Her anbefales det at lærere må være forberedt på at disse misoppfatningene finner sted og må planlegge undervisningen ettersom.

Det er riktignok ikke bare de rent faglige begrepene som kan være utfordrende for elever. Elever kan også ha utfordringer med begreper som ofte er brukt i naturfag uten at dette er vitenskapelige begreper. Dette kan være ord som prosess, kontrast og volum (Cassels & Johnstone, 1985). Det betyr at i tillegg til å utfordringene med de naturfaglige begrepene er det også elever som strever med å hankses med mye av det ikke – vitenskapelige språket i faget. Dette kan settes i sammenheng med Gee (Gee, 2005) og Bruner (Bruner, 1986) om språkkompetanse og diskurs nevnt i forrige delkapittel. Ut fra dette kan en grovt sett dele opp begreper i naturfag etter *vitenskapelige*, *semi-tekniske*, og *ikke-tekniske*. De *vitenskapelige* begrepene vil være begreper som kun tilhører innen naturvitenskap (som katode eller nøytron). De *semi-tekniske* begrepene vil være ord som er sterkt knyttet til naturvitenskap (som partikkel, sannsynlighet og statistisk) mens de *ikke-tekniske* vil være ord som brukes mye i vitenskap (lineær, maksimum, volum) (Wellington & Osborne, 2001). Lærere må være klar over at det ikke bare er de mest tekniske ordene som kan være krevende for elevene.

Gardeners logiske sammenhenger

I samme retning er det og relevant å nevne *logical connectivities*, oversatt til norsk: *logiske sammenhenger*. Dette går ut på logiske koblinger og bindeord som fungerer for å binde sammen setninger og ideer (Gardener, 1977). Eksempler på slike bindeord er *dersom*, *som følge av* og *fordi*. Naturfaglige tekster er fulle av slike eksempler, ta for eksempel denne teksten om planeten mars: «*da magnetfeltet forsvant, ble atmosfæren mer eksponert for solvinden, og dette førte til at planeten mistet mye av den*» - (Elgarøy, 2017). Her har vi to eksempler på logiske sammenhenger brukt i en setning om planeten mars. De logiske sammenhengene er der for å forklare kausalitet, årsak – virkning, mellom fenomenene. Dette er svært vanlig i tekst i naturfag, og mye bruk av dette vil gjøre tekstene mer krevende å lese. Disse typen ord vil også være en del av det Barnes vil definere som *skolespråk* (Barnes, Britton, & Rosen, 1969), (mer om Barnes senere).

Disse logiske sammenhengene ble studert av Gardner (1977). Gardners arbeid undersøkte hvordan elever forholder seg til *logical connectives* i naturfaglig språk. Dette arbeidet gikk over en fireårig periode og studerte over 16000 ungdomsskoleelever (secondary school) i Australia. Studiet hadde flere funn. Ett at det heldigvis viste seg at elevene ble dyktigere til å håndtere logiske sammenhenger ettersom de ble eldre, men Gardner fikk også en liste på 75 logiske sammenhenger som viste seg å være krevende selv på det høyeste årstrinnet. Hele listen gjengis ikke her, men sammenhenger som *ettersom*, *i praksis*, *respektivt* og *allikevel* var blant ord som var ekstra krevende. Dette er krevende: mange av ordene på denne listen inneholder begreper innenfor resonering, språket som brukes for å for eksempel kunne samle ulike beviser sammen for å konstruere en sammenheng. Dette er språket i *kausalitet* og *kronologi* – å kunne forklare årsak og virkning og å plassere disse i tid. Logiske sammenhenger er også sentrale for å konstruere hypoteser, noe som er sentralt for å kunne forstå naturvitenskapen (Reeves, 2005), (Chalmers, 2013), og som også er en sentral del av læreplanen i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2006). Å ha i tankene at logiske sammenhenger er krevende for elevene vil være viktig for å hjelpe elevene med forståelse av naturfag og dets sammenhenger. Bevissthet rundt språkets logiske sammenhenger vil kunne hjelpe for denne forståelsen (Maagerød, 2006).

Nominalisering

I tillegg til logiske sammenhenger er det et annet språklig fenomen i naturfag som det er verdt å trekke fram: *nominalisering*. *Nominalisering* går ut på prosessen der andre ord omdannes til substantiv. I hovedsak er det verb og adjektiver som gjennomgår denne prosessen. Nominalisering er et svært typisk trekk ved fagtekster og også en av de største differansene mellom dagligspråk og fagspråk (Maagerød, 2006). Prosessen for nominalisering fungerer på denne måten: et verb som *å virke* blir til *virkning* og et adjektiv som *sannsynlig* blir til *sannsynlighet* ved å legge til en ending på ordet. Verb får ofte *-else*, *-sjon* og *-ing* – som i *hevelse* fra *å heve*, *eksplosjon* fra *å eksplodere* og *tegning* fra *å tegne*. Adjektiv nominaliseres ved endinger som *-het* og *-tet*.

Selve nominaliseringen er viktig for fagspråket. Prosessen reduserer blant annet hvor mange ord som kreves for å formidle kunnskap ettersom nominaliseringen gjør at du bruker mindre

plass for å si mye (Maagerød, 2006). Utfordringen med mye bruk av nominaliseringer blir at teksten i stor grad «pakkes» med fagstoff og dette gjør teksten krevende å lese. En kan se dette ved at mengden nominalisering økes i lærebøker ettersom eleven blir eldre. I tillegg gjør nominaliseringen det mye mer mulig å snakke om mer komplekse fenomener, prosesser og teorier. Abstraksjonen som brukt for å forklare prosesser som redokskjemi og celleånding er ikke vanlige i dagligtale, og disse løftes fram ved hjelp av nominalisering. Læreren må være klar over at slike abstraksjoner er krevende for elevene (Maagerød, 2006). Til slutt er nominalisering viktig for å konstruere nye fagbegreper – fagterminologi. Disse begrepene konstrueres ved at begreper defineres ved og knyttes til nye begreper, ikke ulikt slik vi så Vygotsky viste hvordan begrepskonstruksjon ble brukt tidligere (Vygotsky, 1962).

Å relatere nye begreper til gammel kunnskap: konstruktivistisk argumentasjon

Et siste aspekt som kan trekkes fram er elevens relasjon til ordene de skal lære. Læringsteori fra *How People Learn* (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004) forklarer læring med at all ny kunnskap på konstrueres på gammel kunnskap. Den lærende er blir nødt til å plassere nye erfaringer og innspill i forhold til hva de allerede vet. For å beskrive dette bruker Brandsford et al fortellingen *Fish is Fish*, der en fisk som kun har levd i en dam får en frosk til å fortelle hvordan verden ser ut utenfor dammen. Når fisken får høre disse fortellingene danner den seg et bilde av verdenen på land, men siden den bare kjenner ting fra dammen sin ser alle tingene og skapningene ut som fisker og ting fra dammen. En slik metafor er riktignok ikke et grunnlag for vitenskap på egenhånd. Forskningsgrunnlaget til denne konstruktivistiske tenkningen er signifikant, og bygger mye på Piaget og Vygotsky (Piaget, 1957), (Vygotsky, 1962), deler av dette som også er gitt tid til i andre deler av teorien (side 18-19 for Vygotsky og side 24 for Piaget). Konsekvensen av dette er at lærere må ta hensyn til det elevene kan fra før, hvilke misoppfatninger de kommer inn med og deres naive tendenser. Når ny kunnskap må konstrueres på gammel kunnskap vil ny læring som ligger langt unna hva eleven allerede kan bli ekstra krevende.

For dette delkapittelet har trukket fram en taksonomi for begreper i naturfag (Wellington & Osborne, 2001) og trukket fram ulike aspekter med hva som gjør begreper utfordrende i naturfag. Dette har vært grad av abstrakthet, som blant annet har blitt forklart via Piagets

utviklingsteori (Piaget, 1957) og utfordringer med at ord som endrer betydning i fagspråket (Meyerson, Ford, & Jones, 1991). Ord som ikke direkte er fagord men allikevel ligger utenfor elevenes daglige språk har også vist seg å være utfordrende (Cassels & Johnson, 1985). Utfordringer med logiske sammenhenger har også blitt trukket fram (Gardener, 1977), samt fenomenet *nominalisering* (Maagerød, 2006) og konstruktivistisk teori er blitt trukket fram som en forklaring på hvorfor elever kan ha utfordringer med å lære seg fagbegreper som de mangler relasjon til (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004).

2.3 Hvordan arbeide med begreper

Til nå har vi oppgaven hatt som fokus å definere viktigheten av språk og begreper i naturfag, og videre hvilke begreper som er utfordrende for elevene samt hvorfor de er det. Videre er det nå av interesse å se på hvordan lærere kan arbeide med problemstillinger tilknyttet til begreper. Selve hensikten med oppgaven er å se på hvordan arbeid med begreper gjøres i skolen, og et teoretisk grunnlag til hvordan dette skal gjøres vil være viktig å ha som sammenlikningsgrunnlag.

Initiering – respons – feedback

Hvordan tar så undervisning seg ofte ut i naturfag? I svært mange situasjoner vil man møte det som ofte kalles «tavleundervisning». Denne «tavleundervisningen» vil gjerne være på formen «initiering – respons – feedback». Læreren står og underviser og stiller spørsmål, en eller flere elever gir respons og så får de en tilbakemelding (feedback) fra læreren. Dette går også under akronymet IRF (Coulthard & Sinclair, 1992). Jeg velger å trekke frem denne formen for undervisning for å sette den opp mot hvordan ulik teori ser for seg at en arbeider med begreper.

Det kan også trekkes fram at arbeidsmetoder i naturfag også må ta innover seg læringsteori. Som nevnt i forrige delkapittel sier den at ny kunnskap på bygges på eksisterende kunnskap (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004).

Skriftlig arbeid og kopiering

Om det muntlige undervisningen domineres av IRF, hvordan blir ofte det skriftlige arbeidet? Mye av dette arbeidet viser forskning at er dominert av «kopiering» (Wellington & Osborne, 2001). Denne «kopieringen» vil gå ut på at lærere preparerer notater som elevene pliktoppfyllende skriver av. Det vil bli en effektiv måte for elevene å samle notater, men det blir mindre effektivt for kunnskap, da dette – satt på spissen – blir en situasjon der «kunnskapene gå rett fra forelesers notater og inn i elevenes notater uten å ha tatt turen innom hodene til noen» (Wellington & Osborne, 2001). I samme vending vil jeg trekke fram repetisjonsoppgaver. Eksempelet her er noe overbrukt, men det beskriver poenget så godt at det er verdt å repeteres:

Vi leser først dette utdraget:

*"Twas brillig, and the slithy toves
Did gyre and gimble in the wabe;
All mimsy were the borogoves,
And the mome raths outgrabe."*

- (Carroll, 1871)

Deretter kan vi stille følgende spørsmål (og svar):

Når skjedde dette? (ved brilling)

Hvordan oppførte borogovene seg? (de var mimsy)

Hva var reaksjonen til mome rathsene? (De outgrabe)

Ut fra diktet er det en ganske smal sak å svare på disse spørsmålene. Ikke fordi vi forstår ordene det er skrevet med, men fordi vi ut fra den språklige oppbygningen vet hvile ord som svarer på hvilke spørsmål. Den samme strategien kan elever utnytte seg av når de står overfor naturfaglig språk, de kan fint svare på oppgaver i en undervisningssituasjon uten å ha noen ide om hva ordene de leser og skriver betyr (Wellington & Osborne, 2001). For å oppsummere disse to punktene: metodikk for begrepslæring bør unngå oppgavearbeid med kopiering, samt repeterende oppgavearbeid som ikke krever forståelse.

Naturfag som språkundervisning

En mer konstruktiv metodikk vil være å se på naturfagsundervisning som språkundervisning (Wellington & Osborne, 2001). Som utdypet i første del av teorien har språket en distinkt funksjon innen naturfag (Chalmers, 2013) (Reeves, 2005) og evnen til å mestre dette språket og den tilhørende diskursen er sentralt for at elevene skal få forståelse (Bruner, 1986), (Gee, 2005). Naturfagslærerens rolle blir mer som en språklærer og metodikken må reflektere dette, og en må ta hensyn når en arbeider med begreper. Ifølge Wellington og Osborne (2001) er det spesielt fire ting en må tenke over:

Først må en være varsom med begreper på et høyere nivå, etter taksonomien over begreper (se forrige kapittel). Jo mer abstrakte og fjerne fra virkeligheten de er jo verre er det for elevene å gi ordene mening. Ord som tilhører en verden som er umulig å se (eksempel atomer) blir det mer tidkrevende for elevene å gi de mening, i forhold til ord som er navn på konkrete ting. Videre må læreren spørre seg selv hvor klare elevene er. Om en trekker frem Piagets utviklingslære kan en bruke dette som forklaring på hvorfor mange elever finner abstrakte ord krevende. Elever som ikke har kommet til det formelt operasjonelle stadiet i utviklingen vil ikke ha forutsetningene til å takle de mest abstrakte begreper, og særlig de som er på nivå tre i taksonomien.

Et tredje poeng er at læreren må ta hensyn til elevenes språkutvikling. Dette vil si å tilrettelegge undervisningen slik at begrepene også følger elevenes språklige utvikling. For eksempel kan en begynne med ordet væske som et navn og etter hvert utvikle dette til et konsept i takt med elevenes språklige utvikling.

Til slutt er det viktig at det naturfaglige språket utvikles slik at det gir mening for elevene. Dette betyr ikke at de skal legge sine egne ideer i vitenskapen, men at de skal bli initiert i det vitenskapelige språket. Når de er dette vil de kunne bli en del av den videre vitenskapelige diskurs.

Skolespråk og spesialistspråk – språkbruk i klasserommet

Disse fire punktene fra Wellington og Osborne (2001) gir generelle retningslinjer på hvordan en skal arbeide med begreper i undervisningen. Videre vil det være hensiktsmessig å se på

hvordan det språklige arbeidet blir formet av dette. Først er det av interesse å se på lærerens språk. Dette kan deles opp i tre kategorier (Barnes, Britton, & Rosen, 1969): *spesialistspråk presentert*, *spesialistspråk ikke presentert* og *skolespråk*. De tre kategoriene kan forklares følgende:

1. *Spesialistspråk presentert* er fagtekniske begreper og språkformer som læreren er klar over at kan være krevende og det gis ekstra oppmerksomhet til.
2. *Spesialistspråk ikke presentert* er fagtekniske begreper og språkformer som ikke gis spesiell oppmerksomhet. Dette kan være fordi det er noe elevene kjenner til fra før eller at læreren ikke er klar over at dette kan være utfordrende for elevene og derfor ikke tar hensyn til dette.
3. *Skolespråk* blir språket brukt innenfor utdanning, som er utenfor elevenes hverdagspråk utenfor skolen.

Disse tre kategoriene er nyttige for lærere å reflektere over ettersom det utvilsomt blir utfordrende for elevene dersom mye av språket i timen er *spesialistspråk ikke presentert*. Derfor må læreren være klar over hvilke valg som gjøres i forhold til språk og ordvalg (Barnes, Britton, & Rosen, 1969). Et reelt eksempel på dette vil være forfatterens erfaring med ordet *vegetasjon*. Det ble brukt i en oppgavetekst innen temaet suksesjon for elever på 1. trinn i videregående. Da læreren tenkte at dette begrepet var dagligtale ble det ikke utdypet i det hele tatt. Det viste seg å *ikke* være dagligtale, og elevene trengte det forklart. Vegetasjon vil da være et eksempel på *spesialistspråk ikke presentert*, og da fordi læreren ikke var klar over at dette var utfordrende.

Arbeid med abstrakte begreper: NEIS-modellen

Som allerede diskutert er graden av abstraksjon krevende for elevene. Det er derfor relevant å trekke fram en modell for arbeid med slike begreper. En modell av denne typen er Øzeks *NEIS-modell* (Øzek, 2009). Kort oppsummert er det en modell som forklarer hvordan man bør arbeide med begrepsforståelse ved hjelp av ulike representasjonsformer. Det er allikevel av interesse å gå litt mer i detaljene i hvordan denne modellen fungerer. Modellen er i utgangspunktet utviklet etter Jerome Bruners teorier om hvordan mennesket utnytter seg av tre ulike former for mentale representasjoner (Bruner, 1986). Grunnprinsippet i Bruners teori er at elever kan forestille seg oppgaver på tre måter: som en praktisk handling,

(aksjonsbasert) som et bilde eller en modell (visuelt) og symbolsk som for eksempel kan være i form av tegn og ord. Øzek utnyttet seg av denne modellen til å konstruere en modell som viderefører disse tankene til pedagogisk praksis (Øzek, 2009).

Øzeks modell (Øzek, 2009), vist som figur 1, knytter ulike nivåer av abstraksjon sammen med ulike representasjonsformer.

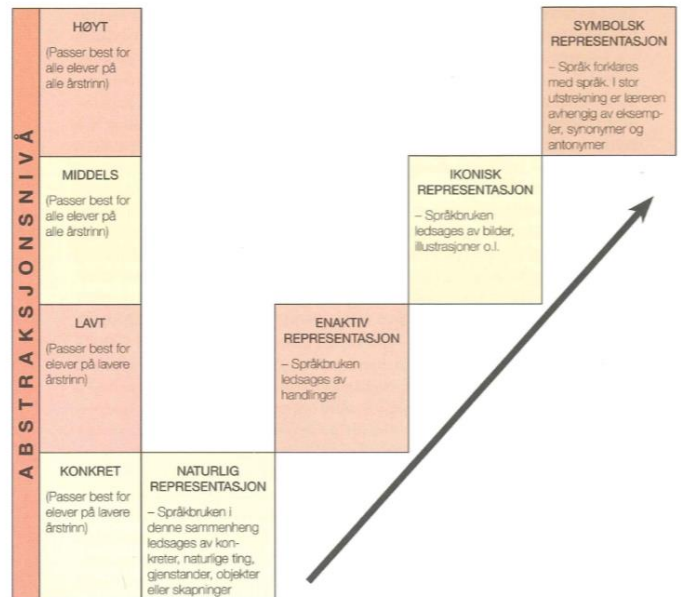
Modellen er utviklet etter arbeid med norsk, men ettersom arbeid med abstrakte begreper er noe som også berører arbeid i naturfag vil den også være nyttig her. I grove trekk viser modellen at når abstraksjonsnivået stiger endres også hvilke tilnærminger som læreren skal bruke. Der Bruner brukte tre representasjonsformer

har Øzek her utnyttet seg av fire

representasjonsformer: den naturlige, den enaktive, den ikoniske og den symbolske. Det naturlige abstraksjonsnivået er det enkleste nivået. Dette er der konkrete er en del av undervisningen. Her arbeider man med konkrete ting og gjenstander. Elevene møter språket – her det naturfaglige språket – sammen med rent konkrete gjenstander. Dette er læringsfremmende og det enkleste nivået for elevene.

Det neste nivået er det enaktive nivået. På dette nivået er det aktive handlinger som brukes i samsvar med språket. Dette kan være aktiviteter som demonstrasjoner eller fysiske øvelser og «lære ved å gjøre» arbeid. I naturfag kan dette være utforskende arbeid, forsøk og øvelser. Dette er fortsatt innenfor ett nivå der vi fortsatt er innenfor det læringsfremmende.

Etter det enaktive nivået kommer det ikoniske. Hit kommer man når man ikke lengre kan utnytte seg av praktisk arbeid og fysiske representasjoner. Eksempler på ikoniske



Figur 1 Øzeks modell, NEIS. Abstraksjonsgrad følger y-aksen, og tilnærmingene til de ulike abstraksjonsnivåene sees ved siden av.

representasjoner kan være bilder, diagrammer, grafer og illustrasjoner. Abstraksjonsnivået er nå på et mye høyere nivå enn for de tre første eksemplene.

Det øverste nivået er det symbolske. Det er her man kommer når det ikke lengre er mulig å representere fagstoff ved hjelp av noen av de øvrige representasjonsformene. Da har man kommet til det punktet at man må utnytte seg av språklige virkemidler for å beskrive hva fagstoffet forsøker å forklare. Det er her abstraksjonsnivået blir høyest. Øzeks modell ble riktignok ikke konstruert med naturfag på høyere trinn i tankene, og om vi trekker dette opp imot pensumet som dette studiet undersøker, naturfag for videregående, ser man at veldig mye av pensumet vil ligge opp imot det høyeste nivået av Øzeks modell. Det gjør at læreren også må ta hensyn til dette når det gjøres arbeid med begreper innen naturfag. «*Elever trenger vilkår for å forstå og danne seg mening og for å gjøre seg forstått*» (Øzek, 2009). Konsekvensene blir at læreren ikke bare bør arbeide med fagstoffet på for eksempel et symbolsk nivå, men bør også utnytte seg av de øvrige representasjonsformene hvis mulig for å bedre kunne nå alle elever. Representasjonsformer er metoder som brukes til å skape mening, og en større variasjon mellom disse vil kunne gi elevene flere muligheter til å tilnærme seg fagstoffet (Øzek, 2009).

For å kunne undervise med flere representasjonsformer må undervisning være mer enn bare enetale fra læreren. Som nevnt har lærere mange ulike representasjonsformer til sin disposisjon. I tillegg til språklige og skriftlige forklaringer kan det også brukes visuelle representasjoner, bilder, diagrammer, tabeller, kart, animasjoner, fysiske modeller, praktisk arbeid og matematikk. Å velge riktig representasjonsform til riktig tid er et kjennetegn på en dyktig lærer (Wellington & Osborne, 2001). Undervisning som utnytter seg av flere representasjonsformer har også vist seg å gi et godt læringsutbytte (Kuipers, Viechnicki, Massoud, & Wright, 2008), (Øzek, 2009).

2.4 Begreper og modeller

En type representasjonsform som også er tett knyttet opp til begreper er modeller. Som vi kan trekke ut fra taksonomien over begreper finner vi svært mange begreper innen gruppe 2 (prosesser) og gruppe 3 (konsepter) som henger sterkt sammen med modeller (Wellington &

Osborne, 2001). Særlig vil det gjelde begreper som beskriver ting som ikke kan sanses og beskriver svært abstrakte fenomener. Et eksempel på et slikt begreper er «atom», som henger sammen med flere atommodeller, der Bohrs er den mest brukte innen skolen. Modeller finnes på mange former innen naturfagundervisning og kan grupperes deretter (Glibert & Boulter, 2000):

I den første gruppen har vi konkrete modeller. Disse kan sees og tas på, og eksempler på en konkret modell er en kulepinnemodell eller en rusten metallboks for å beskrive rust. Den andre gruppen kalles verbale modeller. Dette vil være metaforer og analogier og andre verbale forklaringer, som å fortelle at sola er en «gassball». Den tredje kategorien er matematiske modeller, et eksempel på dette vil være Newtons tre lover eller Einsteins relativitetsteori, der begge beskriver et fenomen i verden ved hjelp av matematikk. Matematiske modeller vil også være matematiske grafer. Den fjerde kategorien er visuelle modeller som bilder og diagrammer. Og den sjette kategorien er de symbolske modellen, som er en samlekategori for de visuelle, verbale og matematiske modellene. Til slutt som kategori åtte finnes de gestikulere modellene, som er handlinger, gestikulering og kroppsspråk.

Alle disse formene for modeller vil være metoder for å beskrive ulike fenomener, prosesser og konsepter, og vil kunne sies å være representasjonsformer for begreper. Modeller blir brukt når strukturer, prosesser eller systemer ikke er tilgjengelige på grunn av størrelse, hastighet eller etiske betenkeligheter (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019).

Modeller og undervisning av begreper

Modellers funksjoner i undervisningen er både som medier til å overføre kunnskap og som et kognitivt verktøy for utvikling. Så ikke bare kan vi bruke en modell til å beskrive hvordan et system eller konsept fungerer, men utvikling av modeller er også et godt verktøy for kognitiv utvikling. Dette vil innebære undervisning der elevene må bruke modeller til å løse gitte problemstillinger, og i det mest krevende tilfellene konstruere egne modeller ut fra observasjoner og erfaringer gitt de i undervisningen. Evne til å lese av, bruke, justere og konstruere modeller går inn under «modelleringskompetanse» (Krüger, zu Belzen, & van

Driel, 2019). Formasjon av mentale modeller er viktige for forståelse av naturvitenskap. Det samme gjelder produksjon og testing av disse modellene (Glibert & Boulter, 2000).

