

Begrepssystemer i biologi

En kasusstudie av en lærers undervisning og
elevers forståelse av sammenhenger mellom
begreper i biologi 2

Marthe Trønnes

Master i realfag

Innlevert: mai 2017

Hovedveileder: Eli Munkebye, PLU

Medveileder: Ragnhild Lyngved Staberg, Fakultet for lærer- og tolkeutdanning,
NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Program for lærerutdanning

Sammendrag

I utredningen *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser* fra 2015 (NOU 2015:8) argumenterte Ludvigsenutvalget for at dybdelæring skal stå i sentrum for fagfornyelsen i den norske skolen. Dybdelæring handler blant annet om elevenes gradvise utvikling av forståelse av begreper og begrepssystemer. Undervisning og forståelse av et utvalg begreper som inngår i et begrepssystem, og sammenhenger mellom disse begrepene, danner nisjen for denne masterstudien i biologididaktikk. Hensikten med studien var å bidra med innsikt i en lærers undervisning av et begrepssystem i en biologi 2-klasse på en norsk videregående skole, forståelsen av dette begrepssystemet til syv av klassens elever, og sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes forståelse av begrepssystemet.

Studien er plassert innenfor et sosiokulturelt perspektiv og studerer lærerens undervisning og elevenes forståelse gjennom deres språklige ytringer. Studien ble gjennomført som en kasusstudie. Datamaterialet ble samlet inn ved bruk av observasjon av lærerens undervisning og en skriftlig og en muntlig elevundersøkelse. I ytringer som uttrykte en sammenheng mellom to begreper ble det identifisert begrepskobling. Undervisning og forståelse av enkeltbegreper og begrepskoblinger ble tolket og analysert i henhold til semantikk og pragmatikk, to disipliner innenfor språkvitenskapen.

Læreren gjorde begrepskoblinger som ble kategorisert som enten *fullverdige*, *ufullstendige* eller *villedende*. Sammenhengen mellom begrepene kom best til uttrykk i de fullverdige begrepskoblingene. Elevene som ga grunnleggende definisjoner av flest begreper og gjorde flest begrepskoblinger ga uttrykk for størst grad av forståelse av begrepssystemet.

I denne studien var eksplisitt uttrykk av to begreper og tydelig markering av sammenhengen mellom disse kjennetegn på gode begrepskoblinger. I tillegg ser lærerens forklaring og gjentakelse av begreper ut til å øke sjansene for at begrepskoblingen approprieres av elevene. På grunn av særpreget ved muntlig språk er det urealistisk å forvente at læreren aldri gjør ufullstendige eller villedende begrepskoblinger. Disse ser heller ikke ut til å ha gjort skade, siden ingen elever reproduserte ”feilene” i lærerens begrepskoblinger. Det kan se ut som at det kreves en viss forståelse av begrepssystemet for å forstå lærerens intenderte betydning med de ufullstendige og villedende begrepskoblingene. I tillegg gir studien indikasjoner på at slike begrepskoblinger ikke støtter utvikling av elevenes forståelse, og derfor bør en som lærer etterstrebe å redusere de ufullstendige og villedende begrepskoblingene.

Abstract

The Ludvigsen Committee (Ludvigsenutvalget) argues, in the 2015 report *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser* (NOU 2015:8), that in-depth learning should be the focal point of subject renewal in Norwegian schools. In-depth learning concerns, among others, the students' progressive development of an understanding of concepts and conceptual systems. Teaching and understanding of a selection of concepts that constitutes a conceptual system and the relationships between these concepts form the niche of this biology didactic master thesis. The purpose of the study is to provide insight into a school teacher's way of teaching of a conceptual system in a Biology-2 class at a Norwegian upper secondary school, the understanding of this conceptual system among seven of the students, and the connections between the teacher's way of teaching and the students' understanding of the conceptual system.

The study falls within a sociocultural perspective and investigates the teacher's teaching and the students' understanding through their linguistic expressions. The study was conducted as a case study in which data was collected using in-classroom observation of the lectures, together with an oral as well as a written survey among the participating students. Links between concepts were identified in expressions uttering a connection between two concepts. The teaching and understanding of individual concepts and links were interpreted and analysed regarding semantics and pragmatics, two disciplines of linguistics.

The teacher made conceptual links between concepts that were categorised as either *complete*, *incomplete* or *misleading*. The relationship between concepts was best expressed in links between concepts that were categorised as complete. The students expressing the most extensive understanding of the conceptual system, were the ones who gave a basic definition of most concepts and who made the most links between concepts.