Som vi har sett er det en sterk sammenheng mellom modeller og begreper, men det finnes også andre tilnærminger til naturvitenskapelig språk. Tidligere i teorien ble det trukket fram narrativ og paradigmatisk tenkning (Bruner, 1986). Modelleringsarbeidet trukket fram ovenfor ligger ganske tydelig innenfor en paradigmatisk metode. Det finnes også argumenter for å vinkle noe av naturfagundervisningen i en mer narrativ retning. Som forklart ut fra Bruner ligger unges tenkning i mye større grad på et narrativt plan, og den paradigmatisk tenkningen som særlig finnes innenfor realfag kan bli svært fremmed. Å i større grad utnytte seg av narrativ tenkning i naturfag trekkes fram som et alternativ for undervisningen (Hadzigeorgiou & Schultz, 2019). En utfordring som trekkes fram av dette studiet er at det ofte kan være krevende å engasjere elever i naturfag, og artikkelforfatterne argumenterer her for at en kun igjennom dialog kan lære seg vitenskapens språk. Narrativ blir brukt for å knytte tilhøreren til språket og dermed også til fagstoffet og språket.

2.5 Oppsummering

Denne teoridelen har tatt for seg hensikten med naturfaglig språk og begreper, hvilke forhold elever kan ha til dette, hva som kan være utfordrende for elevene med begreper og det er blitt trukket fram metodikk og aspekter i hvordan en skal arbeide med språk i naturfag.

For å kunne bearbeide språk i naturfag var det først hensiktsmessig å se på hvilken funksjon naturfaglig språk har i en vitenskapelig kontekst. Det vitenskapelige språket skal beskrive naturen så presist som mulig, fritt for tolkninger og følelser (Reeves, 2005). Dette skaper et språk som er abstrakt og fjernt fra elevenes hverdag (Gee, 2005). Beskrivelsene av det naturvitenskapelige språket er et viktig premiss for det er presist dette språket elevene blir innført i når de skal lære naturfag. Å lære seg dette språket er helt sentralt for å kunne mestre naturfag (Wellington & Osborne, 2001).

Videre så teorien på hvilke egenskaper en finner i språk og begreper. Der var det først av interesse å se hvordan språk former konsepter, noe som Vygotsky arbeidet mye med (Vygotsky, 1962). Konsepter, språk og begreper er da sentralt for naturfag, og i den sammenhengen blir naturfagslæreren språklærer (Wellington & Osborne, 2001). Videre så vi på hva en slik språklig kompetanse gikk ut på i form av *literacy*, både generelt og for naturfag spesielt (Norris & Phillips, 2003), (Kjernsli, S, Olsen, & Roe, 2007). Dette ble så trukket sammen med *diskurs* og hvorfor innføringen i en *fagdiskurs* er sentralt for å forstå fagspråk (Gee, 2005). Denne diskursen vil være utfordrende ettersom den avviker mye fra den mer narrative primærdiskursen eleven har vokst opp med (Bruner, 1986).

Deretter gikk teorien videre på hva som kan være utfordrende med språk og begreper i naturfag spesielt. I begynnelsen ble her begreptaksonomien til Osbourne og Wellington (2001) sentral. Den deler fagbegreper inn i tre hovedkategorier: navneord, *prosessord* og *konseptord*. Økende grad abstraksjon fører til økende kompleksitet. I tillegg til abstrakte begreper har elever også utfordringer med begreper som endrer betydning i faglig sammenheng (Meyerson, Ford, & Jones, 1991), (Wellington & Osborne, 2001), hvordan nominalisering er en stor del av begreper i naturfag (Maagerød, 2006), elever mangler relasjon til (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004), krevende logiske sammenhenger (Gardener, 1977) og begreper som ikke nødvendigvis er fagbegreper, men ikke er en del av dagligtale (Cassels & Johnstone, 1985).

Til slutt så teorien på hvilken metodikk som skal kunne benyttes for å håndtere slike fagbegreper. Klassisk tavleundervisning og initiering – respons – feedback ble først trukket fram som dominerende muntlig aktivitet (Coulthard & Sinclair, 1992), og *kopiering* som en altfor vanlig skriftlig aktivitet i naturfagundervisningen, og at muntlige undervisningsformer som tok hensyn til hvordan begreper forholder seg i taksonomien ville være mer egnet for begrepslæring (Wellington & Osborne, 2001). Språk i muntlige forklaringer ble også sett på, og da i forhold til hvordan fagspråk kommuniseres til elevene. *Specialistspråk presentert*, *specialistspråk ikke presentert* og *skolespråk* beskriver hvilke former læreren presenterer pensum på til eleven, og at for mye ikke-presentert språk blir krevende (Barnes, Britton, & Rosen, 1969). NEIS-modellen til Øzek ble også presentert for å gi en oversikt over hvordan

læreren skal bruke forskjellige representasjonsformer for å lære inn begreper (Øzek, 2009). Til slutt har teorien sett på paralleller mellom begrepsarbeid og arbeid med modeller, og hvordan modellering kan være nyttig for å bearbeide begreper og lærestoff i naturfag (Glibert & Boulter, 2000), (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019).

3. Metode

3.1 Forskningsdesign

Hensikten med denne studien er: «Å undersøke lærernes arbeid for god begrepsforståelse i naturfag». For å kunne belyse denne tematikken har jeg valgt en kvalitativ tilnærming. Ønsket mitt er å nå frem til lærernes egne opplevelser og erfaringer og praksis rundt begreper i naturfag. Denne typen data kategoriseres av Halvorsen (2008) som «myk-data». «Myk-data» blir til igjennom muntlig språk, observasjoner og tekst, og er ment til å kunne gi informasjon om menneskers tanker og handlinger. Dette er også kjent som kvalitative data (Halvorsen, 2008). Kvalitative data er egnede verktøy for å sette seg inn i menneskers meningsverden (Kvale & Brinkmann, 2015). Undersøkelsen har til hensikt å sette seg inn i hvordan noen lærere ser på og praktiserer arbeid med begreper i naturfag, samt hvis mulig å måle hvilke effekt dette har på elevenes læring og begrepsforståelse. En kvalitativ metode vil være mest egnet for å få fram noen læreres tanker, refleksjoner og hensikter i forhold til materialet.

Undersøkelsens data har blitt samlet inn ved hjelp av tre distinkte metoder: semi-strukturert forskningsintervju med lærerne, ikke-deltagende observasjon av undervisning og pre – posttester med gruppene til de deltagende lærerne. Meningsinnholdet i disse dataene har så blitt analysert ved hjelp av tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006). Denne tematiske analysen går ut fra de fem forskningsspørsmålene og analyserer dataene i forhold til disse fem forskningsspørsmålene.

Forskningsspørsmålene har først og fremst vært basert på data fra intervjuer og observasjoner. Dette særlig fordi oppgaven i hovedsak er ment til å se på hvordan lærere ser på og utfører arbeid med begreper i skolen. Som metodedelen forklarte var det også gjennomført pre og posttester innenfor temaet atommodellen. I hovedsak var jeg her interessert i å se etter en sammenheng mellom hva lærerne sa og gjorde og hvordan elevene presterte. Når jeg gjorde undersøkelsene og analyserte dataene fant jeg riktignok ut at de kvantitative dataene var lite nyttige da det var alt for mange faktorer som påvirket hvorvidt en klasse presterte godt eller dårlig. Det dukket allikevel opp data av interesse i disse undersøkelsene.

3.2 Utvalg

Data har blitt samlet inn fra to videregående skoler østlandsområdet. Dette var for å få en god mulighet til å observere hvordan lærere fra ulike, men allikevel ganske typiske skoler arbeider med begrepslæring innenfor temaet. Informantene er her et variert utvalg av realfagslærere på videregående skole som underviser i naturfag for vg1 studiespesialisering eller vg3 påbygg (da disse dekker det samme pensumet).

Utvalget besto av fem naturfagslærere fra offentlige videregående skoler. Dette utvalget ble plukket ut ifra forfatterens kontakter samt lærere fra ulike skoler som frivillig stilte opp til undersøkelsen. Lærerne som deltok i undersøkelsen hadde varierende utdanning, noen hadde fagutdanning med PPU, andre hadde lektorutdanning. Tre av disse hadde en master innen et spesifikt realfag, en hadde lektorutdanning og den siste var opprinnelig utdannet ungdomsskolelærer. Utvalget har også hatt lærere med varierende erfaringsgrad og alder. Alle hadde riktignok arbeidet en stund i skolen, men mange hadde enten hatt erfaringer fra andre realfagsrelaterte yrker først, eller arbeidet i ungdomsskole. Det var også variasjon i alder og kjønn på deltagerne, men disse ble ikke samlet inn og presentert i oppgaven av personvern hensyn. Variasjonen i gruppen med informanter forsterker utvalget som et strategisk utvalg. Antallet informanter og variasjonen mellom disse ble sett på som tilstrekkelig da hensikten var å få en grundig beskrivelse av lærernes oppfattelse av begreper, og i de siste intervjuene ble det tydelig at sannsynligheten for å finne noe nytt med flere informanter startet å synke allerede på den fjerde informanten, etter loven om fallende utbytte (Kvale & Brinkmann, 2015).

Her følger en presentasjon av informantene:

Denne undersøkelsen har benyttet seg av fem forskjellige informanter, fra nå referert til som lærere. Alle disse lærerne underviser naturfag på videregående, men de har varierende bakgrunn og erfaring. Gruppene som observasjonene og testene har blitt gjort på vil også bli presentert her.

Mizar er utdannet med en master innen organisk kjemi og har i tillegg matematikk og praktisk-pedagogisk utdanning, som videre blir referert til som PPU. Denne læreren har arbeidet innen videregående skole i 11 år i Norge, og har også jobbet 3 år i utlandet. Gruppen som denne læreren ble observert med i år er en blandingsgruppe med studiespesialisering og medier og kommunikasjon.

Proxima Centauri har hovedfag i biologi og mellomfag i kjemi og har tatt matematikk i ettertid. Arbeidserfaringen til denne læreren var vært i to bolker, den første på 11 år og den neste på 4 år. Klassen som ble testet i denne undersøkelsen går studiespesialisering.

Betelgeuse har gått lektorutdanning som inneholder matematikk, naturfag og biologi. Masteren ble skrevet i biologi. I året undersøkelsen gjøres er denne læreren på sitt femte år i arbeid. Gruppen denne læreren underviser er påbygg til generell studiekompetanse. Dette gjør gruppen noe eldre enn de to andre gruppene.

Procene har utdannet innen biologi og har i tillegg grunnfag i fysikk, kjemi og matematikk. Har fordypning i cellebiologi og fysiologi med ekstra biokjemi. Og har i tillegg PPU og økonomi. Har arbeidet tolv år som lærer med et halvt år i ungdomskolen og det resterende innen videregående. Gruppen denne læreren ble observert med er en første klasse idrettsfag.

Arcturus har grunnutdanning som lærer og har en mastergrad i naturfagdidaktikk i tillegg. Av erfaring har Arcturus undervist åtte år på ungdomstrinnet og to år på videregående nivå. Gruppen til Arcturus er første klasse med studiespesialisering.

3.3 Datainnsamling

De kvalitative dataene ble samlet igjennom kvalitative semistrukturerte forskningsintervjuer og ikke-deltagende observasjoner av undervisning. I tillegg har det også blitt gjort en før og ettertest for å teste elevs utbytte av den observerte undervisningen.

Studiet har utnyttet seg av metodetriangulering. Metodetriangulering går ut på å studere et fenomen fra ulike synsvinkler og belyse problemstillingen ved bruk av forskjellige metoder (Grønmo, 2016). Hensikten med å velge tre distinkte metoder til å se på samme fenomen var å kunne avdekke flere aspekter og nyanser ved studiet. Om dette studiet kun utnyttet seg av intervju ville det kun fått innsikt i hva informanten tenker og mener, og ikke nødvendigvis hvordan dette praktiseres eller hvilken effekt dette har. Optimalt sett ville dette studiet vist lærerens meningsverden og tankesett med intervjuene, hvordan dette utføres i praksis med observasjonen og så sett om det var en observerbar forskjell ved å teste elevens forståelse før og etter. Vi får dermed en vekselvirkning, og kan få innsikt vi ikke ville fått dersom vi bare hadde utnyttet en enkelt metode (Grønmo, 2016).

For å gjøre datasettene enklere å sammenlikne med hverandre og for å ha sammenhengende tematikk i oppgaven ble det valgt at observasjoner ble gjort innenfor ett og samme tema i undervisningen. Dette temaet ble begynnelsen av redokskjemien innenfor 1. klasses naturfag og omhandler Bohrs atommodell.

3.3.1 Intervju

Hensikt

Formålet med prosjektet er å lære om hvordan lærere arbeider med god begrepsforståelse i naturfag. En måte å få innsikt på hvordan ulike lærere tilnærmer seg oppgavens forskerspørsmål vil være å snakke med dem. Et forskningsintervju har til hensikt å frembringe kunnskap slik mennesker ser den (Kvale & Brinkmann, 2015). I dette tilfellet er denne subjektive kunnskapen av interesse, da det vil gi oss gode tilnærminger på hva lærere gjør, tenker og reflekterer over temaet. Hensikten blir da å bringe denne kunnskapen fram og sette den i sammenheng med dataene samlet inn fra observasjonene og før og ettertestene, som så vil gi et godt grunnlag for å svare på forskerspørsmålet.

En observasjon når jeg var ute og intervjuet var at det var ganske mange av intervjuobjektene som reflekterte at tematikken for oppgaven – begreper i naturfag – var noe de selv hadde reflektert lite over. Dette kan naturligvis være en av grunnene til at jeg

fikk relativt korte intervjuer (10-15 minutter), men jeg vil også bruke det til å påpeke nytten av å skape refleksjon rundt dette. Som trukket tydelig fram i teoridelen kan det tydelig argumenteres for at læring av begreper er en svært sentral del av å lære naturfag – og da bør det være nyttig å kunne reflektere over hvordan lærere kan arbeide med akkurat begreper.

Utforming

Intervjuene ble utformet som et semistrukturert intervju som fulgte en intervjuguide. Denne intervjuguiden inneholdt fire hovedspørsmål og ti underspørsmål. Intervjuundersøkelsen ble designet med formål i å utforske lærenes egne syn og meninger på dette. For å kunne gjøre dette ble det viktig å unngå ledende spørsmål (Kvale & Brinkmann, 2015). Det var ikke hensikten å lede intervjuobjektet inn på utfordringer og vanskeligheter med begreper som ikke var intervjuobjektets egne betraktninger eller observasjoner. Undersøkelsens spørsmål var åpne og intervjuene ble tenkt til å vare mellom ti og tjue minutter.

Intervjuguiden begynner med det første hovedspørsmålet:

«Hva kan være utfordrende med begreper i naturfag?».

Dette setter temaet for samtalen og åpner for refleksjoner og oppfølgingsspørsmål.

Svakheten med dette er at det er noe ledende da det kunne vært informanter som ikke mener at det er noen utfordringer med begreper i naturfag. Oppfølgingsspørsmålene går videre inn på flere aspekter ved arbeid med begreper i naturfag generelt:

- *«Er det noen typer begreper som er mer krevende enn andre?»*
- *Hvordan takler elevene dagligdagse begreper som brukes annerledes faglig enn i hverdagsspråket?»*
- *Har du møtt noen overraskelser når det gjelder elevers og begreper i naturfag?»*

Videre går intervjuet inn på begrepene innenfor det faglige temaet, som er redokskjemi.

Først stilles et spørsmål om hvilken undervisningsmetode som læreren benytter seg av i arbeidet med dette teamet:

«Det er kjemidelen i naturfag de jobber med nå. Hvordan introduserer du de nye begrepene her?»

Her var ønsket å få innsikt i hva informanten tenker om hvordan det er best mulig egnet å introdusere begrepen i kjemien. Dette spørsmålet er ikke så åpent, og kan muligens oppfordre intervjuobjektet til å trekke frem metodikk som ikke stemmer overens med hva som gjøres i praksis. Metodetrianguleringen tar til høyde for dette ettersom det også blir observert en økt innenfor dette fagstoffet, og det blir svært tydelig om praksis ikke stemmer overens med hvordan den ble beskrevet. Følgende oppfølgingsspørsmål ble så stilt:

- *Er det noen arbeidsmetoder du liker spesielt godt?*
- *Er et noen arbeidsmetoder du merker at elevene er særlig fornøyd med?*
- *Er det noe en lærer bør være varsom med i arbeid med begreper?*

Disse spørsmålene skal hjelpe med å gi mer dyptgående kunnskap i hvordan læreren reflekterer rundt arbeid med begreper i kjemitemaet.

Det neste spørsmålet ble kategorisert som et hovedspørsmål selv om det følger opp tematikken fra det forrige. Her er hensikten å få læreren til å reflektere over hvorvidt det er aspekter med fagbegreper som kan gjøre de krevende:

Er det begreper innenfor kjemidelen som krever særlig varsomhet?

Dette spørsmålet vil muligens være noe ledende. Oppfølgingsspørsmålene her var valgt for å gi læreren mulighet til å utdype hvorfor og hvordan:

- *Har du noen tanker om hvorfor disse begrepene er utfordrende?*
- *Hvordan liker du å bearbeide disse?*

Det siste spørsmålet snur fokuset vekk fra læreren og til eleven. Her undersøkes det om det finnes arbeidsmetoder som kan være nyttige for eleven:

Hvordan tenker du elevene selv kan jobbe for å få en bedre begrepsforståelse?

Gjennomføring

Intervjuene ble gjennomført én til én. Intervjuene ble registrert med lydopptaker/notater. De ulike intervjuene varte imellom 10 og 15 minutter og ble etterpå transkribert av meg. Intervjuene ble noe kortere enn forventet. Ettersom intervjuene var relativt korte ble de

transkribert ned ord-for-ord. Da jeg i denne oppgaven er interessert i en meningsanalyse var det ikke nødvendig med komplekse og detaljerte transkripsjoner for å bevare meningene (Kvale & Brinkmann, 2015).

Det var også ofte at informantene svarte på underliggende spørsmål før de var stilt, noe med all sannsynlighet ikke påvirket datagrunnlaget i noen særlig grad, men gjorde at det ble naturlig å hoppe over noen av oppfølgingsspørsmålene dersom de allerede var besvart.

Analyse

Intervjuene ble så analysert etter tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006). Teksten fra transkripsjonen ble sortert etter hvilke forskningsspørsmål disse dataene svarte best til. Deretter ble dataene igjen fordelt i ulike temaer innenfor forskningsspørsmålene. Disse temaene ble konstruert etter hva som virket mest hensiktsmessig i forhold til datamaterialet. Denne analysen gjorde kontraster og sammenlikninger tydelige i materialet mellom informantene og trakk fram fellestrekk innenfor problemstillingene. Da dataene for observasjonene ble analysert på samme måte gav dette gode muligheter til å få en tydelig oversikt.

Med utgangspunkt i Braun og Clarke utnyttet jeg en trinnvis metode for å analysere innholdet. De transkriberte intervjudataene ble transkribert og lest i sin helhet. Ut fra dette utformet jeg fem *temaer* som gikk igjen i alle intervjuene. Deretter utnyttet jeg en markør og farget de ulike delene av teksten etter hvilke tema de hørte til under. Denne teksten ble fordelt i sine egne dokumenter. Disse ble så lest igjen og den samme prosessen ble gjentatt. Igjen leste jeg teksten og trakk ut distinkte undertemaer, og dataene ble fordelt mellom disse undertemaene. Her blir dataene analysert og presentert i resultatdelen.

For at metoden skal være etterprøvable vil det være viktig å ha med et eksempel på dette. Først vil jeg presentere et utdrag fra et av transkripsjonene og deretter demonstrere hvordan dette ble fordelt, først på forskningsspørsmål og så til undertemaene.

Intervjuer: Hva kan være utfordrende med begreper i naturfag?

Mizar: Det er mange fagbegreper i naturfag. Absolutt det som er vanskeligste i faget. Jeg er interessert at de forstår de. Jeg kan ofte spørre elever om enkle definisjoner på prøven, men de teller veldig lite. Det viktigste er hvordan de bruker begrepene i forklaringer. Hvis du skal få en 6 må du bruke fagbegrepene, de må kunne anvende de.

For å analysere svaret ble det så fordelt etter forskningsspørsmålene slik:

1. Hvordan ser lærerne på sammenhengen mellom naturfag og fagbegreper?

Absolutt det som er vanskeligste i faget.

2. Hva definerer lærerne som vanskelige begreper?

Det er mange fagbegreper i naturfag.

3. Hvilken metodikk bruker lærere i begrepslæring?

Jeg kan ofte spørre elever om enkle definisjoner på prøven, men de teller veldig lite. Det viktigste er hvordan de bruker begrepene i forklaringer.

4. Hva er elevens rolle i begrepslæring?

Hvis du skal få en 6 må du bruke fagbegrepene, de må kunne anvende de.

5. Hvordan kobler elever begreper og modeller?

(ingenting fra eksempelet)

Videre ble dataene fra disse forskningsspørsmålene igjen fordelt utover ulike temaer. For dette eksempelet viser jeg hvordan utdraget plassert under forskningsspørsmål tre ble fordelt:

Jeg kan ofte spørre elever om enkle definisjoner på prøven, men de teller veldig lite. Det viktigste er hvordan de bruker begrepene i forklaringer.

Dataene ble så fordelt på undertemaene. Her blir data bare sortert til ett tema da det er der de passer inn.

1. Bruk av modeller
2. Skriftlige arbeidsmetoder
3. *Jeg kan ofte spørre elever om enkle definisjoner på prøven, men de teller veldig lite. Det viktigste er hvordan de bruker begrepene i forklaringer.*
4. Muntlige arbeidsmetoder

5. Lærerens forklaringer

Alle data fra intervju og observasjon samt kvalitative data fra testene ble analysert ved hjelp av denne metoden.

3.3.2 Observasjon av undervisning

Hensikt

Hensikten med observasjonene var å få et praktisk referansepunkt på hvordan de ulike lærerne arbeider i klasserommet: hvordan begreper ble introdusert, hvordan de ble bearbeidet, hvordan elevene taklet de og eventuelle andre innspill. Dette var særlig interessant da det gav et godt sammenlikningsgrunnlag med dataene fra intervjuene, og gav et spennende perspektiv på dataene samlet i før og ettertestene. Da hensikten med prosjektet var å undersøke hvordan det arbeides med begrepsforståelse i naturfag er det naturlig å se på hvordan dette gjøres i praksis. Det er da naturlig at en observerer, men det er allikevel viktig å huske at en observatør alltid vil påvirke situasjonen noe. For eksempel vil tilstedeværelsen av en fremmed person i klasserommet være nok til at elevene og læreren kan endre sin vanlige oppførsel eller metodikk noe (Fangen, 2004). Eksempelvis vil lærere ha et ønske om å vise seg fra sin beste side når de blir observert for forskning, og elever får en ny person inn i rommet som ikke er en del av den eksisterende sosiale dynamikken.

Utforming

For å kunne få et sammenlikningsgrunnlag mellom observasjonene av de ulike informantene har undervisningsøktene jeg har observert gått på det samme temaet: *elektroner på vandring*. I hovedsak er det her læreren og spesielt hvordan læreren underviser i forhold til begreps som blir observert.

For å gjennomføre observasjonene ble det laget et observasjonsskjema, som ligger som vedlegg til oppgaven. Hensikten med dette var å lettere kunne fokusere på de observasjonene som var relevante for forskningen. Å ha faste punkter å se etter i observasjonen vil gjøre det lettere å få oversiktlige notater til gjennomføringen, og det

gjorde det enklere å plukke ut relevante observasjoner. Ulempen er at det er mulig å gå glipp av observasjoner du ikke ser etter (Fangen, 2004).

Det kunne ha vært av interesse å bruke videoopptak for å kunne se igjen undervisningen og få sett flere aspekter ved den, men utfordringer knyttet til personvern ville også bli større (Fangen, 2004). Jeg besluttet det som adekvat med observasjonsskjema og notater.

Undersøkelsen var interessert i metodikk og lærerens arbeid, og det ble ikke sett på som nødvendig med opptak for å få et tilfredsstillende datasett. Dette viste seg også å stemme godt overens med virkeligheten.

Gjennomføring

Observasjonene ble hvis mulig gjennomført samme dag som intervjuene, men etter observasjonen. Alle undervisningsøkterne gikk på akkurat det samme temaet (atommodellen). Et observasjonsskjema ble brukt for å få satt relevante hendelser ned på ark. De første observasjonene ble sammen med intervju gjennomført i oktober, videre ble resterende observasjoner supplert litt senere og de siste dataene ble samlet i midten av april. De ble gjennomført i tråd med hvordan utformingen beskriver de ovenfor.

Analyse

Som i intervjuene ble det benyttet tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006). For å få dette gjennomført ble først dataene fra observasjonsskjema omskrevet til tekst. Informasjon som antall begreper i bruk, hvem som forklarer og hvordan ble skrevet om til tekst som deretter ble analysert ut fra forskningsspørsmålene. Så ble dataene fra forskningsspørsmålene igjen analysert ut fra undertemaer. Som i intervjudataene ble likheter og kontraster mellom informanten tydelige, og det ble også mulig å enkelt sette disse opp mot intervjudataene for sammenlikning, noe som er viktig for metodetrianguleringen.

3.3.3 Før - og ettertest

Hensikt

Hensikten med før og ettertesten var for å støtte metodetrianguleringen. Testene var opptatt av å se etter to spesifikke ting: hadde forskjeller i undervisningsmetodikk og tankesett innvirkning på hvordan elevene presterte på testene etter undervisning, og var fantes det sammenhenger mellom hvordan lærerne underviste og hvordan elevene forklarte begrepene på prøven? Testene var utformet slik at de ville gi både kvantitative data til sammenlikning av gjennomsnitt, og kvalitative data i form av tekstsvaer.

Utforming

Testene er utformet som korte tester med åtte spørsmål der fem av disse er flervalgsoppgaver med fire svaralternativer med en riktig. Tre av oppgavene krevde en kort tekstforklaring. Pre og posttestspørsmålene testet de samme begrepene og utnyttet seg av de samme spørsmålene, slik at sammenlikningen mellom disse ble en til en. Hensikten blir da å kunne måle en forskjell før og etter undervisningen. Det kunne vært ønskelig med flere spørsmål, men det ville også gjort testen mer omfattende og vanskeligere å få til å henge sammen tematikken i en enkelt naturfagstime.

Før og ettertester er ikke en metode som er uten svakheter. For de første har vi ingen garanti på at forskjellene mellom resultatene før og etter er forårsaket av undervisningen jeg observerte. For å motvirke dette er det viktig at før og ettertestene var nære hverandre i tid – helst uten noen annen naturfagsrelatert undervisning eller arbeid imellom (Spencer, 1981). Videre har vi ingen ide om at elevenes svar blir påvirket at de vet at de er en del av forskningen. Mange av elevene kan ha jobbet hardere enn de vanligvis ville etter å ha blitt utsatt for en test (Spencer, 1981).

Det finnes en del forskning på før og ettertesting som anbefaler å bruke en «post-then-pre» tilnærming, der deltagerne ikke tar en egen pretest, men fører pretesten samtidig med posttesten, og da selvrappporterer hva de mener de ville svart før intervensjonen. Dette er blant annet beskrevet i Coulter (Coulter, 2012). Dette hadde vært en bedre tilnærming om spørsmålene i pretesten var formulert mer som «hvor godt behersker du atomer?» med en likert-skala som følger. Elever vil da ofte over eller undervurdere egen kunnskap – noe de vil gjøre i mindre grad i en post-then-pre setting da de med nye ervervede kunnskaper kan

kunne reflektere tilbake i tid og ha en bedre oversikt over hva de forsto (Coulter, 2012). I denne settingen tester vi om de kan eller ikke kan – og unngår dermed disse utfordringene.

Testen som ble brukt så slik ut. Det bør merkes at noen av spørsmålene, som det første, kunne ha vært bedre utformet for å bli mer presise og mer faglige. Da feilene ikke ble «oppdaget» før flere av testene var kjørt ble det valgt å la de stå. Hensikten med enkeltspørsmålene forklares under.

1. Beskriv så godt du klarer hvordan du tror et atom ser ut

Ønsket med denne oppgaven å teste elevene i Bohrs atommodell. Denne modellen er svært begrepsung, og her var hensikten å se om de kunne knytte begrepene sammen med modellen. Slik spørsmålet ble stilt har det en åpenbar svakhet: det er ikke egentlig et faglig spørsmål. «*hvordan du tror et atom ser ut*» vil gi et subjektivt svar, og teknisk sett vil alle svar være riktig på dette. I praksis viste det seg at dette neppe var et så stort problem: elevene beskrev Bohrs atommodell så godt de kunne, og de kom ofte med vage forsøk på svar om de ikke hadde det korrekte svaret. Det er mulig at denne måten å formulere spørsmålet på motiverte elevene til å forsøke selv om de ikke var sikre på svaret.

I tillegg er dette spørsmålet faglig dårlig. De blir ikke bedt om å forklare hvordan et atom «ser ut», men å beskrive en modell for atomene. Den ufaglige formuleringen kan kanskje forsvares ved at mange elever ikke skjeller mellom modellen og det «ekte», og dermed forstår hva spørsmålet handler om. Men det formidler allikevel faget noe upresist og er sånn sett lite heldig.

2. Et proton ...

- a. består av proteiner.*
- b. er bygget opp av atomer*
- c. går i bane rundt atomkjernen*
- d. finnes inne i atomkjernen*

Enda en test av begrepene i Bohrs atommodell. Kjenner elevene begrepets funksjon vil de kunne plassere det i forhold til de andre begrepene.

3. *Hva er mest riktig? Elektroner ...*

- a. sitter fast i atomkjernen*
- b. lages av elektrolytter*
- c. har negativ ladning*
- d. har ingenting med elektrisitet å gjøre*

Dette spørsmålet har samme funksjon som det forrige.

4. *Gi et eksempel på en partikkel*

Her testes hva elevene forbinder med begrepet partikkel, og hvordan de kobler partikkelbegrepet til atomer og periodesystemet.

5. *Hvilke av disse er et grunnstoff?*

- a. Vann*
- b. Oksygen*
- c. Stein*
- d. Karbondioksid*

En enkel test for å se om de klarer å kjenne igjen hvilket av stoffene som regnes som et grunnstoff etter periodesystemet.

6. *Gi et eksempel på et grunnstoff og forklar hvorfor dette er et grunnstoff*

Dette spørsmålet tester også hvorvidt eleven kjenner til kriteriene for et grunnstoff, men denne gangen må de utrykke seg på egenhånd.

7. *Hvilke av disse er størst?*

- a. Vannmolekyl*
- b. Hydrogenatom*
- c. Proton*
- d. Elektron*

Her testes elevene i om de kjenner til størrelsesforholdet mellom ulike enheter i kjemi og atommodell. For å ha forståelse må elevene kjenne til sammenhengen mellom partiklene.

8. I atomkjernen finner du

a. Elektroner og protoner

b. Proteiner og aminosyrer

c. Protoner og nøytroner

d. Elektroner og partikler

En siste test av hvor godt de kjenner begrepene i atommodellen. Det kan virke som dette bare er et repetert spørsmål, men det vil gjøre det mer tydelig dersom noen har klart å gjette riktig svar på det første, men ikke klarer å svare rett på dette. Dette kan tyde på at de ikke hadde den kunnskapen som en kunne konkludert med om det kun var ett spørsmål om akkurat dette.

Gjennomføring

Testene ble kjørt av læreren før og etter undervisning via office-programmet forms.

Førtesten ble gjennomført i en undervisningsøkt noe før den som ble observert for ikke å bruke tid i den observerte timen på testing. Posttesten ble gjennomført i oppstart av timen etter observasjonene ble gjort. Dette for å hindre at videre undervisning påvirket svarene på posttesten.

Analyse

Testresultatene som datasett fortalte to ting om elevens begrepsforståelse: gjennomsnittet fra gruppen gav et lett forståelig og helhetlig bilde av hvordan de hadde prestert, som også var lett å sammenlikne med pre/posttest og de andre gruppene. I tillegg gav de også ett sett med kvalitative data som gav mulighet for en kvalitativ analyse av hvordan elevene forklarte begrepene som ble testet. I utgangspunktet var det hensikten å analysere de kvantitative dataene med bruk av statistiske metoder ved å se på differansen i standardavvik og om dette var av statistisk signifikans (Nardi, 2017). De kvantitative dataene viste seg å være mindre interessante enn først tenkt, noe som jeg vil diskutere mer inngående i metodediskusjonen.

De kvalitative dataene ble analysert ved hjelp av tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006), etter samme mønster som ble beskrevet i informasjonen om intervjuet. Data her ble samlet både fra pre og posttester.

3.4 Etske betraktninger

Undersøkelsene som denne oppgaven bygges opp over er gjennomført takket være frivillige informanter, og det er da svært viktig å være klar over de etiske problemstillingene slik forskning fører med seg. Som et grunnlag skal ikke informantene bli utsatt for fare, ubehag eller unødig stress i løpet av eller som følge av undersøkelsen (Nardi, 2017). Etske problemstillinger skal prege hele undersøkelsen og god etisk praksis skal alltid gå foran alle andre behov (Kvale & Brinkmann, 2015).

Prosjektet ble meldt til *Norsk senter for forskningsdata* (NSD). Prosjektet ble godkjent av NSD. Av hensyn til personvern ble alle data samlet inn anonymisert fra begynnelsen av. Dette gjelder både intervjustudie, observasjonen og før- og ettertestene som har blitt benyttet. Dette er blitt foretatt for å hindre identifikasjon av enkeltpersoner. Av identifiserende data er det bare spørsmål om utdanning og erfaringsgrad for de intervjuede lærerne som presenteres i oppgaven. Elevene som blir testet i før og ettertestene er helt anonymisert.

I god tid før intervjuene ble avholdt fikk informantene et informasjonsskriv som både informerte om prosjektet og sikret skriftlig samtykke.

3.5 Generaliserbarhet

For at en undersøkelse skal være generaliserbar må det være mulig å trekke resultatene fra en lokal og til en generell kontekst. I en generell positivistisk tradisjon ønsker vi da å kunne lære noe generelt om fenomenet vi har forsket på ut fra de dataene vi har. Dette kan være noe utfordrende å argumentere for i et slikt kasusstudium som dette i møte med bastante positivistiske holdninger. Men med dette vil en argumentere at generell kontekstuavhengig alltid er mer verdifull enn ukonkret kontekstavhengig kunnskap. Denne påstanden behøver

ikke alltid å stemme da den menneskelige virksomheten har foregår i konkrete og kontekstavhengige situasjoner (Kvale & Brinkmann, 2015). Videre kan enkle kasusstudier også fungere for å falsifisere tidligere kunnskap, som er et typisk trekk i naturvitenskapelig vitenskapsteori (Chalmers, 2013).

Funnene i dette prosjektet vil direkte representere informantene, og vil også fortelle oss om hvordan noen lærere arbeider med begreper i naturfag. Dette kan så settes inn i en generell kontekst ved å sette denne kunnskapen i perspektiv med andre undersøkelser på temaet.

3.6 Validitet

Prosjektet ble bygget opp med metodetriangulering mellom intervju, observasjon og før og ettertest. Det kunne godt vist seg at den mest sentrale informasjonen for oppgaven eksempelvis kunne blitt innhentet av intervjustudie alene. Men i den situasjonen var det like fullt mulig at vi målte hva intervjuobjektene tror de gjør, og ikke hvordan de faktisk jobber. Validitet stiller spørsmålet om undersøkelsen måler det den er ment til å måle (Nardi, 2017), (Kvale & Brinkmann, 2015). Derfor er det her benyttet metodetriangulering.

Metodetrianguleringen gir evnen til å belyse oppgavens tema og forskningsspørsmål fra flere forskjellige vinkler (Grønmo, 2016). Dette gir oss en større sikkerhet på at vi faktisk lærer om hvordan lærere arbeider med begreper i naturfag.

I utgangspunktet var det intervjustudien som jeg forventet at ble hovedkilden til informasjon. Som nevnt ville det alene ført til noen validitetsproblemer. Det var ingen garanti for at det intervjuobjektene svarte samstemte med hva de gjør i klasserommet. Det ble da hensiktsmessig å observere en undervisningsøkt for å få et sammenlikningsgrunnlag. For at observasjonsundersøkelsen skal ha validitet måtte den måle det den er ment til å måle (Kvale & Brinkmann, 2015). For å gjennomføre dette ble observatøren forberedt på å kun observere arbeid med begreper, og ignorere andre hendelser i undervisningen. Dette er beskrevet mer inngående i beskrivelsen av observasjonen.

For å understøtte intervju og observasjon har vi nevnt før og ettertester. Her fikk vi noen kvantitative data som gav et nytt perspektiv på de kvalitative dataene. Validiteten i disse testene er underbygget av måten de er strukturert på. Fem av oppgavene er flervalgsoppgaver med fire alternativer. I utgangspunktet kan det virke lite, og at elevene her har gode muligheter til å gjette seg fram til svaret. Som et motargument mot dette kan det benyttes sannsynlighetsregning. Sannsynligheten for å gjette en tilfeldig oppgave riktig er $\frac{1}{4}$ tilsvarende 25%. Sannsynligheten for å gjette alle oppgavene riktig er derimot $\frac{1^5}{4} = 0,00098$ som tilsvarer en sannsynlighet på 0,09%. Det blir derfor svært usannsynlig at en elev får full uttelling ved gjetning. Det bør også legges til at sannsynligheten for null rette ved gjetning er $\frac{3^5}{4} = 0,2373$ som tilsvarer ca 24 prosent. Dette betyr at det er god sannsynlighet for at en elev kan gjette seg til ett eller to poeng, og dermed kan en ikke regne men besvarelse med ette eller to riktige i flervalgene som riktige.

Validiteten forsterkes videre av testene ved å ha tre tekstvarsoppgaver. Disse oppgavene hadde ikke elevene mulighet til å gjette seg til riktige svar på, men de måtte formulere seg og forklare. Dette gav en mulighet til å analysere svarene og kunne se om svarene målte den kompetansen som undersøkelsen var ment til å måle. Å kunne bygge opp validitet ved å analysere svarene er en metodikk som Nardi kaller *construct-validity* (Nardi, 2017).

Med disse tre aspektene intervju, observasjon og testing basert på den samme læreren over det samme temaet fikk jeg god mulighet til å triangulere dataene slik at man får fram et helhetlig bilde som kan si både noe om lærerens tenkning, og lærerens faktiske undervisning.

3.7 Reliabilitet

Reliabilitetsbegrepet omhandler hvorvidt resultatene er pålitelige, og om andre vil få tilsvarende resultater om de gjorde den samme undersøkelsen (Nardi, 2017).

For at intervjustudien skal ha en god grad av reliabilitet er det viktig at intervjupersonens subjektive meninger faktisk blir overført til transkripsjonen og blir gjenkjennbart i

datamaterialet (Kvale & Brinkmann, 2015). Her er det alltid en utfordring at intervjuer er et subjekt som er i stand til å gjøre tolkningsfeil og misoppfatninger som kan føre til feil i overføringen. For å forhindre dette har intervjuene blitt tatt opp på lydbånd.

Observasjonenes reliabilitet krever at observasjonene er i tråd med et som ble observert – om en annen observatør ville gjort de samme observasjonene. Innenfor observasjonsstudier er dette et til dels umulig spørsmål å svare på (Fangen, 2004). For denne undersøkelsen vil jeg støtte meg på at det samme observasjonsskjemaet og det er de samme objektene som er gjenstand for observasjon i samtlige av undersøkelsene.

Før og ettertestene er reliable dersom de konsistent måler elevens forståelse av fagbegrepene (Nardi, 2017). Dette har blitt undersøkt ved å bruke en kontrollgruppe med elever som ellers ikke er involvert i undersøkelsen, men jeg selv hadde god oversikt over ferdighetsnivået til og se om resultatet passer. Det viste seg at de presterte som forventet noe som styrket reliabiliteten til testene. Ved å dele testresultatene på pretestene med lærerne ble det også tydelig at resultatene lå godt overens med hva lærerne deres forventet at de skulle få til, og hvordan klassens kompetanse ofte ble målt i andre situasjoner. Dette styrket også testenets reliabilitet, i tråd med (Kvale & Brinkmann, 2015).

3.8 Metodediskusjon

I all hovedsak viste både semi-strukturert intervju og ikke-deltagende observasjon seg som gode metoder for datainnsamling. Disse to metodene gav god innsikt i hvordan de ulike lærerne tenkte og arbeidet med begreper i naturfag. Testdataene var mer utfordrende å bruke.

Under analyse av resultatene viste det seg at det var noe av metodevalgene som ikke gav de ønskede resultatene. Hovedutfordringen her var testdataene. Hensikten med disse var å få en tredje synsvinkel for å kunne sette opp mot forskningsspørsmålene. Under analyse av resultatene viste det seg at det var mye av datamaterialet som var krevende å bruke i analysen. Selv om det var mulig å påvise signifikante endringer i gjennomsnitt var det allikevel vanskelig å relatere disse endringene til undervisningen og metodikken som læreren

brukte. I hvor stor grad resultatet endret seg vil også være avhengig av andre faktorer. Kanskje mest sentralt vil resultatene være påvirket av hvor skoleflinke og dyktige eleven er fra før, og ikke nødvendigvis avhengig av hvordan fagstoffet ble presentert. Og i tilfellet med Arcturus ble testen gjort så sent på året at atommodellen allerede var blitt repetert innen kapittelet om stråling og lys, noe som gav de unaturlig høy score på pretest og dermed gjorde den lille endringen av gjennomsnitt lite presentabel på hvor effektiv undervisningen har vært.

Resultatet av dette var at jeg så meg nødt til å droppe de kvantitative dataene da jeg fant det svært vanskelig å bruke i samsvar med de andre resultatene. De kvalitative dataene fra undersøkelsen viste seg derimot å være interessante og blir benyttet i undersøkelsen.

I tillegg kan det også nevnes noen mindre svakheter. For eksempel ble spørsmål en «*Beskriv så godt du klarer hvordan du tror at atom ser ut*» noe problematisk. Først er det et åpent spørsmål. Det kan riktignok være bra da det er ønskelig at elevene svarer. Så har det også faglige svakheter. Elevene blir testet i Bohrs atommodell, og ikke hvordan atomer «ser ut». Dette kan skape noe faglig forvirring, men som ble indikert av resultatene ser ikke elevene nødvendigvis forskjell på en modell og realitetene.

4. Resultater og analyse

Her følger resultatene fra undersøkelsene. De ulike lærerne blir her presentert under fiktive navn. Som navn har de her blitt oppkalt etter stjerner – både fordi jeg finner navnene noe oppfriskende, men også at de vil gi færre assosiasjoner til faktiske personer enn et fiktivt navn vil, uten å virke så kunstig som en kode tall og bokstaver.

For ordens skyld: oppgaven seg til følgende forskningsspørsmål:

1. Hvilken metodikk bruker lærere i begrepslæring?
2. Hvordan kobler elever begreper og modeller?
3. Hva definerer lærere som vanskelige begreper?
4. Hva er elevens rolle i begrepslæring?
5. Hvordan ser lærere på sammenhengen mellom naturfag og fagbegreper?

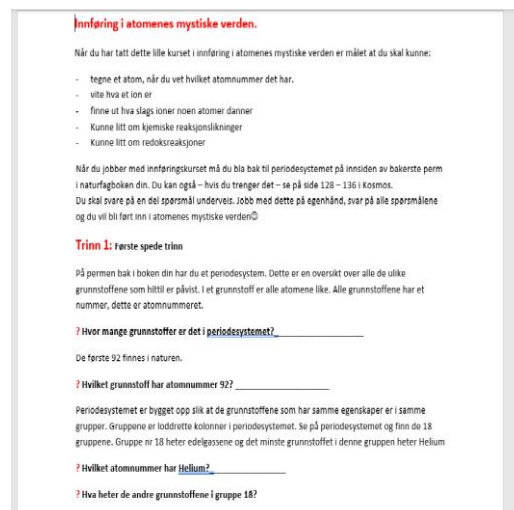
Først presenteres observasjonene for å gi leseren ett overblikk over hvordan undervisningen ble gjennomført. Resultatene blir så presentert i tråd med den tematiske analysen.

4.1 Observasjonene

I denne seksjonen blir observasjonene kort presentert for at leseren skal få et helhetlig bilde av øktene som er blitt observert. Detaljene fra observasjonene trekkes fram i den tematiske analysen der de er relevante.

Mizar

Mizar åpner økten med å presentere det nye temaet og forklarer hva de skal kunne etter endt kapittel. Hensikten og nytteverdien til fagstoffet presenteres også og i løpet av en kortere forelesning får elevene en innføring i hvilke sammenhenger redokskjemi har til hverdag og samfunn. Etter åpningen får elevene utdelt et arbeidshefte. Dette arbeidshefte inneholder en introduksjon til Bohrs atommodell og periodesystemet samt oppgaver knyttet til teksten (se figur 2). Elevene arbeider så med disse oppgavene resten av dobbelttimen. Mizar beveger seg rundt elevene og hjelper med oppgaver, blant annet med å bruke kulepinnemodeller til hjelp i å balansere likninger.



Figur 2 Første side av arbeidsheftet brukt av Mizar og Proxima Centauri

Proxima Centauri

Proxima Centauri begynner med å introdusere periodesystemet på projektor. Det vises fram konkrete på grunnstoffer og eksempler på redoksreaksjoner (rust). Det som følges blir en gjennomgang av det grunnleggende i periodesystemet og atommodellen. Læreren stiller mye spørsmål og for svar fra elevene, og de blir også bedt om å snakke sammen før de må svare i plenum. Etter introduksjonen i plenum får de utdelt et arbeidshefte de skal bruke resten av timen til å arbeide med (se figur 2). Dette heftet er identisk med det brukt i klassen til Mizar, og som i Mizars klasse støtter Proxima Centauri elevenes arbeid med muntlige forklaringer og kulepinnemodeller.

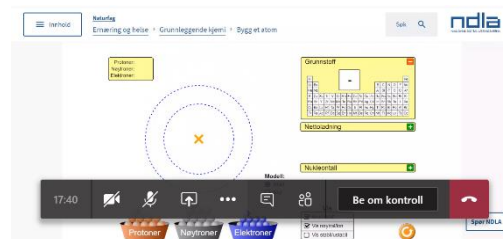
Betelgeuse

Betelgeuse starter undervisningen med å presentere det nye temaet. Dette gjøres via en forelesning støttet av en PowerPoint og notater på tavle. Mye av undervisningen er preget av spørsmål fra lærer til elever. I løpet av økten blir alle de grunnleggende momentene i atommodellen og periodesystemet presentert for elevene. Etter forelesningen avslutter Betelgeuse med en demonstrasjon av en kjemisk reaksjon – lage «elefanttannpasta», en

voldsom reaksjon mellom kaliumiodid og hydrogenperoksid. Etter den praktiske demonstrasjonen avsluttes økten.

Arcturus

Da denne observasjonen ble gjennomført under Corvid 19-pandemien var undervisningsøkten digital. Arcturus åpner timen med å introdusere elevene til det nye temaet. Dette gjøres ved å demonstrere Bohrs atommodell via en digital modell (se figur 3). Deretter gir han elevene i oppgave å konstruere bestemte atomer med denne modellen. Dette arbeidet gjøres i grupper. Elevene sitter i hvert sitt møte der de diskuterer innbyrdes mens læreren innimellom stikker innom gruppene og diskuterer.



Figur 3 Modell fra NDLA brukt i undervisningen for å bygge atomer.

Deretter samler Arcturus gruppene for å trekke fram hva de ulike gruppene kom fram til felles og så utvider læreren ved å trekke inn ny kunnskap og flere begreper. Deretter får de en ny oppgave de må løse i grupper. Igjen diskuterer de innbyrdes med støtte fra læreren før de samles felles for å bli introdusert til flere begreper og en siste oppgave. Den gjøres og i gruppene og blir trukket fram felles som en avslutning på økten.

Procene

Her begynner det med en tydelig oppstart. Ark til å notere på deles også ut til de som mangler. Temaet blir introdusert som «elektroner på vandring», noe som påpekes ofte i undervisningen. Denne læreren utnytter seg av OneNote som tavle. Disse notatene får elevene tilgang til etter undervisningen. Logikken i periodesystemet og atommodellen blir gjennomgått, med mange spørsmål til publikum. Etter gjennomgangen får så elevene utdelt oppgaver på OneNote som de besvarer hver for seg (se figur 4). Dette er

Oppgave 0

Hvordan vil du forklare hva et atom er (med egne ord)?
Hvordan vil du forklare hva et grunnstoff er (med egne ord)?

Oppgave 1

Bruk skallmodellen til å tegne elektronfordelingen for atomer av grunnstoff nr. 2, 10, 13 og 20
Skriv opp ladningen i kjernen til hvert av atomene og sett på navn og kjemisk symbol
(nei, du lærer ikke noe av å kopiere dette fra nettet - bruk periodesystemet bakerst i boka di)

Oppgave 2

Hvorfor er det så viktig å skille mellom store og små bokstaver i kjemiske symboler (det er lov til å tenke selv her!)

Oppgave 3

1. Hva forteller atomnummeret om et grunnstoff?
2. Hva er det som avgjør om et atom er nøytralt eller har en ladning?

Figur 4 Oppgaver brukt i Procenes klasse. Gitt over OneNote

repetisjonsspørsmål om atommodellen og periodesystemet. Etter rundt 15 minutters oppgavearbeid oppsummeres økten og elevene får fri.

4.2 Resultater

Her blir resultatene presentert etter med de fem forskningsspørsmålene. Hvert forskningsspørsmål er delt opp i en generell introduksjon fulgt av underkapitler som er bygget opp etter temaer fra den tematiske analysen, til en kort oppsummering av dataene til slutt.