To summarise the value of this study, it seems that expressing two concepts explicitly, while simultaneously using a cohesion mechanism that shows the relationship between these two concepts, is a good start to make a successful link between concepts. In addition, the teacher's explanation and repetition of concepts seem to increase the chances that the students appropriate the links. Due to the distinctive characteristics of spoken language, it is unrealistic to expect that the teacher never makes incomplete or misleading links between concepts. None of these "errors" made by the teacher seemed to do any harm, as they were not reproduced by any of the students. However it may seem that it requires a certain grasp of the conceptual system for the students to be able to apprehend the teacher's intended meaning of the incomplete or misleading links between concepts. The study also provides findings that indicate that such links of concepts do not support the development

of the students' understanding. Consequently, teachers should seek to reduce the amount of incomplete or misleading links between concepts.

Forord

Denne masterstudien i biologididaktikk markerer slutten på den femårige lektorutdanningen i realfag ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Arbeidet med studien har vært intenst og krevende, men enda mer interessant, lærerikt og bevisstgjørende.

Først vil jeg rette en stor takk til mine to veiledere, Eli Munkebye og Ragnhild Lyngved Staberg, for gode råd og konstruktive tilbakemeldinger, og for deres tilgjengelighet for å hjelpe meg. Jeg vil også takke for at dere har vært positive til de utallige idéene jeg har hatt underveis. Deres faglige kompetanse og engasjement har vært inspirerende. Takk for hyggelige veiledningsmøter og samtaler! Deretter vil jeg takke Heidi Strømskag, Dag Håkon Haneberg og Herdis Kvamme Repp som har gitt meg gode råd for skriving av masterstudien.

Jeg vil også takke læreren som tilrettela for at jeg skulle få gjennomført undersøkelsen min. Du gjorde denne studien mulig! Takk for måten du tok meg imot på. Du ga meg inspirasjon og enda mer lyst til å ta fatt på yrket som biologilærer. En stor takk ønsker jeg også å rette til elevene som deltok i studien. Takk til Hyggelaget for utlån av mikrofon.

Andre som fortjener en stor takk er Hanne og Margret. Tusen takk for alle gode samtaler hvor vi har delt oppturer og nedturer med masterstudiene både i og utenfor kollektivet vårt. Takk for at dere alltid tar dere tid til å lytte og gi gode og oppmuntrende råd. Jeg vil også takke alle vennene mine som har stilt opp for meg og bidratt til at livet på lesesalen i DU2 de siste månedene slettes ikke ble så verst.

Siden studietiden min i Trondheim er over vil jeg også rette en stor takk til studievennene mine. Takk for at dere har gjort studietiden til en fantastisk og minnerik tid. Jeg vil også takke foreldrene min som har støttet alle valg jeg har tatt og alltid har hatt troen på meg gjennom 18 år med skole.

En spesiell takk går til bestemor Julie som med sin pedagogiske sjel har hjulpet meg med skolearbeidet og inspirert meg til å bli lærer, og til bestefar Ragnar som tidlig ga meg interessen for biologi gjennom naturprogrammer på TV, artsbestemmelse av planter og sløying av fisk i Høydalen.

Til slutt vil jeg takke min kjære Øystein som alltid har hjulpet og støttet meg med studiene, ikke minst de siste ukene. Det har betydd veldig mye for meg!