4.2.1 Hvordan ser lærere på begreper og naturfaglig språk?

Dette forskningsspørsmålet ser på hvordan de ulike informantene forholder seg til begreper som en del av naturfaglig språk. Vi kan naturlig nok anta at de forstår hvordan begrepene fungerer fag de har lang undervisningskompetanse i, men av mer interesse er det om det dukker opp eventuelle refleksjoner rundt dette. Disse dataene er i hovedsak trukket ut av intervjudataene.

Forholdet lærerne har til begreper i faget vil påvirke hvilken rolle disse begrepene får i undervisningen. En begynnende observasjon her er at ikke alle lærerne har like mye å si om begrepenes betydning innenfor realfagene. Jeg vil her først gjengi det som kan trekkes ut fra intervjusvar og observasjoner, og deretter gjøre noen betraktninger over dette.

En av de som legger en klar hensikt i fagbegrepene er Proxima Centauri. Denne læreren ser på fagbegrep som en sentral del av naturfag. Mye av forklaringen på det ligger i at fagbegrepene er nyttige som definisjoner og navn da «*det er bedre med ett navn enn en hel setning, behovene for begrepene er der*». Her ser Proxima Centauri på fagbegrepene som nyttige verktøy for å gjøre vitenskapen enklere å kommunisere, og som en måte å unngå lange og klønete formuleringer når man snakker fag. Denne rollen påpekes som så essensielle at det ikke er mulig å kommunisere naturfag uten å beherske disse begrepene.

Betelgeuse ser på fagbegreper som en viktig del av faget, og påpeker at det er viktig at elevene også forstår dette. For å forstå relafagene må en utnytte seg av fagbegrepene på en

korrekt måte. Dette minner om den samme tankegangen vi ser hos Proxima Centauri. Arcturus og Mizar er mest opptatt av at det er mange av disse og fokuserer i hovedsak på det pedagogiske i intervjuene.

Procene var mest opptatt av å fortelle om metodikk, og fokuserer lite på fagbegrepenes funksjon i intervjuet og i undervisningen. Allikevel er det verdt å trekke fram at Procene tenker i en videre front når det gjøres vurderinger over hvilke begreper som skal brukes i undervisningen. Her gjøres vurderingen ikke bare for av rent pedagogiske hensyn, men også i forhold til hvilke fagbegreper som oftest er i bruk innenfor fagfeltene.

Vi ser her at det er noe differanse på hvor reflekterte ulike lærerne er ovenfor fagbegrepenes betydning. Jeg vil i diskusjonen se hvordan dette henger sammen med teorien.

4.2.2 Hva definerer lærerne som vanskelige begreper?

I tillegg til å direkte se hva lærere gjør med begrepsarbeid i undervisningen ble det også sett på en del andre aspekter ved begrepsarbeid i undervisningen. Et av disse er hva de ulike lærerne finner utfordrende med begrepsarbeidet i naturfag.

Som vi vil se er det en rekke aspekter som dukker opp blant de ulike lærerne, men ulike lærere vektlegger også disse ulike aspektene forskjellig, og det som kan være en utfordring for en lærer kan godt sees på som problemfritt for en annen.

Antallet begreper

Det første aspektet som kommer fram under intervjuene er selve mengden med begreper som en finner i fagstoffet. Mizar trekker dette fram som det aller vanskeligste i faget: «*det er veldig mange begreper*». Særlig der det forståelsen som er problematisk, og det store antallet begreper gjør ifølge Mizar det vanskelig for elevene å få forståelse for begrepene.

Proxima Centauri påpeker også at antallet begreper gjør det krevende for elevene. Det blir «*mange nye ord de ikke har noen relasjon til*». Dette intervjuet, og intervjuet for øvrig,

viser at denne læreren ser på antallet begreper som et av flere aspekter som gjør begrepene innen naturfag krevende for elevene.

Arcturus fokuserer også på at selve mengden av begreper kan være en utfordring for elevene. Denne store mengden begreper gjør at det blir krevende for elevene å lære seg alle for å kunne holde følge med faget – særlig når du trekker med at det ikke kun er selve mengden begreper som gjør det krevende. Ulikt de andre lærerne som ser på begreptettheten som et problem trekker Arcturus fram hvordan han tilnærmer seg problemstillingen. Om begrepsmengden er et problem er det viktig for læreren at de begrenser den mest mulig. Utfordringen blir *«å begrense bruken av fagbegreper. Utfordringen er at det er så veldig mange av dem, potensielt sett»*. Oppgaven til læreren i denne situasjonen er ifølge Arcturus å begrense begrepsmengden til det absolutte minimum for å gjøre det mest mulig oversiktlig for elevene. Hvor krevende begrepsmengden blir er da avhengig av lærerens begrensninger.

Procene er også opptatt av å tilpasse begrepene til elevene. Som Arcturus trekker Procene fram at det lett kan bli alt for mange begreper, og at læreren har ett ansvar i å begrense begrepsmengden. En måte å gjøre dette på er ved å fokusere på å kun bruke de begrepene som passer inn ovenfor læreplanmålene i faget, og ikke utvide den faglige horisonten mer enn strengt nødvendig. Dette inkluderer også å følge med på hvilke fagbegreper lærebøker og annet undervisningsmateriale tar i bruk. *«Det er veldig forvirrende hvis jeg bruker ett begrep og boka bruker et annet begrep»*. Allikevel stopper ikke dette Procene fra å avvike fra lærebøker om det er hensiktsmessig. *«Noen ganger bruker lærebøker forenklete varianter av begreper»*. Som et eksempel brukes begrepet *triplett* innen bioteknologi. Dette begrepet blir i hovedsak brukt innen naturfag 1. klasse, og forsvinner ut av bruk når man går dypere i faget. Procene vil i dette eksempelet heller bruke begrepet *kodon* som er det mer faglige begrepet. I et slikt tilfelle er det viktig for Procene at læreren må *«understreke og forklare hvorfor jeg bruker begrepene»*. En lærer kan da gjøre unntak fra regelen om å bruke de samme begrepene som boka dersom det er hensiktsmessig.

Abstrakte begreper

Et annet utfordring med fagbegrep i naturfag skal ligge i deres ofte abstrakte natur. Dette kommer tydelig fram i mange av intervjuene, der dette blir trukket fram av omtrent alle lærerne. Hvordan lærerne beretter om abstrakte begreper skal sees på her.

Mizar trekker også fram abstrakte begreper som krevende, og særlig de som befinner seg innenfor redokskjemien. Dette synet har også påvirkning på undervisningen, da læreren introduserer det nye temaet med at «*dette er vanskelig*». Dette forklares ved at disse ikke kan «*sees og tas på*», og Mizar har hatt erfaringer med at det er mange elever som strever med fagbegreper som de ikke har noe fysisk nærhet til. Dette settes spesielt i sammenheng med den delen av pensumet som omhandler redokskjemi da det ifølge Mizar i all hovedsak består av abstrakte begreper. Som et eksempel på et slikt abstrakt konsept bruker Mizar «energi».

I tillegg til Mizar trekker Proxima Centauri også fram utfordringer med abstrakte begreper. Erfaringsvis har denne læreren erfart at det som ikke kan føles på eller sanses – som også Proxima Centauri definerer som abstrakt – vanskelig å få tak på for elevene, og at mange faller av når begrepene blir for abstrakte. I tillegg vektlegger denne læreren at abstrakte begreper ofte har vanskelige og abstrakte forklaringer. Dette gjør de krevende for elevene å få «tak på» når de skal prøve å fatte hva slike begreper går ut på. Når elevene så må kjempe for å lære seg betydningen av det som ofte kan være ganske sentrale konsepter fører det til at faget blir utilgjengelig for de svakere elevene, og at mye av fagstoffet blir svært krevende eller helt umulig å forstå, forklarer Proxima Centauri.

Betelgeuses trekker ikke fram abstraksjon som en årsak til at begreper kan være krevende for elevene. Det trekkes fram aspekter ved begreper som også er typiske for abstrakte begreper, som at de har krevende forklaringer og at de krever en viss forkunnskap for å være forståelige, men at fenomenene er abstrakte i seg selv trekkes ikke fram som en egen utfordring.

Også Arcturus nevner abstrakte begreper. Denne læreren forklarer at det er utfordringer med begreper som er *«snåle og mer abstrakte enn andre»*. Som eksempel på dette bruker han begrepet *absorpsjonsspekter*, som – i tillegg til å komme innenfor en del av de andre kategoriene her – også beskriver *«et fenomen som er så abstrakt at det ikke er mulig å se for seg»*. Arcturus forklarer også hvorfor dette skal være krevende for elevene: *«det er et abstrakt ideinnhold som de ikke kan henge på noe de kan fra før»*. Med andre ord: de abstrakte begrepene er krevende fordi ideene de representerer ikke er noe eleven kan relatere til egne erfaringer og kunnskap. Arcturus mener at abstrakte begreper ikke bare er krevende fordi de er abstrakte, men også fordi de er krevende for elevene å relatere seg til.

Procene er også opptatt av de abstrakte begrepene. I intervjuet er det særlig begrepene innenfor redokskjemien som trekkes fram som krevende. Dette er begreper som *redoksreaksjon, reduksjon og oksidasjon*. Procene mener disse begrepene er krevende ettersom elevene mener de er *«litt fjernt, langt fra virkeligheten og vanskelig å relatere seg til»*. Som vi har sett deler Procene denne betraktningen med mange av de andre lærerne i dette studiet. I tillegg sammenlikner Procene redokskjemien med bioteknologi, en annen del av pensum. Selv om bioteknologi også inneholder svært mange begreper er dette enklere ettersom det skal være lettere å relatere seg til det og fordi *«mange, spesielt jenter syntes det er spennende»*.

Fra intervjuet med Procene kan det også gjøres en annen observasjon: Procene hadde erfart at selv om elevene ble veldig grundig drillet i begrepene innen redokskjemien, som reduksjon og oksidasjon, var det allikevel overraskende krevende for mange av elevene å huske innholdet i begrepene: *«det tror jeg at jeg har sagt hver time nå i to uker og jeg er helt sikker på at ikke alle får det til på prøven»*. Kan det være de abstrakte ordene i seg selv gjør de vanskeligere å huske?

At dette er en utfordring for elevene trekkes også fram av Proxima Centauri og Mizar. De har erfart at elever finner det krevende å forstå begreper som de ikke kan se eller ta på.

Den tredje kategorien som kan konstrueres ut fra dataene er begreper som er krevende fordi elevene ikke har noen relasjon til disse. Betelgeuse er ganske direkte i hvorfor han mener dette er et problem: Naturfag blir – ifølge Betelgeuse – ofte sett på som «*unødvendig pjatt*» og «*noe en bare må lære seg*». Elever som har disse holdningene klarer ikke å relatere kunnskapene de blir undervist i til noe som er relevant for dem. Slik Betelgeuse ser det er det utfordrende for elevene å lære seg fagstoff de ikke har noen særlig motivasjon til å gjøre en innsats.

Mizar trekker også fram denne typen begreper som krevende, og har erfaring med at elever strever med begreper de ikke har noen tidligere relasjon til. Dette gjelder både begreper de ikke har hatt noen relasjon til tidligere i skolehverdagen, men spesielt begreper som er langt unna dagliglivet.

Proxima Centauri ser på elevenes mangel på relasjon med begrepene som utfordrende, og mener det gjør at disse begrepene oppfattes som fremmede eller lite relevante. Et eksempel på et slikt begrep er redoksreaksjoner. Dette må håndteres for at eleven skal kunne få forståelse av fagbegrepene; «*noen knagger å henge de på er nødvendig*». Dette kan tolkes som at Proxima Centauri mener at læreren har et ansvar for å gi elevene disse «knaggene». Det utdypes ikke va som menes med «knagger», men det kan være læreren her mener å kunne relatere dette til gammel kunnskap eller tidligere erfaringer. Vi får et eksempel på dette i undervisningen, der en rusten bit jern brukes som eksempel på oksidasjon. Hensikten er å knytte begrepet om «*ting vi ikke kan se*» opp mot en fysisk gjenstand elevene forhåpentligvis er kjent med fra før.

Og i denne sammenhengen trekker Proxima Centauri fram erfaringer med elevens forkunnskaper. Denne læreren har erfart at elever ofte kommer inn fra ungdomsskolen med mindre kunnskaper enn det pensum legger opp til. Dette gjør fagbegrepene brukt i pensumet på videregående enda mindre tilgjengelig for elevene, og som konsekvens må læreren bruke tid på å repetere fagstoff som ikke er en sentral del av pensum dersom flest mulig skal ha mulighet til å følge med. En må «*gå runden med å tegne og fortelle alle de sentrale modellene og bruke tid på det grunnleggende*».

Som beskrevet under avsnittet om abstrakte begreper ser også Arcturus det som krevende når elever ikke klarer å relatere fagbegreper til sin egen forståelse. I tillegg til dette påpeker Arcturus at det ikke alltid er like innlysende hvilke begreper og ord en kan forvente at elevene har kjennskap til. Av erfaring forteller denne læreren at helt «vanlige» begreper som *elg* ikke nødvendigvis er et kjent ord hos alle elever, og at det er mange «*vanlige fremmedord*» som læreren mener vi ofte glemmer kan være fremmede for elevene.

Procene nevner også at mangel på relasjon med fagstoffet gjør det mer krevende. Som nevnt over var dette en del av begrunnelsen for hvorfor de abstrakte begrepene i redokskjemien skal være spesielt krevende for elevene, men også hvorfor bioteknologien – som «*selv om det inneholder masse begreper*» - er enklere og mer engasjerende for elevene.

I tillegg til Betelgeuse påpeker andre av lærerne også at disse begrepene er utfordrende – særlig når det er begreper som er fjernt fra dagliglivet. Både Mizar, Proxima Centauri og Arcturus påpeker at dette som en utfordring for elevene.

Problematiske hverdagsforestillinger

Som vist i teorien har naturfaget en god del begreper som også brukes innenfor dagligtale – men da ofte med en hverdagsbetydning som er noe ulik eller helt forskjellig fra den vi bruker i en faglig kontekst. Dette kan ifølge flere av lærerne føre til forvirring.

Betelgeuse forklarer at det skaper forvirring når elevene har et hverdagslig forhold til begrepene som så skal brukes i en faglig sammenheng. Som et eksempel på dette tar Betelgeuse for seg begrepet «energi». Læreren forteller om hvordan elevenes oppfatning av energi-begrepet gjør det utfordrende når de møter det i naturfag. Elevene tenker ofte på energi som noe man enten har eller ikke har, og noe som kan brukes opp – som når de blir slitne av å løpe eller mobilen går tom for strøm. Disse oppfatningene av energi går mot hvordan energi beskrives innen naturvitenskapen, særlig i forhold til termodynamikkens første hovedsetning (energi kan bare overføres fra en form til en annen). Å se på energi som

noe som overføres og endrer form i stedet for størrelser som «brukes opp» blir krevende om de holder på hverdagsforestillingene, forklarer Betelgeuse.

Proxima Centauri beretter også om de samme erfaringene med hverdagsforestillingene. Denne læreren har også erfaringer med at elevene blander inn dagligdagse begrepsbetydninger i en faglig kontekst. Som eksempel på et slikt begrep utnyttet «energi».

Mizar har også hatt utforinger med disse typen begreper – «*det er vanskelig*» er det første svaret på dette spørsmålet under intervjuet. Men i stedet for å forklare hva som gjør dette vanskelig er Mizar mer opptatt av å fortelle hvordan en skal angripe disse begrepene. Det består av å hele tiden presisere akkurat hva man snakker om og hvordan dette er forskjellig fra hverdagsforestillingene. Denne presiseringen er med for å hjelpe elevene med å skille mellom hverdagsforestillingene og fagbegrepene som de deler ord med. Igjen bruker Mizar «energi» som eksempel, og lærerens oppgave blir å presisere hva meningen til ordet energi er i konteksten begrepet brukes. Om det nå er snakk om varmeenergi eller masse-til energi i kjernefysikk vil Mizar si at «*Store begreper er viktige å konkretisere og presisere*».

Til forskjell fra de andre har ikke Arcturus noe særlige problemer med slike begreper. Ifølge denne læreren går det fint å presisere hva disse begrepene er i forhold til hverdagsbegrepene. Det viktige er å poengtere at det ikke er den dagligdagse betydningen av for eksempel arbeid. Det kan merkes her at Arcturus har en annen bakgrunn enn de andre informantene. Som tidligere ungdomsskolelærer er Arcturus kanskje mer vant med å innlære de mest grunnleggende begrepene innenfor faget til elever som er mindre modne enn hva videregåendelektorene er. Dermed må slikt begrepsarbeid muligens komme litt mer «naturlig» for han enn for videregående lektorer som i teorien skal ha elever som allerede har vært igjennom en god del mer naturfag.

Procene mener i utgangspunktet at denne læreren ikke har mye erfaringer med slike begreper. Men etter litt betenkningstid trekkes elevenes varierende oppfatninger av strøm fram, og at de ikke «*helt vet hva det er*». Allikevel er ikke dette nok til at Procene vil påstå at det er spesielt mye misoppfatninger når det gjelder denne typen begreper.

Sammensatte begreper

En annen «klasse» begreper som blir trukket fram er sammensatte begreper. Med dette mener informantene ikke bare begreper som er satt sammen av to ord, men begreper som er satt sammen av flere begreper, men også begreper som bygger på forkunnskaper. Et godt eksempel på dette er et begrep Arcturus trekker fram her – *absorpsjonsspekter* – som naturligvis er satt sammen av ordene *absorpsjon* og *spekter*. Om en skal kunne håndtere dette begrepet må en ha forståelse av ordene det er bygget opp av. Et eksempel på et begrep som ikke direkte er sammensatt men bygger på forkunnskaper er *reduksjon*. Det er svært krevende å forklare dette begrepet dersom en ikke har oversikt over atommodellen og hvordan elektronene kan bevege seg.

Flere av informantene har forklaringer på hva som gjør disse begrepene krevende for elevene. Proxima Centauri forklarer det med at dette er begreper som krever forkunnskaper: om du skal kunne forstå at sammensatt begrep er du naturligvis nødt til å ha kunnskap om begrepene det er satt sammen av. Ifølge denne læreren er det mange elever som mangler nødvendig forkunnskaper fra grunnskolen som gjør at de særlig sliter med større sammensatte begreper – og at det må brukes mye tid på å bearbeide dette før en kan se på det sammensatte begrepet.

Betelgeuse har også erfaringer med dette. Ifølge denne læreren er begreper som krever forkunnskaper fra elevene utfordrende. Som eksempel bruker Betelgeuse begreper som oksidasjon, reduksjon og galvanisk celle. Disse forklares at er utfordrende for elevene da de krever forkunnskaper for å være forståelige. «*De krever en god del nivå av kunnskap. Det krever mindre å vite hva et elektron er elektrolyse og galvanisk element da er det flere ting en må ha oversikt over*». For å kunne mestre de mer komplekse begrepene innen redokskjemien kreves det av elevene har de grunnleggende kunnskapene på plass, og Betelgeuse forklarer at dette blir utfordrende ettersom læreren erfarer at færre av elevene har denne oversikten.

Som nevnt ovenfor trekker Arcturus fram *absorbsjonsspekter* som et eksempel på et krevende sammensatt begrep. utfordringene i et begrep som dette er flerfoldige: først er det et sammensatt begrep, videre er ordene begrepet er satt sammen av svært abstrakte og disse ordene (og begrepet i seg selv) beskriver fenomener som elevene absolutt ikke har noen relasjon til. Det blir da et begrep som inneholder svært mange av kriteriene som gjør begreper vanskelige – og at det er et sammensatt begrep påpeker Arcturus at gjør det spesielt krevende.

Utfordringen med begreper oppsummert.

For å oppsummere dette kan vi se er det mange aspekter som ulike lærere deler. Omtrent alle lærerne trekker fram alle eller nesten alle de samme aspektene ved begreper som krevende: mengden begreper, abstrakthet, relevans for elevene, relasjon til hverdagspråk og sammensatte begreper sees på – med noen særegne unntak – som generelle utfordringer for lærere når de arbeider med begreper i naturfag.

4.2.3 Variasjon i metoder: hvordan ulike lærere jobber for begrepsforståelse

Grovt sett har jeg valgt å dele inn data om hvilke metoder som utnyttes i fire temaer: Modellering, skriftlig arbeid, muntlige aktiviteter og lærerstyrt undervisning. Som denne tematiske analysen viste var det stor variasjon i hvor de ulike lærerne hadde fokuset sitt. Ved å fargekode tekstdataene etter tema ble det veldig visuelt hvor de ulike lærerne lå: det var flere av de som ikke hadde en farge representert, og hadde stor overvekt av andre farger. Utfra dette kan det tolkes at de ulike lærerne vektlegger ulike metoder i arbeidet sitt.

Generelt er det allerede en viss trend som gjelder når ulike lærere introduserer dette temaet for elevene sine: alle lærerne jeg har observert starter alltid med en felles presentasjon – der de, med varierende grad av elevinteraksjon, beskriver og forklarer atommodellen og begrepene som tilhører denne. Etterfulgt av denne introduksjonen kommer det ofte en økt der de jobber med en form for repetisjonsoppgaver. Unntaket for dette er Arcturus og Betelgeuse. Arcturus brukte gruppediskusjoner som arbeidsform, og Betelgeuse droppet elevarbeid helt den observerte økten.

I intervjuene var den generelle trenden at lærerne trakk fram flere varierte arbeidsformer som sentralt. For eksempel vil ikke Mizar si at det er noen utvalgte metoder som er mer egnet til å undervise begreper enn andre, men at ulike metoder fungerer i ulike temaer og på ulike elever. Dette gjør at læreren må være fleksibel i undervisningen. Mizar argumenterer med dette slik: «Når du har en gruppe på 31 må du bruke forskjellige metoder om du ønsker å treffe alle».

Modeller

Som analysen viser er det flere av lærerne som bruker modellering i begrepsarbeidet – men ikke alle, og ikke alle vektlegger det like mye. Og hvordan de utnytter seg av verktøyet varierer sterkt. Betelgeuse virker (basert på data fra intervju og observasjon) ikke ut som han vektlegger modellering særlig i arbeid med begreper – det er uansett tydelig at det ikke er noen han kobler inn i arbeidet med begreper spesielt. Både Mizar, Proxima Centauri og Arcturus trekker fram modeller, og i noen grad også modellering, men har ulikt fokus på dette. Mizar nevner det – omtrent i en bisetning – som et nyttig verktøy for begrepslæring sammen med bruk av konkrete. Bruk av kulepinnemodeller i arbeidet med arbeidsheftet er også et eksempel på modellering – her som ekstra støtte for forståelse av atommodellen. Modeller kan her virke som et nyttig verktøy for å lære fagstoff.

Proxima Centauri vektlegger at elevene kan lage egne modeller, som tegninger, til å få en mer personlig relasjon til fagstoffet. Å bruke og lage bilder og modeller trekkes fram som en arbeidsform som skal kunne hjelpe med forståelse. Dette blir også observert i undervisningen der læreren både trekker fram fysiske konkrete for å knytte disse til de vanskelige fagbegrepene og bruker kulepinnemodeller for å hjelpe de til å få forståelse av hvorfor og hvordan man balanserer kjemiske likninger. Kulepinnemodellene gjør det mye enklere å se hvor mange av de ulike atomene som er på hver side av likhetstegnet. Dermed blir det mye mer intuitivt for eleven å se om det er like mange atomer på begge sider. Proxima Centauri trekker også fram fysiske konkrete. Som et eksempel blir en bit rustent jern brukt som eksempel på oksidasjon, med hensikten å kunne knytte det fremmede begrepet til et fysisk fenomen de allerede kjenner til.

Arcturus er raskt ute å snakke om modeller – og særlig tegning er en metode som trekkes fram som nyttig. På spørsmål om det er arbeidsmetoder læreren foretrekker når det arbeides med begreper blir tegning foretrukket som metode: «*ja, jeg liker spesielt godt å tegne. Og å få de til å tegne*». Dette tegnearbeidet settes også sammen med muntlig aktivitet da Arcturus mener at det «*gir dobbelt så mye for de*». Dette setter han i sammenheng med bruk flere forskjellige representasjonsformer i undervisningen. Arcturus mener at begreper kan representeres på forskjellige måter, både språklige og visuelle. Å utnytte seg av muligheter til å arbeide med disse visuelt, og om mulig med hendene, sees på som nyttig.

Selv om Arcturus er opptatt av å arbeide med det visuelle, altså modeller, er denne læreren også nøye med å presisere at de «*bare er modeller, det er ikke sånn de ser ut*». Med dette påpeker Arcturus viktigheten av at elevene forstår at modellene brukt i undervisningen ikke er en til en beskrivelser av virkeligheten. Som et eksempel brukes skallmodellen fra Bohrs atommodell. Her vil denne læreren vektlegge for elevene sine at disse «skallene» ikke er skall som skallene som en appelsin, og at de heller ikke er planetbaner som de ofte er tegnet opp. At dette er noe som Arcturus også gjennomfører var tydelig fra testene gjort i Arcturus gruppe, som i mye større grad en de andre viste at de hadde oversikt over denne modellen. Dette kan sees i motsetning til en trend i de andre gruppene der svarene ofte kan virke svært bokstavelige.

Procene bruker også dette. Når atommodellen gjennomgås felles må alle tegne av modellen, og oppgavene etterpå tester også hvordan de skal klare å sette sammen modellen. Som Arcturus trekker også Procene fram tegning som en nyttig alternativ tilnærming til fagstoff som elevene vanligvis bearbeider via tekst.

Skriftlig arbeid

Alle lærerne viser eller trekker fram at de utnytter seg av skriftlig arbeid i begrepsarbeid – men på litt ulike måter. En metode som vi ser hos flere, hos både Mizar, Betelgeuse og Proxima Centauri, er å jobbe med egne begrepsforklaringer – kriteriark eller ordbøker.

Mizar beskriver kriteriearkene og bruken av disse. Dette arket inneholder en oversikt over hva det er forventet at elevene skal lære i løpet av kapittelet og inneholder også en oversikt over begreper. Dette arket har to funksjoner. Den første er å gi elevene en god oversikt over fagstoffet de blir vurdert i. Den andre fungerer som en oppgave for elevene. De skal finne definisjoner på begrepene på arket og lære seg disse. Mizar argumenterer for at dette er en god måte for elevene til å få oversikt over fagstoffet og begrepene de skal lære seg. Av annet skriftlig arbeid hos Mizar så vi arbeidsheftet som ble brukt under observasjonen. Dette arbeidsheftet, med første side vist i presentasjonen av observasjonene (se 4.1.2) inneholder kort tekst med innføring i atommodell og periodesystemet, for så å gi noen oppgaver der elevene må bruke det de har lest i teksten, som å tegne modeller for et bestemt atom etter systemet til Bohrs atommodell, som de akkurat har lest om.

Proxima Centauri utnytter seg også av skriftlig arbeid i begrepslæring. I intervjuet trekkes det fram en flere skriftlige metoder: begreptesting, oppgaver og lekser med begrepsforklaringer. Under observasjonen utnyttet det også skriftlig arbeid, det nevnte oppgavearket som også er i bruk hos Mizar. Både dette oppgavearket og metodene som trekkes fram for begrepslæring er repetisjonsarbeid, der elevene må huske definisjoner og forklaringer på hva begrepene går ut på.

Betelgeuse finner også nytte i skriftlig arbeid i begrepslæringen. En form for skriftlige øvelser som trekkes fram her er tester på nett. Silke oppgaver er gjerne avkryssninger, koble-ordene og finn-feilen-oppgaver som fungerer som repetisjon, muligens mest nyttig for å huske begreper. En annen arbeidsform som trekkes fram er en ordbok. Ordboken blir beskrevet som en bok der elevene fører ned ord og betydningen av disse, omtrent som en glosebok i fremmedspråk. Å bruke en ordbok som arbeidsform virker veldig likt hvordan Mizar utnyttet kriterieark for begrepslæring. Det kan her virke som Betelgeuse også er opptatt av repetitivt skriftlig arbeid for «pugge inn» begreper, men i intervjuet legges det mer vekt på muntlig arbeid.

Procene utnytter også skriftlige metoder innenfor naturfag, og innenfor arbeid med begreper. Et eksempel på dette er oppgavene som ble brukt i undervisningsøkten om atomer (se figur 5). Oppgavene ber elevene forklare logikken i atommodellen eller tegne. Det påpekes tydelig i teksten at kopiering ikke er en effektiv måte å lære på, og at refleksjon ser ut til å være nøkkelen for å løse disse oppgavene. Av annet skriftlig arbeid nevnes også rapporter, men ikke som et selvstendig verktøy for å bearbeide begreper.

Oppgave 0
Hvordan vil du forklare hva et atom er (med egne ord)?
Hvordan vil du forklare hva et grunnstoff er (med egne ord)?

Oppgave 1

Bruk skallmodellen til å tegne elektronfordelingen for atomer av grunnstoff nr. 2, 10, 13 og 20
Skriv opp ladningen i kjernen til hvert av atomene og sett på navn og kjemisk symbol
(nei, du lærer ikke noe av å kopiere dette fra nettet - bruk periodesystemet bakerst i boka di)

Oppgave 2

Hvorfor er det så viktig å skille mellom store og små bokstaver i kjemiske symboler (det er lov til å tenke selv her!)

Oppgave 3

1. Hva forteller atomnummeret om et grunnstoff?
2. Hva er det som avgjør om et atom er nøytralt eller har en ladning?

Figur 5 Oppgaver brukt i undervisningen til Procene.

Jeg vil påpeke her at dette ikke er helt ulikt å jobbe med klassiske skriftlige repetisjonsoppgaver, som gjerne stiller spørsmål som «forklar begrep x». Oppgavearket til Mizar og Proxima Centauri er definitivt skriftlig arbeid med begreper. Arcturus er ikke veldig opptatt av skriftlig arbeid, men er opptatt av dette som en av mange representasjonsformer elevene kan arbeide med for læring (*her blir det muligens mer å skrive når observasjonsdataene kommer*). Procene utnytter seg også av skriftlig arbeid, her som repetisjon på tema som har blitt gjennomgått i undervisningen.

For å generalisere litt over dataene kan en få inntrykk av at skriftlig arbeid her er et verktøy for repetisjon. Begrepsark og ordbøker brukes til å øve elevene på å huske og forklare begreper skriftlig. Det kan virke som at hensikten med de skriftlige øvelsene ikke er å forstå begrepene, men å huske de. Dette bør riktignok ikke tolkes dithen at lærerne her vektlegger pugging foran forståelse – vi har sett i andre deler av datamaterialet (intervjuer) at de er svært opptatt av at elevene skal ha forståelse – men samtidig er de også opptatt av at elevene skal lære seg selve begrepene. Og jeg tolker det dithen at disse mer overfladiske øvelsene er valgt mer som et verktøy for å kunne lære seg ordene og å knytte en betydning til disse.

Muntlig arbeid

Ut fra observasjoner er det en tydelig trend når det gjelder muntlig aktivitet: tavleundervisning der lærer stiller spørsmål, noen svarer ett eller annet, og lærer godtar eller retter opp svaret.

Muntlige arbeidsformer vektlegges noe forskjellig av de ulike lærerne. Mizar for eksempel vektlegger dette lite direkte i intervjuene. Den muntlige aktiviteten vi ser i undervisningen er Initiating-respons-feedback i oppstarten av undervisningen. Det tilrettelegges ikke direkte for muntlig aktivitet i økten, men elevene blir anbefalt å samarbeide og snakke om fagstoffet når de arbeider med heftene. Dette passer overens med Mizars ønske om at eleven må kunne *bruke* begreper for å ha kompetanse. Mizar selv er aktivt med når elevene arbeider og får elevene til å snakke om faget, og da med hensikt i å gi de øvelse på å bruke begrepene.

Proxima Centauri trekker for eksempel fram Alias som en metode som kan være god for å jobbe med fagstoffet. Alias, et spill der du skal forklare hva et ord/en gjenstand/og lignende er uten å bruke selve ordet, er definitivt et eksempel på en muntlig aktivitet som går utover å svare på enkle spørsmål. Det påpekes at denne aktiviteten ikke egner seg de «svakeste» gruppene da de får problemer med å gi forklaringer. Læreren forklarer dette med at «*de klarer ikke å forklare*». Det blir derfor en lite motiverende aktivitet å spille et spill en ikke har forutsetningene til å få til, og denne aktiviteten anbefales ikke for svake grupper. Utenom alias trekker ikke Proxima Centauri fram flere spesifikke metoder, og bruker de heller ikke i observert undervisning. Men det muntlige påpekes allikevel som viktig da øvelse på å kommunisere begreper er viktig: «*Vi skal bli gode til å forklare disse begrepene*».

Betelgeuse sier og at det er viktig at elevene øver på å bruke begreper i en muntlig situasjon. Dette underbygges av at den muntlige aktiviteten «*aktiverer en helt annen del av den kognitive kapasiteten*» og blir dermed sett på som et viktig tilskudd til tavleundervisning og oppgaveregning. Som et eksempel på en slik arbeidsform liker Betelgeuse å oppsummere kapitler ved å la elevene gå sammen i par og bearbeide begrepene muntlig. De kan for eksempel få fem begreper hver som de skal forklare til hverandre. Da må elevene øve på å forklare begreper og dette sees på av Betelgeuse som et viktig innslag i tillegg til

tavleundervisning og oppgavearbeid: *«det at de snakker sammen og forklarer for hverandre tror jeg er viktig».*

Arcturus vektlegger diskusjon mellom elevene som en aktivitet han mener er vellykket. For å lære seg å snakke naturfag er det viktig at elevene snakker sammen, ofte bare at elevene snakker sammen med dem de sitter ved siden av. Når de gjør dette er det også viktig at de bruker fagbegrepene da *«det er absolutt det de trenger å gjøre for å bli kjent med begrepene».* Slike diskusjonsaktiviteter ble også brukt i undervisningsøkten som ble observert – selv om økten ble gjort over digital undervisning. Elevene ble delt opp i grupper og fikk oppgaver knyttet til atommodellen som de skulle løse i fellesskap. I disse gruppene, møter i videochat, diskuterte så elevene påstandene mens læreren «gikk» fra gruppe til gruppe for å stimulere diskusjon. Det ble observert at elevene utnyttet denne metoden til å diskutere seg imellom, og det de kom fram til ble til slutt trukket fram i fellesskap.

Muntlig arbeid blir også trukket fram som et språklig aspekt i arbeid med flere representasjonsformer, og Arcturus ser på arbeid med flere representasjonsformer som sentralt for å utvikle elevers kompetanse innen naturfaglig språk.

Procene trekker muntlig arbeid fram som sentralt for begrepslæring. Det sees på som viktig at elevene bruker begrepene i en muntlig kontekst, og læreren gjerne prater med elevene om fagstoff for å få de til å bruke fagbegrepene på egenhånd. På denne måten får også Procene oversikt over hvor godt elevene forstår fagstoffet: *«da sjekker jeg om de forstår det».* Alias trekkes fram som en annen måte å arbeide muntlig på. I tillegg til å få elevene til å prate fag finnes det også *«masse måter å arbeide med begreper på».*

Lærers forklaringer

Som nevnt ovenfor er lærerforklaringer en metode som disse lærerne utnytter seg mye av. I alle observasjonene som har blitt gjennomført har lærerne stått bak alt av begrepsforklaringer. Samtlige har introdusert fagstoffet ved tavleundervisning der de selv har stått for mye av forklaringene. Allikevel har de ulike lærerne forskjellig perspektiv når det gjelder forklaringer.

Mizar trekker fram at det er spesielt viktig med gode lærerforklaringer, og at disse må kobles til forsøk og øvelser som gjøres – gjerne via konkrete og animasjoner. Hva Mizar mener med dette får vi også noen eksempler fra. For det første trekkes det fram at en må tilpasse forklaringene til elevene. Ulike forklaringer skal fungere bedre for ulike elever. Dette blir eksemplifisert med et eksempel der læreren brukte sin relasjon til en elev for å forklare hva som skjer i oksidasjon og reduksjon: «*Når du blir oksidert, så mister du noe negativt. Og når du mister noe negativt blir du positiv! Jeg vet at denne eleven bærer på negative tanker og derfor var dette en forklaring som hun skjønnte*». Relasjonen din til elevene vil gi bedre innsikt i hvordan forklare. Denne forklaringen fungerte på denne eleven, men vil ikke fungere for alle legger Mizar til. Mer generelt fokuserer Mizar på at forklaringer skal være presise og konkrete – særlig når man snakker om større komplekse begreper.

I oppstarten av den observerte undervisningsøkten blir det observasjoner av hvordan Mizar forklarer i praksis. I introduksjonen av redokskjemikapitlet blir hensikten med hvorfor elevene skal lære redokskjemi presisert, viktigheten av batterier, og det trekkes fram mange eksempler for å forsøke relatere dette til mer hverdagslige objekter, blant annet rust og offeranoder. Dette vektlegges mer enn det de fagtekniske detaljene til atommodellen.

Proxima Centauri vektlegger også grunnleggende forklaringer. I dette legger denne læreren også at erfaringer av at elevene ofte mangler forventet kunnskap fra ungdomsskolen. Dette må tas hensyn til når en arbeider med pensum – og da også begreper – i naturfag på videregående nivå. I forhold til dette trekker Proxima Centauri fram at det er viktig for lærere å passe på egen begrepsbruk, også når man ser på egne forklaringer. Dette fordi det er lett å snakke «*over hodene*» på elever som ikke har det grunnleggende begrepsapparatet i orden. Og dette gjelder ikke bare det læreren regner som fagbegreper, men også begreper som læreren selv regner som dagligtale. Men dette må allikevel ikke forenkles for mye ettersom elevene skal lære seg å bruke det faglige språket selv.

I undervisningen der vi også tendenser til at Proxima Centauri er var på å arbeide med de grunnleggende begrepene. Alle de sentrale delene av Bohrs atommodell og

perodesystemet, som er ungdomsskolepensum, blir forklart igjennom forelesningen. Her brukers initiering – respons – feedback for å fiske fram forkunnskaper. Muligens for å feste fagstoffet på «knagger», som læreren forklarte i intervjuet. Disse «knaggene» kan menes som tidligere kunnskap og erfaringer elevene skal kunne relatere de nye begrepene til.

Som læreren over har Betelgeuse også erfaringer med at elever ofte mangler mye av kunnskapene pensumet forventer av dem når de kommer på videregående. Betelgeuse forklarer at det er viktig at læreren tar seg god tid med det grunnleggende i pensum når man underviser stoff som bygger på ungdomsskolepensum, som for eksempel redokskjemien. Dette blir særlig tydelig i oppstarten av temaene. For å støtte opp disse grundige forklaringen trekkes aktiv tavlebruk fram som et nyttig verktøy. Dette forklares vet at Betelgeuse i tillegg til å ha ord og bilder på en PowerPoint også har erfart at det er nyttig at læreren skriver på tavlen ved siden av. Erfaringen her er at flere av elevene henger seg på og blir mer aktive i undervisningen, uten at Betelgeuse kan forklare hvorfor. Et annet poeng Betelgeuse trekker fram er at det ikke skal være tilfeldig hvilken rekkefølge fagbegrepene introduseres i. Som eksempel bruker Betelgeuse ordet *atom*, og at det ikke lønner seg å bearbeide dette grunnleggende begrepet «*til det sitter*» før mer komplekse begreper kan trekkes in, som *ion*.

Det ble mulig å observere hvordan Betelgeuse praktiserer forklaringer i klasserommet. I økten som ble observert ble mye av tiden brukt til «tavleundervisning». Grovt sett var dette en økt med stor grad av initiering – respons – feedback basert undervisning. Og akkurat som det ble forklart i intervjuet ble det brukt både en PowerPoint og tavle. Betelgeuse brukte mye av tiden på å være i dialog med klassen ved å stille mange spørsmål som også ble aktivt forsøkt besvart. Det var tydelig for observatøren at de samme verdiene vist i intervjuet også var til stede i den observerte økten.

For å begynne undervisningen er Arcturus opptatt av å trekke fram forkunnskapene til elevene, for deretter å bruke øvelser, som å tegne diverse atomer etter atommodellen, for så å kunne bruke dette arbeidet som et grunnlag for diskusjon og forklaringer. Dette trekkes fram i intervjuet og er presist hvordan den observerte undervisningen blir gjennomført, der

elevene veksler mellom å diskutere enkeltoppgaver i grupper for så å samles for å drøfte resultater og bli forklart mer fagstoff. Når forklaringer skjer på tavlen er Arcturus opptatt av at notatene han skriver skal være nyttige for elevene: *«jeg hjelper de å ta notater, og det hjelper de å definere fagbegrepene skriftlig»*. Notatene som denne læreren skriver på tavlen er der for at elevene skal skrive de ned og være en støtte i læringen. Det er viktig for Arcturus at det er meningen at de skal skrive de ned selv og ikke ta blide av tavlen. I følge Arcturus vil det å skrive selv skal gi bedre læring. Etersom den observerte undervisningsøkten var digital ble det ikke brukt noen tavle, men dette ble fortsatt praktiser. Læreren påpekte når det var teori i gjennomgangen som var viktig å notere, og skrev også dette ned i «chat» til elevene: *«dette bør dere skrive ned»*.

En annen metode som Arcturus påpeker er huskereglene. Vi kjenner huskereglene som korte setninger som er bygget slik at de er relativt lette å huske, gjerne med en metafor eller med rim. Disse bruker Arcturus til å hjelpe elevene med å koble pensum med *«forståelse de har fra før»*. Som eksempel bruker han en huskeregel om *konveks – konkav*. *Konveks* minner om ordet *vekst* og en konveks figur «vokser» utover, mens *konkav* skal minne og engelsk «cave» og minner om at en konkav figur er som åpningen på en hule. Arcturus forklarer at disse reglene ikke gir noen egentlig forståelse, men de blir *«noen nyttige knagger å henge de på»*. Her møter vi igjen begrepet «knagger», som denne læreren ser på som evne til å relatere kunnskaper med det eleven kan fra før.

I undervisningen utnytter Procene en digital tavle (OneNote) det det tas notater. Procene er opptatt av at elevene skal notere, og deler ut ark til de som ikke har egne kladdebøker. Ut fra dette må det ligge en viss tro på at notater er nyttige for læringen. Selve undervisningen er en rolig og tydelig gjennomgang av Bohrs atommodell som følger initiering – respons – feedback modellen. Svært likt de andre lærerne, men med en tydelig stødig hånd. Dette muligens for klasseledelsens skyld. Begreper og fagstoff repeteres mye igjennom undervisningen, og når de senere arbeider med fagstoffet går Procene rundt hos elevene og stiller spørsmål om fagstoffet.

Repetisjon er et verktøy som kommer tydelig fram i hvordan Procene bearbeider begreper med elevene. Som et eksempel forklarer Procene at læreren stiller de samme spørsmålene time etter time til elevene når de får undervisning: *«og jeg går og gjentar dette veldig mange ganger i økten og jeg repeterer det veldig mange ganger hver gang vi møtes»*. Hensikten med dette er å få eleven til å huske begrepens betydning, men Procene forklarer at dette ikke alltid er like vellykket: *«selv om jeg tenker at jeg driller helt vanvittig mye så ser jeg jo at det er elever som ikke vet hva reduksjon er eller hva den redoksreaksjonen er»*.

Som flere andre av informantene har også Procene erfaringer med at elevene har mindre kunnskaper enn man kanskje kunne forvente når de er ferdig med ungdomsskolen. Dette trekkes fram som noe som påvirker hvordan fagstoff blir presentert i undervisningen. Dette betyr at det er viktig for Procene å passe på at alle begreper «sitter» før en går videre i undervisningen. Dette har ifølge læreren den uheldige konsekvensen av at mye av undervisningstiden brukes til å undervise fagstoff som kommer før pensum og elevene ikke vil bli testet i. Dette forklares som skuffende for noen elever da de ofte endelig mestrer det de ikke fikk til på ungdomsskolen, men ender opp med å ikke bli testet i dette fagstoffet. *«Da blir de litt skuffet når jeg tester noe annet enn det vi har jobbet mye med»*.

Som et supplement til tavlearbeid trekker både Procene, Betelgeuse og Arcturus fram at det er nyttig å notere sammen med elevene – selv om de ellers bruker verktøy som PowerPoint der notater allerede dukker opp. Betelgeuse mener at elevene lærer bedre når læreren sørger for å skrive selv, mens Arcturus forklarer at dette er noe læreren kan gjøre bevisst for å hjelpe elevene med å ta notater. Procene arbeider på en liknende måte ved å bruke OneNote som tavle, som også ender opp som et dokument som elevene kan trekke fram senere.

Metoder oppsummert

Som vi kan se fra dataene finnes det noen tydelige tendenser. Det mest sentrale funnet kan være hvor likt de ulike lærerne legger opp økten der de introduserer atommodellen. I alle klasserommene er det blitt observert tavleundervisning med initiering – respons – feedback, og ofte etterfulgt av oppgavearbeid. Andre sentrale datapunkter er hvordan ulike aspekter

av begrepsarbeidet vektlegges, og at det er en viss variasjon i metodikken som utnyttes av de ulike lærerne. Mange av lærerne er opptatt av muntlige arbeidsformer, men det er variasjon mellom hvilke variasjonsformer som vektlegges blant lærerne.

4.2.4 Hva er elevenes rolle i begrepslæring?

Som kjent er det ikke lærerne som skal lære pensumet, men elevene. Utfra datasettet har vi også fått et innblikk i hva de ulike informantene sier og gjør i forhold til hvordan de mener elevene skal arbeide for å tilegne seg god begrepskunnskap. Et sentralt punkt er i hvor stor grad pugging er en del av denne prosessen. Som vi vil se er det ulike meninger og praksiser som kan gjøre det litt utydelig hva de ulike lærerne ser på som sentralt i forhold til akkurat denne tematikken.

Hvordan bør elevene arbeide med begreper?

I det første forskningsspørsmålet så vi på hvordan metoder lærerne selv utnytter seg av i undervisningen, men det er også relevant å se på hvordan de mener elevene selv bør arbeide for å få lære seg å håndtere begreper i naturfag. De ulike lærerne har noe ulikt perspektiv på hvordan de mener elevene bør arbeide på egenhånd.

Mizar mener elevene må jobbe godt på egenhånd. Dette arbeidet består i lesing og oppgaver – altså mye lesing og skriftlig arbeid. En arbeidsform som trekkes fram som særlig sentral er å lage sin egen begrepsbok: en ordbok der elevene selv fyller ut forklaringer på begreper ettersom de leser på faget og følger undervisningen. Mizar vektlegger viktigheten av å øve seg på å bruke begreper, men dette settes først og fremst i sammenheng med skriftlig arbeid.

Proxima Centauri sammenlikner fagbegrepene med gloser i språkfagene, og det kreves at de pugges. Å lære seg en betydning sees riktignok ikke som nok, da elevene også må kunne bli i stand til å bruke disse på egenhånd. Den må «*være bevisste og tenke på dette til daglig*». Så selv om Proxima Centauri påpeker at elevene må jobber for å lære seg begrepene er det ikke bare for å lære de for en prøve, men også for å gjøre de i stand til å bruke de. Ikke bare for faget men også for å knytte kunnskapene og begrepet til det faglige.

En lignende tilnærming finner vi også hos Betelgeuse som også mener at elevene har et eget ansvar for å pugge og å lære seg fagstoffet: *«og ... så må jo elevene lære seg dette selv også. Pukke og lese og lære seg på måter de liker best»*. Her legger Betelgeuse mye ansvar på elevene. Også når det gjelder arbeidsformer. Ut av dette kan det tolkes at det er en forventning i at elevene selv har arbeidsmetoder som de er mest komfortable med og lærer best av. Allikevel så er det viktig for Betelgeuse at elevene blir i stand til å bruke begrepene muntlig. Elevene må *«pukke å lære seg»* begreper og fagstoff slik at de skal være i stand til å bruke disse i praktiske sammenhenger.

Som lærerne over er Procene også opptatt av at elevene må arbeide på egenhånd med begreper dersom de skal mestre de. Det er opp til elevene selv hvilken metode som fungerer best for de, *«åh folk er forskjellige»*. Ulike metoder som blir foreslått er å prate med andre elever om fagstoffet, tegne modeller og skrive på forklaringer, øve på figurer i bøkene eller bare å lese. Eleven håndterer fagstoffet forskjellig og som lærer må man *«ha rom for alle variantene, for at de skal lære på de forskjellige måtene»*. Læreren gis allikevel et ansvar i denne prosessen, og dette handler om bevisstgjøring hos elevene. Som eksempel trekker Procene fram en erfaring med en elev med dysleksi. Denne eleven var en elev *«som hele tiden pucker hun jobber beinhardt men skjønner ingen ting»*. Arbeidsformen som eleven har valgt, ren pugging av tekst, viste seg å være svært lite effektiv for å gi eleven forståelse. Procene forklarer at læreren forsøker å få denne eleven til å endre arbeidsform til å utnytte seg av tegning og tekst, men at dette har vært krevende da *«hun er et produkt av plikt og pucker og skjønner ingen ting»*.

En felles faktor for Mizar, Proxima Centauri, Procene og Betelgeuse er at de alle fokuserte på elevenes særlige ansvar for å pugge begrepene de trenger å bruke i faget. Arcturus har et litt annet fokus i denne problemstillingen. Ulik de andre lærerne snakker ikke Arcturus om pugging, men har kun fokus på det muntlige arbeidet. Her ligger fokuset på at elevene skal være muntlige aktive og å øve på å snakke naturfag. Elevene skal diskutere fagbegreper og teori med hverandre. Det skal hjelpe med notater og skriftlig arbeid, men i Arcturus øyne skjer begrepslæringen når elevene bruker de i muntlig aktivitet.

Hvor nyttig er pugging og overflatelæring

Dataene viser at pugging fortsatt utnyttes som arbeidsmetode innenfor naturfag. Ikke overraskende kanskje når en ser på mengden fagstoff – og mengden fagord som følger med. Jeg finner det av interesse å trekke fram hva de ulike informantene trekker fram om pugging i begrepsarbeidet.

Både Mizar, Proxima Centauri og Betelgeuse trekker fram pugging som en sentral arbeidsform for å få kontroll på begrepene. Det dukker opp i alle intervjuene, men også i arbeidsheftene observert hos Mizar og Proxima Centauri, som er oppgaver der det er repetisjonsoppgaver som svarer til teksten en akkurat har lest, og gir inntrykket av at en pugges innholdet og legger det ut i svarteksten.

Mizar vil riktignok ikke se på pugging som tilfredsstillende for å bygge forståelse for begreper: «*For en 6 må du kunne bruke og anvende fagbegrepene*». Dette trekkes fram av Mizar ved hvordan denne læreren designer prøver – der puggede definisjoner kun vil gi noen få poeng og ikke vil være nok for en ståkarakter på egenhånd. For å lære fagstoffet best mulig anbefales det likevel å bruke arbeidsmetoder som kan minne om puggearbeid, som begrepsbøker de skal fylle inn på egenhånd. Dette kan forstås som at overflatelæringen sees på som en viktig del av prosessen mot forståelsen.

Det samme gjelder Proxima Centauri. Ut fra de skriftlige arbeidsformene som blir presentert og oppgaven som blir gitt i den observerte økten kan det tolkes at repeterende arbeid brukes for å lære definisjoner. Her blir naturfag sammenlignet med språkfag, og fagbegrepene som gloser som må pugges for å lære språket. Ordene må «*være der*». Men det holder ikke å ha pugget fagbegreper for å kunne naturfag, og som med et fremmedspråk må man også forstå ordenes hensikt og bruke de i tale forklares det av læreren. Puggingen blir dermed ment som et verktøy mot å oppnå forståelse.

Videre trekker alle tre fram at elevene i løpet av læringsprosessen må pugge begreper. Betelgeuse legger det fram slik: «*og ... så må jo elevene lære seg dette også. Pugg og lese*

og lære seg på måten de liker best». Det bør allikevel nevnes at puggingen ikke sees på som den eneste metode, og målet med arbeidet ligger der at dette skal være en vei til å få eierskap til begrepene og kunne bruke de på egenhånd.

Arcturus har her et litt annet fokus på pugging, og mener heller at elevene lærer begrepene bedre med å øve på å bruke de i samtaler med andre elever og lærere. Notater og skriftlig arbeid sees på som nyttig, men det er ikke sentralt i hvordan han arbeider med begrepsforståelse. Igjen kan det komme fra tidligere erfaringer i ungdomsskolen, men det kan også komme av personlig preferanse.

Procene uttaler seg negativt om pugging. «*Noen elever pugges uten å skjønne hva de driver med*». Læreren forklarer at det arbeides mye med at elevene skal forstå ord og begreper uten å pugge disse. Procene har hatt alt for mange erfaringer med at elevene pugges store mengder begreper uten å få forståelse av dette. Dette beskrives godt i eksemplet om den pliktoppfyllende eleven som ikke klarte å få forståelse selv med hardt arbeid. Procene mener denne eleven vil komme mye lengre om den endret arbeidsmetoder og gikk vekk fra ren pugging.

Repetisjon brukes allikevel i begrepslæringen. Dette er ikke ved at elevene blir bedt om å pugge begreper, men ved stadige muntlige repetisjoner og spørsmål ved betydningen av sentrale begreper. Procene regner riktignok ikke den metoden som helt sikker, ettersom elevene ikke nødvendigvis lærer betydningen av begrepene selv etter flere uker med stadige påminnelser.

Oppsummering

Som vi kan se fra dataene står fortsatt pugging fram som en ganske sentral arbeidsform innenfor begrepslæring. Allikevel er ikke pugging av begreper sett på som endepunktet i arbeidet. Det er evnen til å kunne bruke begrepene som informantene ser på som det viktige i faget. Det er allikevel av interesse å poengtere at en av informantene ikke ser på pugging som en god måte å bygge begrepsforståelse.

4.2.5 Hvordan kobler elever begreper og modeller?

Innenfor oppgavens tema har vi også sett at det er i bruk en god del modeller for å beskrive begreper. Innenfor det naturfaglige temaet det har blitt observert og testet om er det kanskje ingen andre modeller som er mer sentrale en Bohrs atommodell. Den er sentral for å kunne forklare grunnleggende elementer som periodesystemets oppbygning som igjen er nødvendige for å forklare redoksreaksjonene i læreplanen. Dette gjør modeller og begreper svært sterkt knyttet opp mot hverandre innenfor temaet, noe som også har dukket opp i dataene i denne undersøkelsen. Innenfor dette forskningsspørsmålet vil det her sees på hvordan sammenhengen mellom modeller og begreper behandles innenfor faget.

Bilder foran definisjoner

En av de mer interessante delene av testene var hvordan elevene behandlet spørsmål 1: «*Beskriv hvordan du tror et atom er bygget opp*». Dette spørsmålet tester om elevene er i stand til å forklare og å huske hvordan en typisk beskriver Bohrs atommodell. Dette krever naturligvis at de kjenner til de ulike komponentene og hvordan de skal plasseres. Det som noen ganger dukket opp i resultatene var akkurat denne beskrivelsen, men ofte fikk man bruddstykker av modellen beskrevet i stedet. Det mest typiske var beskrivelser av hvordan modellen ser ut visuelt, men uten fagbegrepene som forteller hvilke komponenter den er bygget opp av.

Noen eksempler fra elevbesvarelsene vil illustrere dette tydelig. «*Den er rundt med forskjellige baller rundt seg*», «*En runding rundt seg selv og kuler på sirklene*» og «*En sirkel med flere sirkler rundt seg som har kuler på sirklene*» beskriver de tegnede figurene som man gjerne finner i en typisk illustrasjon av Bohrs atommodell. Det er ikke umulig å se for seg modellen ut fra denne beskrivelsen. Om de ikke har oversikt over alle fagbegrepene har eleven i det minste koblet riktig modell til riktig fenomen. «*Kuler og pinner bundet sammen*» derimot beskriver nok heller en kulepinnemodell, og dermed har ikke eleven koblet riktig modell til riktig begrep. Av de mer kreative beskrivelsene som dukket opp i testene var «*Et atom kan man si er en haug med sirkler. På en måte kan man si at det er som en planet med stein barrierer som spinner rundt*». Det er krevende å forstå hva «en haug

med sirkler» referer til, men i det minste er planetmodellen (muligens en planet med et asteroidebelte?) mulig å kjenne igjen i den faktiske modellen.

Disse svarene er ikke trukket fra et utvalgt testresultat, men finnes derimot utover hele datasettet, både pre og posttester. Det er heller ingen generell trend å se i forhold til hvilke lærer testresultatene hører til da de dukker opp i omtrent like stor grad i alle datasettene. Den eneste felles faktoren mellom alle som har svart slik er at de ikke har fått et resultat særlig over middels på testene generelt.

Disse resultatene kan trekkes mot at mange elever husker de visuelle modellene bedre enn de husker forklaringen til de samme modellene. I mange av disse forklaringene kan det tolkes at de husker formen på modellen ganske godt, men de husker mest sannsynlig ikke noen av begrepene eller forklaringene ettersom de har unnlatt å skrive de ned. Hva dette innebærer blir sett mer på i diskusjonen.

Ikke alt skal leses bokstavelig

Som tidligere nevnt mener en del lærere at det er krevende med dagligdagse begreper som endrer betydning innenfor naturfag (se forskningsspørsmål 2 resultatdel (4.2.x)). Innenfor dataene fra testene dukket det også opp eksempler på dette. Særlig var det i forhold til begrepet «*elektron skall*», eller skrevet kortere som «*skall*». Den egentlige hensikten med «elektron skallene» er å beskrive elektronenes energinivåer – de er ikke skall som på epler og egg. Og i tillegg blir ofte illustrasjonene lignende mer på planetbaner. At noen elever roter med hva en egentlig snakker om her er også tydelig i testresultatene. Igjen vil jeg trekke fram noen eksempler på tekstsvar fra elevene.

Av de kortere svarene dukket flere varianter som «*atom har skall*». Det er for så vidt umulig å egentlig vite hva elevene mener her, men det kan ofte tolkes som at utspillet har samme betydning som «*epler har skall*». En mer detaljert besvarelse gir mer innsikt i hvordan eleven har tenkt:

«Et atom består av skall, protoner og elektroner. Atomnummeret sier hvor mange atomer det er i kjernen. Antall elektroner deles utover i skall. Det første skallet er det

alltid 2 elektroner, det neste skallet (hvis det eksisterer) kan oftest ha 8 elektroner og slik fortsetter det i skallene utover også».

«Skall» er her en av de tre sentrale byggeklossene i atomet og har en sentral funksjon som noe som «har» elektroner. Skallet i denne elevens representasjon er en fysisk del av atomet, og har ikke den mer abstrakte funksjonen som energinivåer. Denne forklaringen følger det samme systemet: *«En kjerne med protoner og nøytroner inni, og elektroner som kretser rundt kjernen på skall.»*

To av disse svarene er ganske godt opptil hva en kan forvente av elevene på dette nivået. De inneholder alle de tre komponentene, atomer, nøytroner og elektroner, og har plassert de riktig i forhold til hverandre. Allikevel er skall her trukket fram som separate komponenter som elektronene enten bygger opp eller er kretser rundt på.

Det kan også trekkes fram at det er noen elever som også ser forbi dette og har plukket opp at det ikke er bokstavelige beskrivelser av atomene. Et eksempel på dette er dette svaret fra en av Proxima Centauri sine elever:

«En kjerne og flere "skall" som går i bane utenfor kjernen. Det er ikke egentlig skall med det blir klat skall for at det skal være lettere for oss å forstå. Inne i kjernen er det et visst antall protoner og nøytroner, dette kommer an på hvilket grunnstoff det er. Utenfor kjernen går det elektroner i bane rundt kjernen, i de såkalte skallene.»

Og videre fra en av Arcturus elever:

Et atom består av en kjerne. Inni kjernen har vi protoner og nøytroner. Utenfor kjernen svermer det elektroner, ikke i et bestemt mønster, men vi tegner dem som et mønster i forhold til at de inneholder ulik mengde energi.

Disse elevene har tydeligvis fått med seg noe input fra en lærer eller lærebok og har da plukket opp hensikten med at vi kaller det «skall».

- Oppsummert

Elevenes testresultater kan vise oss noe om hvordan elever bearbeider begreper. Det første vil være at mange har en tendens til å huske visuelle modeller bedre enn forklaringer og

tilhørende fagbegreper. Det andre er at noen elever også roter hverdagsbetydninger inn i fagbegrep.

5. Diskusjon

Som presentert i resultatene har undersøkelsen gitt et sammensatt bilde på hvordan lærere arbeider med begreper innenfor naturfag. I diskusjonen vil disse resultatene settes i sammenheng med hva teorien sier om resultatene. Her er det av interesse å se hvordan denne undersøkelsens resultater harmonerer med tidlig arbeid, og diskutere hvilke poenger som kan trekkes fra arbeidet. Siden det her er mer interessant å se hva som dukket opp, og ikke hvor det kom fra, vil det i mindre grad trekkes fram hvilken informant som trakk fram hvilke data.

For organiseringens del vil denne diskusjonen ta for seg de fem forskningsspørsmålene i samme rekkefølge som i kapittel 4 (resultat og analyse). De samme underpunktene blir også fulgt der dette er hensiktsmessig. Til slutt vil mer overordnede tanker trekkes fram og så oppsummeres oppgaven.

5.1 Hvordan ser lærere på sammenhengen mellom naturfag og fagbegreper?

Når undersøkelsen ser på hvordan lærere arbeider med fagbegreper i naturfag blir det også relevant å se på hvilke forhold lærerne har til disse i seg selv. Hvordan holdninger de har til begreper innen faget vil også påvirke hvordan de behandler begreper i undervisningen.

Utleddet av resultatene kan vi se det er noe differanse hvordan informantene ser på fagbegrep. Den ene gruppen av disse ser på fagbegrepene som en nyttig del av fagene og viser også refleksjon over deres funksjon. Den andre siden har mer et pedagogisk perspektiv og har et fokus på hvordan de skaper utfordringer i undervisningen. Begge perspektivene er verdt å trekke fram:

Først kan en trekke fram de som ser på fagbegrepene i et faglig perspektiv. Av lærerne er det Proxima Centauri som har dette perspektivet. Her trekkes det fram fagbegrepenes funksjon: som navngivende begreper som gjør at vi kan kommunisere naturvitenskapelige ideer på en så presis måte som mulig. Dette ligner svært mye på hvordan begrepene, og naturfaglig språk generelt, blir presentert i litteraturen (Chalmers, 2013), (Reeves, 2005). At «*det er bedre med ett navn enn en hel setning*» forteller at denne læreren har sett nytteverdien i

fagspråket, også for elevene sin del. Fagbegrepene blir dermed sentrale hjelpemidler for å beherske naturfaglig språk (Wellington & Osborne, 2001). Å beherske disse fagbegrepene blir sentralt for å beherske naturfaglig språk, og dermed også kompetanse innen naturvitenskap (Gee, 2005), (Tenopir & Kings, 2004).

Den andre siden ser på de pedagogiske utfordringene ved fagbegreper, og da særlig at det er mange av disse. Eksempelvis kan Arcturus utspill om at «*utfordringen er at det er så veldig veldig mange av dem, potensielt sett*» kan tolkes som at fagbegrepene her sees på som en utfordring som elever og lærere må overkomme og ikke som nyttige verktøy innenfor vitenskap.

Hva kan så denne differansen i uttrykt syn på fagbegreper innenfor faget ha å si for undervisning? Det kan være grunn til å anta at lærere som har et mer reflektert syn på nytten av fagbegreper også vil bruke disse på en mer bevisst metode i undervisningen. Sammenliknet med de øvrige resultatene kan vi også se noen tendenser til at metodikken til disse to også kompenserer for dette: Mizar har et fokus som ligger mer mot repetisjonsarbeid, og Arcturus er mer opptatt av å begrense begrepsbruken mest mulig. Metodisk er disse svært forskjellige, men metodikken virker allikevel ikke påvirket av disse to sin holdning til begreper. Et mulig videre arbeid kunne være å se på hvordan læreres holdning til begreper påvirker metodikk.

Det kunne kanskje vært mer forventet at flere responderte som Proxima Centauri her. Læreren samfunnsoppdrag er å undervise naturvitenskap, som tidligere trukket fram i teorien (Sjøberg, 2009). Det sentrale fokuset på hos lærerne i disse intervjuene er ikke å utdanne naturvitere, men å «få gjennom» igjennom og hvor krevende det er for mange å takle abstrakte og fjerne fagbegreper. Hvordan holdninger lærere har til naturfaget de underviser vil kunne ha påvirkning til hvordan de underviser – og hva dette har å si for undervisningen kunne vært noe det var mulig å se videre på.

5.2 Hva definerer lærere som vanskelige begreper?

Resultatene viste at det var en del felles sammenhenger mellom hva de ulike informantene så på som krevende ord, og hvordan dette utspilte seg i klasserom og på tester. Det kan nevnes at mye av teorien og undersøkelsene som denne er basert på ofte er gjort på elever som er yngre enn elevene i denne undersøkelsen, og dette vil bli tatt med i diskusjonen.

Antall begreper

Mengden begreper var noe av det som ble tydeligst trukket fram av informantene som svært utfordrende, i tråd med Wellington og Osbourne (2001). Det stemmer også at naturfag har et stort antall fagbegreper i forhold til de andre skolefagene (Maagerød, 2006). Arcturus og Procene var bevisste på at mengden fagbegreper var krevende, og for å kontre dette utnytter de seg av strategier. Hos begge var det lærerens ansvar å kontrollere hvilke fagbegreper som ble brukt i undervisningen for å kunne begrense mengden av fagbegreper. Procene spesielt påpekte at det ikke bare var antallet fagbegreper som var viktig å kontrollere, men også hvilke som ble brukt. Dette kan sammenliknes med Meyerson et al og deres studie som trekker fram problemer med den store variasjonen i vokabularet i lærebøker, særlig variasjon i begreper brukt for å beskrive det samme (Meyerson, Ford, & Jones, 1991). Procene kommer til samme konklusjon som Meyerson et al: det er viktig at lærer og fagbegreper begrenser begrepsbruk og alltid bruker de samme begrepene om de samme fenomenene. Allikevel vil ikke Procene låse seg helt til fagbegreper brukt av bøkene: det vil ifølge denne læreren være situasjoner der det er mer egnet å utnytte seg av andre begreper av faglige årsaker. Selv om informanten og Meyerson ikke deler hverken observasjonsvinkel, datamateriell eller aldersgruppe er blir det tydelig påpekt at dette er lærerens oppgave og at det er viktig for å unngå forvirring.

Abstrakte begreper

Når en skal diskutere begreper i naturfag vil det ofte dukke opp utfordringene ved abstraksjon av begreper. Og som vist i resultatdelen er dette noe som også finnes i denne undersøkelsen her. At abstrakte begreper er krevende for elevene er noe vi også ser tydelig i tidligere forskning, blant annet Wellington & Osborne (2001), Gardner (1975) og Cassels

(1985). Sånn sett er dette et funn som er i tråd med tidligere forskning – abstrakte begrep er utfordrende. Videre kan en stille spørsmålet om hvorfor er de vanskelige. Noen av informantene gjør også noen resonnementer for hvorfor abstrakte begreper er krevende for elevene. En slik forklaring er at de er langt unna hva elevene kan «*føle og ta på*». Det forklares ved at disse begrepene er langt unna elevens hverdag. Disse forklaringene bør settes i lys av teorien. Abstrakte begreper er krevende fordi de er langt unna det hverdagslige og er vanskelig å relatere seg til (Wellington & Osborne, 2001). I teorien ble også taksonomien over fagbegreper til Wellington og Osborne trukket fram. Den karakteriserer begreper som stadig med krevende ettersom abstraksjonen av disse øker, fra ganske håndterbare navnsettende ord, mer abstrakte prosessord og de mest komplekse konseptordene (Wellington & Osborne, 2001). Taksonomien stemmer godt overens med erfaringene til samtlige av lærerne. Abstrakte begreper beskrives av mange av de som Mizar: «*vanskelige da de ikke kan sees og tas på*». Eller som Arcturus: «*et fenomen som er så abstrakt at det ikke er mulig å se for seg*». Alle lærerne trekker fram økende avstand til begreper som den største utfordringen ved disse, som samsvarer med taksonomien til Wellington og Osbourne.

At graden av abstraksjon er sentralt i det som gjør begreper krevende er også sentralt for NEIS-modellen (Øzek, 2009). Det er også mulig å gå dypere inn i dette. En kan trekke inn Vygotskys teorier om hvordan ord kreves for å kunne forme konsepter og videre også trekke inn Piaget skjematenkning og konstruktivistiske tanke (Vygotsky, 1962), (Piaget, 1957). Dette vil knytte vanskelighetene med de abstrakte begrepene til mental utvikling, særlig om vi ser dette i forhold til Piagets stadier for utvikling: det fjerde stadiet, det formelt-operasjonelle, er det som kreves for å forstå abstrakte konsepter og dette nås av ulike mennesker på ulike tidspunkter. Ut ifra Piagets utviklingslære vil det være mulig å anta at mange elever finner abstrakte begreper krevende fordi de ikke er fullt utviklet enda. Elever på videregående er i en alder der de fleste er kommet inn i dette stadiet, men det vil neppe gjelde alle. (Piaget, 1957). Jeg vil allikevel være varsom med å komme med konklusjoner her. En farlig tanke som kan utledes fra dette er at det vil være elever som rett og slett mangler betingelsene for å lære abstrakt kunnskap før de når et «*høyere stadie av utvikling*». Dette er en farlig tanke fordi det vil anbefale lærere å gi opp elever. Det bør merkes at det er snakk om utvikling – og

dermed en prosess, og lærere vil være viktige i å hjelpe elevene å nå komme videre. Teori som Vygotskys *proksimale utviklingszone* (Vygotsky, 1962) vil være et eksempel på dette. Stedet kan vi bruke Piagets teori til å understøtte at det er viktig at lærere er klar over at noen elever vil trenger mer støtte enn andre for å takle de mest abstrakte konseptene.

Først vil jeg trekke fram en annen lærerforklaring på disse spørsmålene. Det trekkes fram at disse ofte har svært vanskelige forklaringer. Her forklares det at abstrakte begreper blir krevende for elevene da de har vanskelige forklaringer som kan være like abstrakte som begrepene i seg selv. Dette kan settes i sammenheng med teori som forklarer at elevene har utfordringer når det gjelder å se logiske sammenhenger og sliter med ord som er sentrale for sammenhenger i naturvitenskap (Gardener, 1977). Det vil også være mulig å sette dette i sammenheng med Vygotskys teori om hvordan man trenger ord for å forme konseptene – og da hvordan det vil bli svært krevende eller umulig å forme dette konseptet om flere av ordene en har bruk for er utilgjengelige (Vygotsky, 1962).

Det bør også trekkes fram at disse «vanskelige» ordene som kreves for å forstå abstrakte konsepter behøver å være av naturfaglig art, men ikke-faglige ord som ligger utenfor vanlig dagligtale (Cassels & Johnson, 1985). Det bør allikevel påpekes at det ikke ble påpekt hva informanten la i «vanskelige forklaringer» og at krevende ikke-faglige ord ikke trenger å være det informanten faktisk mente. En mulig forklaring på dette kan ligge i nominaliseringer. Forklaringer innen naturfag bruker ofte mye nominaliseringer, og dette «pakker» informasjon inn i setningene og dermed kan dette gjøre teksten tyngre og mindre tilgjengelig for eleven (Maagerød, 2006).

Begreper uten relasjon

I funnene ble det også påpekt at mange elever hadde utfordringer med begreper de ikke hadde noen relasjon til. Dette ble blant annet brukt som en hovedforklaring på hvorfor abstrakte begreper var krevende for elevene. Da oppgaven i seg selv ha koblet dette opp mot abstraksjonsgrad og mental utvikling (Vygotsky, 1962), (Piaget, 1957) er det av interesse å se på dette på egenhånd. Lærerne snakket om abstrakte begreper og mangel på relasjoner til fagstoff og begreper som litt forskjellige ting – og vi kan fint finne et begrep som ikke er

abstrakt, men en elev vil ha lite relasjon til. Noe så enkelt som et navngivende begrep for en art biller (*carabidae*) vil være et begrep de fleste elever har null relasjon til, men er på første nivå av taksonomien – som et navngivende begrep (Wellington & Osborne, 2001).

Lærerne som påpekte dette vektla var at disse begrepene ofte ble sett på som veldig irrelevante og fjerne fra elevenes hverdag. Dette kan settes i sammenheng med den kontrastens om finnes mellom hverdagspråk og fagspråk og utfordringene som følger med dette (Gee, 2005). Betelgeuse påpeker at dette kan gjøre noe med motivasjonen til elevene, og Proxima Centauri forteller at dette gjør arbeidet vanskelig for elevene å følge med på. For å løse dette jobber flere av lærerne med å skaffe «knagger» som elevene skal kunne koble opp fagbegrepene med. Dette har bred støtte i konstruktivistisk teori (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004).

Dette vil også ha sammenheng med mange av lærernes erfaringer med at mange elever mangler kunnskap fra grunnskolen. Lærerne forklarer at de derfor er nødt til å bruke mye tid på å bygge opp et begrepsapparat elevene så kan bruke til å bygge opp kunnskapen som i pensumet de faktisk blir undervist i. Dette kan også argumenteres for med det konstruktivistiske argumentet om at alt en lærer må knyttes opp til noe en allerede kjenner til (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004). Det er tydelig at lærerne i dette studiet ser på konstruksjon av kunnskap som svært sentralt for læring – om ikke det hadde vært tilfelle hadde det ikke vært like problematisk at elevene manglet kunnskaper fra tidligere skolegang.

I tillegg vil jeg også trekke fram Arcturus her. Han hadde erfaringer med at det ofte dukket opp begreper i undervisningen som ikke er fagbegreper, men allikevel er utfordrende for elevene. Disse funnene kan relateres til studiet til Cassels og Johnstone. Som Arcturus så de også at det var mange ord som elevene strevde med som ikke nødvendigvis var fagbegreper (Cassels & Johnstone, 1985). Denne typen ord vil gjerne være det som Barnes et al vil definere som *language of secondary education* (Barnes, Britton, & Rosen, 1969), eller «skolespråk» som det er oversatt til her. Som Arcturus, og sikkert flere med han, har erfart er ikke «skolespråket» en til en med hverdagspråket – eller hverdagsdiskursen – til elevene

(Gee, 2005). Det er dermed viktig for læreren å være klar over at det ikke bare er fagbegrepene som elevene kan streve med å forstå.

Procene har en interessant betraktning om verdien av relasjon og relevans til begrepene. Denne læreren har erfart at elevene takler temaer med abstrakt innhold bedre dersom fagstoffet er mer relevant og dermed mer engasjerende. Eksempelet til Procene gikk på at elevene fant arv bioteknologi lettere å relatere seg til enn redokskjemien fordi elevene fant det første adskillig mer interessant og relevant enn det siste. Dette kan også settes i sammenheng med at elever har lettere for å lære stoff de kan relatere seg til (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004), (Wellington & Osborne, 2001). Det er også mulig å strekke akkurat dette tilbake til Vygotskys tanker om begrepsbygging: når elevene arbeider innen arv og bioteknologi er det i mye større grad mulig å knytte dette opp til begreper og eksempler fra dagliglivet, og elevene har derfor et mye større begrepsapparat de kan utnytte seg av når de skal lære seg de nye og mer abstrakte begrepene som dukker opp i arbeidet med bioteknologien. De har ordene og dermed språket som kreves til å kunne konstruere nye begreper (Vygotsky, 1962).

Problematiske hverdagsforestillinger

Datamaterialet trekker også fram begreper fra hverdagspråket som får en annen funksjon i naturvitenskapen som krevende. Som et eksempel på et slik begrep bruker Betelgeuse «energi». At dette kan være ekstra krevende er også noe vi ser i teorien (Wellington & Osborne, 2001), (Cassels & Johnson, 1985). Som vi så i resultatene har også noen av informantene forklaringer på hvorfor hverdagsforestillingene er problematiske. For eksempel forklares det at det blir utfordrende å lære om konseptene i naturfag når de allerede har hverdagslige konsepter knytte til disse. Dette er noe vi også ser innenfor teorien innenfor blant annet Meyerson et als arbeid med slike begreper (Meyerson, Ford, & Jones, 1991).

Det er ikke alle lærerne som mener at denne typen begreper er krevende. Arcturus og Procene mener det ikke er særlige utfordringer knyttet direkte til denne typen begreper.

Tydlig presisering er det som skal til. Dette samsvarer også med hvordan teorien forklarer at en lærer bør arbeide med disse begrepene (Cassels & Johnson, 1985), (Meyerson, Ford, & Jones, 1991). At presisering av begreper er viktige påpekes også av lærere som Mizar og Betelgeuse at det må til for å få disse begrepene til å sitte. Arbeidsformen blir deretter det samme selv om de betrakter denne typen begreper ulikt. Denne differansen i begrepsbetraktning gav heller ikke utslag i testresultatene.

Det kommer også fram ulike tilnærminger til hvordan en kan arbeide med denne typen begreper, særlig to av informantene trekker fram presisering som en viktig strategi. De legger ansvaret på læreren at denne må presisere begrepene og hva de betyr innenfor naturfag og hvordan dette er forskjellig fra hverdagsbruken. Den teorien som er trukket fram i denne undersøkelsen forteller også at slik presisering av fagstoff er lærerens ansvar (Cassels & Johnson, 1985), (Meyerson, Ford, & Jones, 1991). Ut ifra sammenlikningen mellom teori og resultater vil det være rimelig å anta at denne undersøkelsen vil underbygge at tydelig presisering av begreper med flere betydninger er viktig for begrepslæringen. Presist hvordan dette bør gjøres best kan være en tanke for videre arbeid.

Sammensatte begreper

Det siste aspektet av begreper som kan trekkes ut av denne undersøkelsens resultater omhandler sammensatte begreper. Definert i denne oppgaven er dette begreper som er satt sammen av flere begreper – som eksempelet absorpsjonsspekter trukket fram av Arcturus. Å argumentere for at disse begrepene er krevende er også mulig via teorien. Det er flere av lærerne som trekker fram dette som krevende. Både Arcturus, Proxima Centauri og Betelgeuse nevner sammensatte begreper som spesielt krevende. For å forklare hvorfor disse begrepene er krevende kan vi igjen knytte det opp mot Vygotskys forståelse av hvordan konsepter formes (Vygotsky, 1962). Når det krever at det er nødvendig å kjenne til underliggende konsepter for å forstå ordene blir hovedkonseptet mer utilgjengelig om vi støtter oss på Vygotsky. Dette kan trekkes sammen med at lærerne trakk fram at disse begrepene var krevende fordi de krevde forkunnskaper de erfarte at eleven manglet.

Som Arcturus forklarer er mye av det som gjør sammensatte begreper krevende er at de også kan ha karakteristikk som abstrakthet og krevende å relatere seg til. Disse egenskapene har allerede blitt diskutert i sine respektive delkapitler, men sammensatte begreper kan også sies å ha en særegen vanskelighet ved seg som kan forklare hvorfor flere av lærerne trekker frem disse på egenhånd. Sammensatte begreper inneholder logiske sammenhenger (Gardener, 1977). Gardener oppdaget at elever kunne streve med bindeord i setninger, inferens. Sammensatte ord fungerer på en liknende måte: for å kunne fatte et sammensatt begrep må man kunne se logikken i sammenhengen mellom de to begrepene som blir satt sammen. Denne tankegangen lener seg riktignok litt på spekulering, ettersom denne typen sammenhenger ikke ble trukket fram av Gardeners studier. Det blir dermed umulig å trekke en slutning ut ifra dette, men om det er sammenhenger mellom Gardeners *logical connectivities* og sammensetningen av begreper i naturfag kan være en mulig vei videre for fortsettende forskning på begreper.

Begreper oppsummert

Innenfor forskningsspørsmålet «hva definerer lærere som vanskelig innenfor naturfag» har nå alle resultatene fra undersøkelsen blitt trukket fram og sett på i forhold til teorien. Vi har her sett at de utfordringene som møter undersøkelsens informanter i undervisningshverdagen reflekteres tydelig i oppgavens teoretiske grunnlag. Dette til tross for at mange av undersøkelsene som den tidligere teorien baserer seg på både er relativt gamle og er gjort for elever som ofte er yngre enn elevene som disse informantene underviser. Arbeid som det kan være vært å undersøke videre ville i forhold til dette vil være andre undersøkelser som ser på hvordan elever på dette alderstrinnet forholder seg til konsepter. Dette kan også være en mulig vei til videre undersøkelser.

5.3 Hvilken metodikk bruker lærere i begrepslæring?

Ut fra resultatene og analysen var det mulig å se at lærerne har et varierende syn på hvordan det skal arbeides med begreper i naturfag. Det har dukket opp ulike syn på metodikk, men det finnes også en del likheter i hvordan de ulike lærerne behandler denne problemstillingen. Her vil de sees på hvor de ulike tilnærmingene står i forhold til teorien.

Modeller

Vi har sett i resultatene at det er mange av lærerne som legger vekt på modeller som viktige innen naturfagundervisning. At modeller er sentrale innenfor naturfag har de også godt teoretisk belegg for (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019) (Glibert & Boulter, 2000). Ut fra dataene kan det tolkes at det Lærerne ser på som modeller innenfor naturfag ikke favner like vidt som modeller defineres i den del av faglitteraturen. Når lærerne nevner eller mener de bruker modeller i undervisning er det med referanse til konkrete og visuelle modeller. Denne typen modeller trekkes fram som nyttige for begrepslæring, særlig i form av konkrete (Glibert & Boulter, 2000). Dette har også støtte i teorien: Modeller er nyttige verktøy til å overføre kunnskap og et godt kognitivt verktøy for utvikling (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019).

Det er varierende hvor stor grad lærerne vektlegger modeller i begrepslæringen. Noen trekker fram konkrete og animasjoner som nyttige for begrepslæring, mens andre nevner det knapt. Dette kan settes opp mot mye teori som setter modellering som sentralt i naturfag (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019), (Glibert & Boulter, 2000), (Wellington & Osborne, 2001). Det er mulig at lærerne her ikke bruker samme definisjon på modeller som teorien. Når lærerne refererer til modeller er det alltid til konkrete modeller, som kulepinnemodeller, eller visuelle modeller som avbildninger i bøker.

Flere lærere, som Proxima Centauri og Mizar trekker fram nytten av konkrete modeller, og disse Bruker også konkrete modeller, både i form av gjenstander (som en rusten boks) og i form av kulepinnemodeller, i den undervisningen som ble observert. Informantene som trekker fram dette som en godt støtte til begrepsforståelse. Dette kan trekkes fram som eksempler på bruk av konkrete modeller. Videre er arbeidet et eksempel der elevene bruker modellene til å løse en oppgave. Modellen blir da ikke læringsmålet i seg selv men blir brukt som verktøy i læringsprosessen. Det kan argumenteres for at dette er en form for modelleringskompetanse (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019).

En annen tilnærming til modeller omhandler at elevene må konstruere modellene selv. Fra resultatene kan vi se at dette er metodikk noen av lærerne utnytter seg av, men i ulik grad. Tegning trekkes fram av mange av informantene, men det kan virke som det er mer brukt for å hjelpe elevene å huske begreper, som i Procene sin fortelling om den dyslektiske eleven eller Arcturus metodikk med å «*få de til å tegne*». På en side kan dette argumenteres for at er en form for *kopiering*, og dermed lite hensiktsmessig (Wellington & Osborne, 2001). Men det kan også argumenteres for at dette er metodikk som lar elevene arbeide med det abstrakte materialet ved hjelp av flere representasjonsformer. Her vil den visuelle formen for representasjon i tegningen kunne komplimentere de rent semantiske representasjonene i fagtekst, noe som vil være nyttig for læring (Øzek, 2009).

Konstruksjon av egne modeller, forstått som at elevene ikke kopierer modeller fra fagbøker, trekkes fram av Proxima Centauri. Konstruksjon av egne modeller er en prosess som skal hjelpe elevene med å få forståelse for faget. Dette kan igjen sees på som en metode for å arbeide for modelleringskompetanse (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019). Det mest praktiske eksempelet på slik metodikk var bruk av tegninger for modellering. Her var det ikke bare hensiktsmessig at elevene skulle kunne kopiere modellen, men også klare å sette denne sammen. Dette vil kreve en høyere grad av modelleringskompetanse en bare å kunne kopiere modellen for deg (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019).

Tegning som arbeidsmetode innenfor begreper trekkes også fram i sammenheng med at mange av lærerne var opptatt av å arbeide utfra flere representasjonsformer. Tanken om at ulike elever lærer på ulikt vis, og at ulike representasjonsformer er nyttige verktøy i undervisning dukker også opp i teorien (Wellington & Osborne, 2001), (Kuipers, Viechnicki, Massoud, & Wright, 2008), (Øzek, 2009).

Skriftlig arbeid

Skriftlig arbeid utnyttet av alle lærerne i studiet, men med noe variasjon i forhold til metodikken som utnyttet. Det kan argumenteres for at det finnes en viss likhet mellom hvordan mange av de tilnærmer seg det skriftlige arbeidet. Enten det er kriterieark eller repetisjonsoppgaver i hefte har de ofte et visst innslag av «kopiering». Som presentert i

teorien er kopiering en svært vanlig form for skriving naturfagundervisning, men trekkes og fram som en av de minst effektive måtene å arbeide skriftlig på (Wellington & Osborne, 2001). Det kan stilles spørsmål om denne typen aktivitet er det som er mest egnet til å lære elevene *literacy* innenfor naturvitenskap (Norris & Phillips, 2003).

Det kan med fordel nevnes at en av lærerne trekker fram skriving som et nyttig verktøy for å jobbe med ulike representasjonsformer. Dette har igjen støtte i teorien fra flere hold. (Wellington & Osborne, 2001), (Kuipers, Viechnicki, Massoud, & Wright, 2008).

Skriftlig arbeid som representasjonsform kan allikevel sees på i sammenheng med Øzeks (2009) modell. For eksempel Procene trekker fram skriftlig arbeid som en arbeidsform som resonnerer godt med enkelte elever. Dette kan tyde på at dette er elever som har gode evner til å takle det mer abstrakte som ligger i de semantiske representasjonsformene, og det kan tenkes at en lærer bør være varsom om skriftlige representasjonsformer brukes som «variasjon» for elever som ikke takler den graden av abstraksjon (Øzek, 2009).

I det store og det hele virker det skriftlige arbeidet som lærerne trekker fram virker stort sett som et verktøy for repetisjon og innlæring av begrepsbetydninger, og ikke som et verktøy for å arbeide med forståelse eller *literacy*. Det tolkes slik ettersom oppgavearbeidet lærerne utnytter og trekker fram brukes til å repetere begreper, og ikke som arbeidsoppgaver for øve de i sjangerskriving innenfor naturfag, som vil være arbeid mer rettet mot *literacy* (Norris & Phillips, 2003).

Muntlig arbeid

Ut fra dataene kan vi se at informantene vektlegger muntlig arbeid i undervisningen noe forskjellig, særlig er det en informant som ikke vektlegger muntlighet i det hele tatt. I den observerte undervisningen var dominert av initiering, respons og (Coulthard & Sinclair, 1992). Dette studiet vil da være et av flere som bekrefter IRF-modellen som gjeldende i klasserommene. Dette trekkes ikke fram som noe negativt ved undervisningen. Det er grunn til å tro at det er en hensiktsmessig metode siden den er så dominerende i klasserommene (Coulthard & Sinclair, 1992).

Mer av interesse er det å se på hvordan de ulike lærerne ser på muntlig arbeid utenom den typiske tavleundervisningen. Alle lærerne er opptatt av at elevene skal få et språklig eierskap til begrepene. Dette ser vi fra at flere av de argumenterer for at den kompetansen elevene skal ha går ut på å bruke det naturfaglige språket i muntlige sammenhenger som diskusjon og forklaring. Som Proxima Centauri sier: «*de skal bli gode til å forklare disse begrepene*». Å bygge opp begrepsforståelse muntlig er også noe som har grunnlag i teorien (Wellington & Osborne, 2001), og en forklaring på hvordan begreper konstrueres ved hjelp av språk er også beskrevet i teoridelen (Vygotsky, 1962). Muntlig arbeid i naturfag kan være så mye mer enn den vanlige klassesamtalen og det er også noe lærerne var opptatt av.

En arbeidsform som var ment til å fremme denne typen arbeid var «alias», som både Proxima Centauri og Procene utnyttet seg av. Både Betelgeuse, Mizar, Procene og Arcturus viser at elevene må forklare fenomener på egenhånd, enten om det er med oppgaver der de forklarer til hverandre eller så enkelt som at læreren går rundt og spør. Denne typen muntlige forklaringer kommer til å gå godt overens med målet om at elevene skal utnytte seg av naturfaglig språk, og vil være en måte å trene elevene på å forklare naturfaglige fenomener, som igjen henger sammen med *scientific literacy* (Kjernsli, S, Olsen, & Roe, 2007). Et innspill fra Betelgeuse som jeg vil trekke fram her, er hvordan muntlig arbeid skal «*aktivere en helt annen del av den kognitive kapasiteten*». Spesielt dette kan settes i sammenheng med hvordan Vygotsky forklarer bruk av ord som verktøy for å forme konsepter (Vygotsky, 1962).

Det bør også trekkes fram at flere av lærerne fokuserer på at elevene skal være i stand til å bruke begrepene fra faget. Dette vil være en måte å arbeide for kompetanse da å kunne bruke kunnskap til å argumentere og resonere viser en mye større forståelse enn å bare reprodusere den (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004). Igjen trekkes det også fram viktigheten av å variere de ulike representasjonsformene brukt og da muntlig arbeid som en av disse representasjonsformene (Wellington & Osborne, 2001), (Kuipers, Viechnicki, Massoud, & Wright, 2008). Muntlig arbeid står litt på siden av Øzeks modell da denne ikke skaper noen distinksjon mellom talt språk og skrevet språk, og ikke hvem som taler. Det muntlige arbeidet som beskrives av lærerne går også mye på hvordan elevene selv bruker

begrepene. Øzeks modell fokuserer derimot primært på hvordan språk og begreper presenteres til eleven (Øzek, 2009).

Vi ser her at det muntlige arbeidet ofte domineres av tavleundervisning med initiering – respons – forklaring, men at lærerne i denne undersøkelsen også har mange refleksjoner rundt muntlig arbeid som ligger nærmere hva teorien refererer til som godt arbeid. Vi ser her noe dissonans mellom hvordan lærerne underviser og hva de forklarer i intervjuer. Mer observasjon ville vært viktig om en ønsker å finne ut om det er en sammenheng mellom hva de sier og hva de gjør

Lærers forklaringer

Som observert i resultatene gikk mye av begrepsarbeidet i den observerte undervisningen ut på at læreren forklarer flesteparten av begrepene som trekkes fra i løpet av øktene. Dette har vært undervisning som har fulgt et tydelig «initiering – respons – forklaring» mønster (Coulthard & Sinclair, 1992). Det er allikevel litt å snakke om vedrørende lærerforklaringer utenom dette.

Mizar så vi var opptatt av at lærerforklaringer måtte varieres ettersom elevene ofte trengte forklaringer tilpasset enkeltelever. Dette kan settes i sammenheng med konstruktivistisk teori: ny kunnskap må alltid bygges på hva eleven allerede kan (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004). Videre er elevens inngang til det akademiske språket via egne erfaringer (Gee, 2005). Videre kan det og settes opp mot det språket som ofte brukes i undervisning – en blanding av *skolespråk* og definert eller ikke definert *spesialistspråk* som er krevende for elevene (Barnes, Britton, & Rosen, 1969). Jeg velger her også å trekke fram eksempelet der Mizar trekker fram en elevforklaring som er tilpasset til hvordan denne eleven føler seg. Selv om dette neppe er gjort bevisst utfra teorien så kan en her se et eksempel på hvordan en kan knytte naturfaget til elevenes hverdagsvirkelighet. Dette ligger mer på linje med narrativ tenkning, noe som ellers ikke dukker opp mye i disse dataene (Hadzigeorgiou & Schultz, 2019), (Bruner, 1986).

Flere av informantene trakk også fram at det var utfordrende med elever som ikke hadde kunnskapene en kunne forvente fra ungdomskolen, og at dette gjorde undervisning utfordrende da mye av pensum bygget på at elevene allerede hadde kunnskaper i faget. En kan argumentere for dette ved igjen å ta støtte i konstruktivistisk teori. Kunnskap må konstrueres fra tidligere kunnskap, og at det blir svært krevende om en ikke har et grunnlag å bygge denne kunnskapen på (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004). Forklaringen om at en lett kan snakke «over hodene» på elevene om en ikke tar hensyn til dette kan også være relevant å trekke fram.

At mange av lærerne så på det som utfordrende at elevene manglet kunnskaper gjorde også at lærerne tilpasset undervisning og forklaringer til akkurat dette. Ut ifra observasjonsarbeid ble det tydelig hvordan informantene tok seg tid til å repetere og forklare begreper, og Procene forklarte hvordan erfaringene hadde vært når dette ikke ble tatt hensyn til. At det er viktig for læreren å være klar over hvilken type teori som forklares i undervisningen har vi også sett i teori (Barnes, Britton, & Rosen, 1969). Ved å ha kunnskap om og oversikt over hvilke fagbegreper som elevene ikke kjenner til viser lærerne også at de vil ta kontroll over hvor mye av forklaringer og undervisning som er spesialistspråk som ikke blir forklart.

Noen av lærerne utnyttet seg av notering sammen med eleven i lærerforklaringen sine. Akkurat denne metodikken er mer tydelig beskrevet i kapittelet om skriftlig arbeid. Spørsmålet igjen er hvorvidt dette også kan være en form for *kopiering*, trukket fram som særlig lite effektivt (Wellington & Osborne, 2001). Allikevel kan det også trekkes fram som en metode der elevene lærer seg å bruke naturfaglige begreper, og en måte å arbeide med skriving i naturfag via perspektivet til den kompetente læreren (Gee, 2005). Hvordan dette gjennomføres og hvilken innsats den lærende selv legger i dette vil muligens ha innvirkning på hvordan dette fungerer for læringen.

Et siste hjelpemiddel for å underbygge forklaringer fra lærerne i denne undersøkelsen er Arcturus huskereglene. Hvordan disse huskereglene fungerer vil kunne forklares i forhold til representasjonsformene til Øzek. Vi har et eksempel på en symbolsk representasjon, der språk forklares med språk. Her er abstraksjonsnivået høyt, så som metode får den ikke benyttet seg av lavere abstraksjonsnivåer (Øzek, 2009), men måten slike huskereglene ofte

relaterer begrepene til andre konsepter og begreper som vil være mer kjente for elever, som konkav til «cave» og så hule, kan være med på å hjelpe elevene med å relatere nye begreper til gammel kunnskap. Som ofte nevnt er dette en hjørnestein for læring (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004).

Metoder oppsummert

Innenfor dette første forskningsspørsmålet «variasjon i metoder: hvordan arbeides det for begrepsforståelse i naturfag?» kunne vi se at informantene hadde en del variasjon i hvordan de arbeidet med begreper i naturfag, men allikevel var det en del felles faktorer som kunne trekkes fram. For denne oppsummeringens del vil jeg trekke fram hva som er de mest sentrale funnene.

Det første jeg vil trekke fram er hvor «tradisjonell» mye av den observerte undervisningen var. Også dette arbeidet vil igjen bekrefte «initiering-respons-feedback» modellen som nærmer seg et halvt århundre gammel (Coulthard & Sinclair, 1992). Det kan også trekkes fram at informantene også trakk fram mye metodikk som resonerer godt med mye teori innenfor feltet. Mer observasjon ville vært nyttig om en ønsket å se hvordan dette ble utført i praksis.

Noe som omtrent ikke har dukket opp i resultatene er arbeidsmetoder som benytter seg mer av narrativ tenkning (Hadzigeorgiou & Schultz, 2019), (Bruner, 1986). Det kan da konkluderes med at informantene her ikke er kjent med denne typen metodikk. Et videre arbeid som kan foreslås av dette er å se nærmere på hvordan narrativ tenkning brukes eller kan nyttiggjøres i skolen.

5.4 Hva er elevens rolle i begrepslæring?

En av de mer uventede funnene i undersøkelsen gikk på hvor mye repetisjonsarbeid, slikt som repetisjonsoppgaver etter tekstarbeid eller å fylle inn en ferdig definisjon på et begrepsark, ble brukt – og mer hvordan flere av informantene argumenterte for nytten av denne typen arbeid. Igjen vil denne delen speile resultatene og først diskuteres resultatene

over hvordan de intervjuede lærerne mente elevene burde arbeide med begreper. Etter dette diskuteres kort pugging og overflate læring i forhold til data og teori før det hele oppsummeres.

Hvordan bør elevene arbeide med begreper?

Dette punktet omhandler hvordan lærerne mente elevene selv bør arbeide med fagstoff for å tilegne seg begrepskunnskap. Hvordan lærerne selv arbeider med dette har vi allerede sett på under det første forskningsspørsmålet. Den viktigste felles faktoren var at samtlige var veldig opptatt av at elevene måtte arbeide på egenhånd om de skulle mestre fagbegrepene – og videre det naturfaglige språket. Fagord og begreper sees på som viktig for å kunne snakke naturfag og beherske fagspråket. Grunnleggende fagkunnskaper, som kunnskap om begreper, må også til for at elevene skal kunne beherske faget (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004). Der de ikke er like samstemte derimot går på hvordan de mener elevene skal arbeide med fagstoffet. Mizar, Betelgeuse og Proxima Centauri nevner eller trekker fram pugging eller pugge-lignende arbeidsformer. Arcturus og Procene forholder seg heller til andre arbeidsformer. Ingen av lærerne, heller ikke de som trekker frem mer «pugge-lignende» arbeidsformer mener at dette er nok for å bygge forståelse. Alle lærerne har samme mål: at elevene skal kunne beherske naturfag med en forståelse som gjør at de kan snakke og Jeg tar for meg diskusjonen vedrørende pugging i neste del. Først er det nyttig å se litt på hvilke arbeidsformer lærerne foretrekker.

For å bygge forståelse definerer ingen av lærerne pugging av definisjoner og begreper som nok. Alle lærerne er samstemte i at elevene også må bruke disse. Det som det derimot var ulikhet i er hva ulike informantene legger i dette. Fellesnevneren først: alle lærerne ønsker at elevene skal kunne tilegne seg språket som brukes innen fagdisiplinen de føres inn i (Gee, 2005). Om dette er innenfor en skriftlig diskurs eller en muntlig en varierer mellom informantene. Mizar virker som har et hovedfokus på å beherske språket i et skriftlig arbeid. Dette kan tenkes på som et verktøy for å utvikle *literacy* (Norris & Phillips, 2003). Proxima Centari trekker heller frem at elevene skal bruke begrepene – «*tenke på dette til daglig*». Dette kan tolkes som en muntlig prosess, og at Proxima Centaur ser på muntlig bruk av språk for å utvikle språket, noe vi også har sett i teorien (Wellington & Osborne, 2001).

Betelgeuse og Procene er opptatt av at elevene må arbeide etter metoder som fungerer for eleven selv. At arbeid med ulike representasjonsformer er viktige for eleven er også noe vi har sett i teorien, både når det gjelder begreper (Øzek, 2009) og fagstoffet mer generelt (Wellington & Osborne, 2001), (Kuipers, Viechnicki, Massoud, & Wright, 2008). Spørsmålet som kan stilles her er hvorvidt elevene er klar over hvilke arbeidsformer som fungerer best for disse. Som Procene forklarer via eksempelet ved en dyslektisk elev kan det virke som det ikke alltid er slik at elevene selv vet hvilken arbeidsform som er mest vellykket for dem selv. Arcturus fokuserer på at elevene må arbeide muntlig, helt konkret må de øve på å snakke naturfag, som også betyr at de må øve og diskutere med hverandre. Denne måten å arbeide på er svært lik den vi ser anbefalt i flere deler av litteraturen (Wellington & Osborne, 2001).

Oppsummert er alle lærerne opptatt av forståelse, men det finnes en del variasjon i hvordan lærerne mener at elevene skal arbeide for å komme dit. Muntlig egenarbeid ser allikevel ut til å være den arbeidsformen som flest av lærerne mener er nyttige for god begrepsbeherskelse, noe det er god støtte for teoretisk (Wellington & Osborne, 2001).

Pugging?

Når man arbeider med begreper i naturfag er det kanskje ikke så merkelig at pugging kommer opp som tema. Som et språkfag er det veldig mange av disse begrepene som kreves for å kunne beherske faget, og ikke overraskende dukker pugging også opp her. Men det gjelder ikke hos alle informantene: bare tre av disse, Betelgeuse, Mizar og Proxima Centauri.

Siden pugging trekkes fram av de flest informantene kan det stilles spørsmål om hvilken hensikt dette har for læring. I hovedsak er puggingen en måte å lære seg fagstoffet på. Dette kan settes opp imot teorien: om denne puggingen eksempelvis går ut på kopiering av lærestoff fra tekst til oppgavesvar, slik vi ser i repetisjonsoppgavene fra observasjonen, kan vi argumentere for at den er ineffektiv (Wellington & Osborne, 2001). Om vi aksepterer teorien om at all læring må bygges på tidligere kunnskap (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004) kan vi se at elever fint kan klare å gjennomføre slike aktiviteter uten å knytte disse til

tidligere kunnskaper. Et eksempel på dette ble demonstrert i teoridelen ved diktet «Jabberwocky» av Lewis Carroll (1871): hvordan vi fortsatt var i stand til å svare på spørsmål om hva som skjer i diktet uten å vite noen ting om hva og hvem som befinner seg i det (Wellington & Osborne, 2001). Allikevel kan vi ikke skyve vekk nytten av repeterende arbeid brukt på en ettertenksom måte, da det uansett er behov for at elevene lærer seg grunnkunnskapene for å kunne bruke de i en kontekst (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004).

Oppsummering

Som denne undersøkelsen viser er det fortsatt plass til pugging innen videregående skole. Det er allikevel mulig å diskutere hvorvidt den puggingen som denne undersøkelsen trekker fram er negativ eller ikke, da konteksten denne brukes i kan argumenteres for. Alle informantene i denne undersøkelsen var opptatt av at elevene skulle bruke kunnskapene og sette disse i en sammenheng.

5.5 Hvordan kobler elever begreper og modeller?

For denne undersøkelsen var det i hovedsak til hensikt å arbeide med lærerens arbeid med modeller. For å kunne sette dette arbeidet i perspektiv har det blitt utnyttet metodetriangulering som også har inneholdt testing av informantenes elever. Hensikten med dette har i blitt utdypet innenfor methodedelen, og som forklart der var det til tider krevende å se sammenhenger mellom elevgrupper og hvilke lærere de hadde. Ut fra disse resultatene er det allikevel noe som kan trekkes ut som er av interesse for undersøkelsen. Disse fenomenene dukker opp i alle gruppene og blir vanskelig å knytte til en bestemt lærers metodikk, men kan gi litt innsikt i hvordan elever tilnærmer seg abstrakte begreper.

Ut ifra resultatene så vi at det var svært vanlig at en del av elevene beskrev modeller de ikke husket teorigrunnet for visuelt. Dette vil være et eksempel på at elevene husker selve modellen, men ikke har klart å koble den til naturvitenskapen den beskriver – noe som kan beskrives som manglende modelleringskompetanse (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019). Det bør allikevel trekkes fram at disse elevene husker selve modellen – som er bedre enn å huske ingenting. I hovedsak mangler vi her begrepene som de godt kan ha glemt

navnene på. Formasjonen av mentale modeller – selv om de ikke har full kontroll på hverken hva de representerer eller inneholder – kan sies å være et steg på vei mot å lære naturvitenskap (Glibert & Boulter, 2000). Dette kan muligens også knyttes opp mot Øzeks modell der disse elevene har en visuell forståelse av modellen, men ikke den semantiske forståelsen som testen var ute etter (Øzek, 2009). Og det kan også settes opp imot logiske sammenhenger (Gardener, 1977). Dersom elevene ikke klarer å skjelne mellom steiner og kuler – og en modell som beskriver atomer er det tydelig at eleven ikke har en klar forståelse av hva modellen faktisk beskriver.

Den andre observasjonen jeg har valgt å trekke fram fra disse testene er at mange elever har en tendens til å huske modellene godt, men tolker ordene som brukes bokstavelig. Dette henger sammen med utfordringer rundt begreper som får en annen betydning i faglig sammenheng, noe som ofte trekkes fram som krevende (Wellington & Osborne, 2001), (Cassels & Johnson, 1985), (Meyerson, Ford, & Jones, 1991). Forskjellen mellom disse elevene og de som bare husket modellen men ikke begrepene behøver ikke å være så stor: ingen av de kan sies at de forstår modellen de refererer til fullt ut (det er hverken skall eller planetbaner i atomer). Det er igjen her en vil kunne spørre etter modelleringskompetanse (Krüger, zu Belzen, & van Driel, 2019). Kan disse elevene koble sin forståelse av modellen de beskriver til vitenskapelige prosesser, eller er det bare noen ord knyttet til en abstrakt figur? Dette kan være et spørsmål å stille seg for læreren som vil vurdere dette. Den første gruppen som ikke husker begrepene vil ofte bli vurdert mye lavere enn de som husker begrepene, men om det er kompetanse i naturvitenskap er ute etter kan det lønne seg å teste de på mer enn bare hukommelse.

Den var allikevel noen forskjeller på hvordan elevene håndterte dette ut fra de forskjellige gruppene. Særlig i gruppen til Arcturus var det mange elever som viste at de var klar over at modellene ikke representerte realitetene, og det samme var også i mindre grad til stede hos Proxima Centauri. Dette kan tyde på at disse lærerne har vært ekstra bevisste på å forklare hensikten med begrepene og modellene som henger ved. Slik varsomhet påpekes som viktig i flere deler av teorien, (Wellington & Osborne, 2001).

Oppsummert kan vi se at resultatene kan gi oss litt innsikt i hvordan disse elevene forholder seg til abstrakte begreper og deres modeller. I denne undersøkelsen ser vi at mange husker de visuelle delene av en modell uten å kunne fagbegrepene. Videre så vi også at flere elever tolker begreper i modeller med en hverdagslig tolkning som ikke går overens med hva modellen egentlig beskriver. Arbeid med forståelse og modelleringskompetanse vil være en mulig vei å gå for å motarbeide slike misforståelser.

6. Avslutning

Hensikten med oppgaven var å lære om hvordan lærere arbeider med begreper i naturfag. Dette ble undersøkt ved en kvalitativ studie som benyttet seg av metodetriangulering der både intervju, observasjon og pre og posttester ble benyttet. Resultatene ble så drøftet i forhold til teori og litteratur.

6.1 Oppsummering

Undersøkelsen har vært designet for å gi innblikk i hvordan lærere arbeider med begreper. Ut fra denne hensikten ble det utformet fem forskningsspørsmål, og ut fra disse fem forskningsspørsmålene har resultatene fra undersøkelsen blitt analysert og drøftet. Her vil jeg kort oppsummere de viktigste funnene fra forskningsspørsmålene.

1. Hvilken metodikk bruker lærere i begrepslæring?

I studiet ble det observert at det fantes noen generelle tendenser i hvordan det arbeides med begreper i naturfag. I omtrent all undervisningen ble det utnyttet initiering – respons – feedback (Coulthard & Sinclair, 1992) og skriftlig oppgavearbeid, kun en av lærerne utnyttet seg av muntlige diskusjonsaktiviteter. I intervjuene ble allikevel muntlig aktivitet satt høyt, og det var evne til å beherske begrepene som en del av språket som ble sett på som det største tegnet på kompetanse. Dette var felles mellom alle lærerne og stemmer godt med litteraturen (Wellington & Osborne, 2001).

2. Hvordan kobler elever begreper og modeller?

Undersøkelsen fikk også mer uventede funn i forhold til elever og begrepslæring. I besvarelsene som elevene leverte fantes det trender i hvordan elever tolket modellene som tilhører begrepene i faglitteraturen. Det viste seg at mange elever som ikke husket begrepene i modellen husket bildet av selve modellen. Elevene beskrev gjerne den visuelle modellen uten fagbegrepene. Elevene viste også at de gjerne tolker begreper brukt i en abstrakt modell mer bokstavelig enn de er ment. Eksempelet som kom oftest fram var begrepet «skall», som mange elever beskrev bokstavelig. Dette var til en viss grad mulig å knytte opp mot undervisningen ettersom lærere som hadde hatt et større fokus på dette aspektet ved begrepene også fikk færre slike forklaringer.

3. Hva definerer lærerne som vanskelige begreper?

Funnene her indikerte at lærerne hadde mye til felles med hverandre og med litteraturen når det gjaldt hvilke begreper de mente var krevende. Abstrakte begreper ble sett på som krevende, men enda mer var utfordringen med begreper som elevene manglet relasjon til. At elevene manglet relasjon til stoffet ble også mye brukt til å forklare hvorfor elevene fant begrepene krevende. Andre faktorer som påvirket hvorfor begreper var krevende i naturfag var antallet begreper og at begreper kunne ha vanskelige forklaringer. Lærerne hadde mange tanker om hvilke typer begreper som var krevende, og også noen tanker om hvorfor de var det. Dette var mulig å reflektere på i forhold til litteraturen, da de samme faktorene som dukket opp hos lærerne også var å finne i litteraturen (Cassels & Johnsonsone, 1985), (Coulter, 2012), (Meyerson, Ford, & Jones, 1991), (Wellington & Osborne, 2001).

4. Hva er elevens rolle i begrepslæring?

Læring er som kjent en prosess som skjer hos den lærende (Vygotsky, 1962), (Brandsford, Brown, & Cocking, 2004) og dette blir naturligvis noe som en lærer også må tenke over. Her fantes det noe variasjon blant lærerne, men noen trender var tydelige. Flere av informantene mente at elevene selv måtte finne ut hvordan de selv ville arbeide, men de hadde også innspill til hvordan. Pugging ble sett på som effektivt for å lære seg begreper av flere av dem, men ingen så på slik læring som forståelse. Forståelse ble sett på som evne til å bruke fagbegrepene til å kommunisere faglig, særlig i en muntlig kontekst. Pugging kunne da være en måte for å lære seg å huske fagbegreper, men to av informantene var mer opptatt av muntlig arbeid for å huske.

5. Hvordan ser lærerne på sammenhengen mellom naturfag og fagbegreper?

Et noe kortere forskningsspørsmål, men et viktig ett. Fagbegreper har som kjent en viktig rolle innen vitenskapen (Chalmers, 2013), (Reeves, 2005) men det var ikke sikkert at alle lærerne så på fagbegrepene på denne måten. Dette arbeidet viste at hos disse lærerne var det en god del variasjon i hvordan de så på begrepene. De kan deles i to kategorier: de som så på fagbegreper som et verktøy for å håndtere vitenskap og de som så på fagbegreper som en pedagogisk utfordring som en måte hjelpe elevene til å komme over. Tanken bak dette

var å se på hvorvidt dette ville ha effekt på hvordan lærerne underviste, men ut fra denne undersøkelsen var det ikke noe som tydet på at det var sammenheng mellom syn på begreper og undervisningsmetodikk.

Forskningsspørsmålene oppsummert

Sammenlagt gir undersøkelsens resultater et sammensatt bilde av hvordan disse lærerne arbeider med begreper i skolen og hvilke utfordringer de har innenfor dette. Forståelse er målet for begrepsarbeidet. Det finnes variasjoner i hvordan de tilnærmer seg dette, særlig i forhold til pugging, men de er samstemte om hva som er målet. De har noe ulikt syn på fagbegrepenes funksjon, uten at det ser ut til å påvirke hvordan de arbeider didaktisk. Lærerne er også samstemte når det gjelder hva som gjør fagbegreper krevende. De mest sentrale faktorene er hvor abstrakte begrepene er og hvor vanskelige de er å relatere seg til. Undersøkelsen fikk også observert hvordan elever oppfatter forholdet mellom begreper og modeller, der det visuelle bildet av modellen var enklere å forholde seg til enn det abstrakte innholdet. Det ble også funnet indikatorer på at læreren kan påvirke dette i hvordan elevene har besvart tekstoppgavene i testene, men grunnlaget er for svakt til å fatte en konklusjon.

Alt i alt ha undersøkelsen gitt et helhetlig bilde av hvordan lærere arbeider med begreper innenfor naturfag på videregående skole.

6.2 Veien videre

Da denne undersøkelsen, en mastergrad, er skrevet over en begrenset mengde tid og med svært begrensede ressurser har den ikke muligheten til å studere alt. Den samme tematikken – hvordan arbeide med begreper i naturfag – kan med fordel undersøkes videre også på generell basis. For eksempel kunne det vært nyttig å utføre arbeid innenfor dette temaet i en større skala, både med antallet lærere og med en større geografisk dekning, for å kunne gi et mer helhetlig bilde over forholdene i skolen. Temaer som det kunne vært av interesse å vite mer om vil være hvilke metodikk som lærere utnytter seg av, og hvordan enda flere lærere tenker i forhold til dette.

Denne undersøkelsen hadde i hovedsak et fokus på hva lærerne hadde erfart var krevende for elevene når det gjaldt begreper. Det kunne også være av interesse å gjøre grundigere undersøkelser på dette, særlig i forhold til å se på elevenes egne opplevelser av dette. Oppgaven refererer allerede til en del studier gjort på dette feltet, men disse er gjort på yngre elever en de oppgaven har vært mest interessert i å undersøke.

Resultatene fra undersøkelsen viser også til noen mindre forventede resultater som det kunne være av interesse å se videre på. Blant annet var det at flere av informantene trakk uoppfordret fram at mange elever fant begreper i naturfag krevende ettersom de ikke hadde fått med seg kunnskap fra grunnskole. En undersøkelse som til en nærmere titt på hva elevene har igjen etter ti års skolegang vil muligens være av interesse for flere.

Funnene kan heller ikke si noe om hvilke undervisningsmetoder som er mest egnet for begrepslæring. Selv om det er noen indikasjoner på at noen av lærerne var mer vellykkede enn andre i datamaterialet er det alt for lite og faktorene alt for mange til at det kan settes en kausal sammenheng. Videre forskning på hvordan bedre formidle naturfaglig språk og begreper vil kunne være nyttig – både for lærer og elev.

Bibliografi

- Barnes, D., Britton, J., & Rosen, H. (1969). *Language, the learner and the school*. Harmondsworth: Penguin.
- Brandsford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2004). *How People Learn Brain mind experience and school*. Washington: National academy press.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006, Juli 21). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, ss. 77-101.
- Bruner, J. (1986). *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge: Harvard University Press.
- Carroll, L. (1871). *Through the Looking-Glass*.
- Cassels, J., & Johnson, A. (1985). *Words that matter in science: A report of a research exercise*. London: Royal Society of Chemistry.
- Chalmers, A. (2013). *What is this thing called science*. Berkshire: Open University Press.
- Coulter, S. E. (2012, Mars 18). Using the retrospective pretest to get usable, indirect evidence of student learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, ss. 321-334.
- Coulthard, M., & Sinclair, J. (1992). *Advances in Spoken Discourse Analysis*. London: Routledge.
- Elgarøy, Ø. (2017). *Astronomi - en kosmisk reise*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Fangen, K. (2004). *Deltagende Observasjon*. Bergen: Vigmonstad & Bjørke AS.
- Gardner, P. (1977, 12 1). Logical connectives in science: A preliminary report. *Research in science education*, ss. 9-24.
- Gee, J. (2005). Language in the science classroom: academic social languages as the heart of school-based literacy. I R. Yerrick, & W. Roth, *Establishing scientific classroom discourse communities: multiple voices of teaching and learning research* (ss. 19-37). New York: Routledge.
- Glibert, J. K., & Boulter, C. (2000). *Developing models in science education*. Dordrecht: Springer.
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: Sambokforlaget.

- Hadzigeorgiou, Y., & Schultz, R. M. (2019, Mai 27). Engaging students in Science: The Potential Role of "Narrative Thinking" and "Romantic Understanding". *Frontiers in education*, ss. 1-10.
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- Kjernsli, M., S, L., Olsen, R., & Roe, A. (2007). *Tid for tunge løft. Norske elevers kompetanse naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Krüger, D., zu Belzen, A. U., & van Driel, J. (2019). *Towards a Competence-based View on Models and Modeling in Science Education*. Cham: Springer .
- Kuipers, J., Viechnicki, G., Massoud, L., & Wright, L. (2008). *11 Science, Culture and Equity in Curriculum An Ethnographic Approach to the Study of a Highly-Rated Curriculum Unit*.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det Kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Maagerød, E. (2006). Om å lese på setningsnivået. I E. Maagerød, & E. S. Tønnesse, *Å lese i alle fag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Meyerson, M., Ford, M., & Jones, P. (1991). *Science vocabulary knowledge of third and fifth grade students*. Las Vegas: University of Nevada.
- Nardi, P. M. (2017). *Doing Survey Research A Guide to Quantitative Method*. New York: Routledge.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003, Mars). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, ss. 224-240.
- Piaget, J. (1957). *Construction of Reality in the Child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Reeves, C. (2005). *The language of science*. New York: Routledge.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmendannelse. En kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Spencer, P. E. (1981). *Research Design*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Suppe, F. (1998, September). The Structure of a Scientific Paper. *Philosophy of Science*, ss. 381-405.
- Tenopir, C., & Kings, D. W. (2004). *Communication patterns of engineers*. Hoboken: NY: Wiley.

Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan naturfag*. Oslo: Udir.

Vygotsky, L. (1962). *Of thinking and speech*. The M.I.T Press.

Wellington, L., & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*.
Philadelphia: Open University Press.

Øzek, K. (2009, 04). Læring av lærestoff og utvikling av språk på skolen. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, ss. 294-309.

Vedlegg

- Informasjonsskriv til informanter

Informasjonsskriv for masteroppgave

” Hvordan jobbe mot begrepsforståelse i naturfag”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan lærere kan jobbe for begrepsforståelse blant naturfagelever på vgs. I dette skrevet gis du informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Alle opplysninger som blir samlet vil bli anonymisert. Opplysninger som navn, arbeidsplass og alder vil ikke skrives ned eller lagres. Av personopplysninger er det kun utdanningsnivå og erfaring som er av interesse for prosjektet.

Formål

Formålet med studien er å lære mer om hvordan en kan jobbe med begrepsforståelse i naturfag. Naturfag er tungt med begreper, og min teori er at god begrepsforståelse er en nøkkel til å mestre faget. Dette ble da et naturlig valg for min masteroppgave. For å avgrense har jeg valgt å ta for meg begreper som dukker opp i kjemidelen av førsteklases pensum.

Denne undersøkelsen er en kvalitativ undersøkelse som ønsker å se på hvordan ulike lærere jobber med begrepsforståelse i naturfag og se på hvordan ulike lærere jobber med begreper. Forskningen vil innebære et forskningsintervju, observasjon av en undervisningsøkt samt en anonymisert test av elevenes begrepsforståelse før og etter undervisningen.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

OsloMet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta da du underviser naturfag på vgs dette året. Det vil bli gjort til sammen 5-6 undersøkelser.

Hva innebærer det for deg å delta?

Om du velger å delta i dette prosjektet vil du bli intervjuet om hvordan man kan jobbe med begreper innenfor det aktuelle temaet i naturfag. Intervjuet regnes til å skulle ta omtrent 30 minutter. I tillegg vil det bli en observasjon av en undervisningsøkt innenfor nevnte tema. Elevene vil også bli testet på begrepsforståelse innenfor temaet med en kort anonym test før og etter undervisning.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Opplysningene blir anonymisert og satt under fiktivt navn i alle dokumenter i og utenfor prosjektet. Alle andre data om deg annet enn utdanningsgrad og erfaringsgrad er ikke av interesse for forskningen og vil ikke bli skrevet ned eller lagret.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes mai 2020. Alt datamateriell samlet inn som ikke er i publikasjonen vil slettes.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,

- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra OsloMet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- OsloMet ved prosjektansvarlig Halvor Hornkjøl (halvor_horn@hotmail.com) og veileder Aase Marit Sørum Ramton (aamsra@oslomet.no).
- Vårt personvernombud: personvernombud@oslomet.no
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig

Halvor Hornkjøl

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*sett inn tittel*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- å delta i observasjon

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. mai 2020.

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Intervjuguide masteroppgave:

Begrepslæring i naturfag

Halvor Hornkjøl

Intervjuobjektet er faglærer i naturfag på videregående.

Semistrukturert forskningsintervju.

Intervjuguide:

Først litt bakgrunnsinformasjon:

hvordan utdanning har du og hvor lenge har du jobbet med naturfags/realfagsundervisning?

- Hva kan være utfordrende med begreper i naturfag?
 - Er det noen typer begreper som er mer krevende enn andre?
 - Hvordan takler elevene dagligdagse begreper som brukes annerledes faglig enn i hverdagspråket?
 - Har du møtt noen overraskelser når det gjelder elevers og begreper i naturfag?

- Det er kjemidelen i naturfag de jobber med nå, og her er det mye begreper. Hvordan introduserer du de nye begrepene her?
 - Er det noen arbeidsmetoder du liker spesielt godt?
 - Er et noen arbeidsmetoder du merker at elevene er særlig fornøyd med?
 - Er det noe en lærer bør være varsom med i arbeid med begreper?

- Er det begreper innenfor kjemidelen som krever særlig varsomhet?
 - Har du noen tanker om hvorfor disse begrepene er utfordrende?
 - Hvordan liker du å bearbeide disse?

- Hvordan tenker du elevene selv kan jobbe for å få en bedre begrepsforståelse?
 - Hvordan kan en lærer veilede elevene til slikt arbeid?

- Observasjonsskjema

- **Observasjonsskjema masteroppgave**

- «Hvordan arbeides det for god begrepsforståelse i naturfag?»

-

- Ting som kan være relevante å se etter når en observerer:

- **Enkelpunksvar:**

- Hvilke begreper blir brukt? Her noterer du naturfaglige begreper som brukes i undervisningen.

-

Hvilke begreper blir brukt?	Hvilket begrep forklares?	Hvem forklarer?	Metoder?	Annet

- **Hva som skjer**

- **Bearbeider elevene begreper i oppgavearbeid? Utred**

- **Kort oppsummering av undervisningsøkten:**

- Pre og posttester

Forslag pretest/posttest

Hvordan arbeides det for god begrepsforståelse i naturfag?

Beskriv så godt du klarer hvordan du tror at atom ser ut:

Proton: et proton ...

- a) ... en del av et protein
- b) ... bygget opp av atomer
- c) ... finnes i bane rundt atomkjernen
- d) ... finnes inne i atomkjernen

Gi et eksempel på en partikkel:

Elektron:

- a) Sitter fast i atomkjern
- b) Lages av elektrolytter
- c) Har negativ ladning
- d) Har ingenting med elektrisitet å gjøre

Grunnstoff: Hvilken av disse er et grunnstoff:

- a) Vann
- b) Jern
- c) Stein
- d) Karbondioksid

Gi et eksempel på et grunnstoff og forklar kort hvorfor dette er et grunnstoff

Hvilke av disse er størst?

- a) H₂O Molekyl
- b) Hydrogenatom
- c) Proton

d) Elektron

I atomkjernen finner du

- a) Elektroner og protoner
- b) Proteiner og aminosyrer
- c) Protoner og nøytroner
- d) Elektroner og partikler