Trondheim, mai 2017

Marthe Trønnes

Tabeller

| | | |
|------|--|-----|
| 2.1 | Ulike typer kohesjonsmekanismer del 1 | 19 |
| 2.2 | Ulike typer kohesjonsmekanismer del 2 | 20 |
| 2.3 | Ulike typer kohesjonsmekanismer del 3 | 21 |
| 3.1 | Gjennomføring av datainnsamling | 34 |
| 3.2 | Utforming av spørreundersøkelsen som ble gitt til elevene | 37 |
| 3.3 | Analytisk verktøy for semantisk analyse | 42 |
| 4.1 | Resultat fra analyse del 1 av lærerens <i>fullverdige</i> begrepskoblinger | 54 |
| 4.2 | Resultat fra analyse del 1 av lærerens <i>ufullstendige</i> begrepskoblinger | 55 |
| 4.3 | Resultat fra analyse del 1 av lærerens <i>villedende</i> begrepskoblinger | 58 |
| 4.4 | Elevenes grad av kjennskap til de 13 begrepene | 59 |
| 4.5 | Elevenes antall sanne og usanne proposisjoner | 60 |
| 4.6 | Elevenes usanne proposisjoner | 61 |
| 4.7 | Gruppe L, M og H | 62 |
| 4.8 | Sammenligning av antall begreper benyttet i begrepskobling og hvor mange av disse elevene hadde kjennskap grad C til | 64 |
| 4.9 | Oversikt over hvilke begreper læreren forklarte og elevenes kjennskap til disse | 65 |
| 4.10 | Oversikt over lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet | 72 |
| K.1 | Semantiske sammenhenger i begrepssystemet | 169 |
| L.1 | Lærerens forklaringer av enkeltbegreper i undervisningen | 173 |
| O.1 | Resultat fra analysen (del 1) av Annes begrepskoblinger | 201 |
| O.2 | Resultat fra analysen (del 1) av Ingrid's begrepskoblinger | 202 |
| O.3 | Resultat fra analysen (del 1) av Julies begrepskoblinger | 202 |
| O.4 | Resultat fra analysen (del 1) av Kristins begrepskoblinger | 203 |
| O.5 | Resultat fra analysen (del 1) av Linns begrepskoblinger | 205 |
| O.6 | Resultat fra analysen (del 1) av Martins begrepskoblinger | 206 |
| O.7 | Resultat fra analysen (del 1) av Siljes begrepskobling | 207 |

| | | |
|------|--|-----|
| P.1 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskoblinger og Annes begrepskobling mellom <i>plasmid</i> og <i>vektor</i> | 209 |
| P.2 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Ingrid og Kristins begrepskoblinger mellom <i>bakterie</i> og <i>plasmid</i> | 210 |
| P.3 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Ingrid, Kristins og Martins begrepskoblinger mellom <i>antibiotikaresistens</i> og <i>bakterie</i> | 210 |
| P.4 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Kristins og Martins begrepskoblinger mellom <i>DNA-sekvensering</i> og <i>triplett</i> | 211 |
| P.5 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Martins begrepskobling mellom <i>bakterie</i> og <i>PCR</i> | 211 |
| P.6 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Kristins og Martins begrepskoblinger mellom <i>mutasjon</i> og <i>triplett</i> | 212 |
| P.7 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristins begrepskoblinger mellom <i>limeenzym</i> og <i>plasmid</i> | 212 |
| P.8 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristins begrepskobling mellom <i>antibiotikaresistens</i> og <i>plasmid</i> | 213 |
| P.9 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristins begrepskobling mellom <i>antibiotikaresistens</i> og <i>markørgen</i> | 213 |
| P.10 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Martins begrepskobling mellom <i>DNA-sekvensering</i> og <i>klippeenzym</i> | 214 |
| P.11 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Martins begrepskobling mellom <i>klebrig ende</i> og <i>limeenzym</i> | 214 |
| P.12 | Resultat fra analysen av lærerens villedende begrepskobling og Martins begrepskobling mellom <i>bakterie</i> og <i>limeenzym</i> | 215 |
| P.13 | Resultat fra analysen av lærerens villedende begrepskobling og Martins begrepskobling mellom <i>bakterie</i> og <i>klippeenzym</i> | 215 |
| P.14 | Resultat fra analysen av lærerens og alle elevenes begrepskoblinger mellom <i>klippeenzym</i> og <i>limeenzym</i> | 216 |
| P.15 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige og villedende begrepskoblinger og Annes begrepskobling mellom <i>klebrig ende</i> og <i>klippeenzym</i> | 217 |
| P.16 | Resultat fra analysen av elevenes begrepskoblinger som ikke ble gjort av læreren | 218 |

Figurer

| | | |
|-----|---|-----|
| 1.1 | Begrep forstått som sammensatt av begrepsinnhold og begrepsuttrykk | 5 |
| 1.2 | Sammenhengen mellom studiens tre forskningsspørsmål | 7 |
| 1.3 | Oversikt over sammenhengen mellom menneskers språkbruk og forståelse av begrepssystem | 9 |
| 2.1 | Begrepskart (Novak & Gowin, 1984) | 25 |
| 2.2 | Begrepskoblinger for å forklare et fenomen | 27 |
| 3.1 | Begrepskart som illustrerer sammenhenger mellom begrepene i begrepssystemet | 36 |
| 4.1 | Lærerens begrepskoblinger | 52 |
| 4.2 | Elevenes begrepskoblinger | 60 |
| 4.3 | Lærerens og elevenes begrepskoblinger | 66 |
| 4.4 | Begrepskoblingene til læreren og elevene i gruppe L | 69 |
| 4.5 | Begrepskoblingene til læreren og elevene i gruppe M. | 70 |
| 4.6 | Begrepskoblingene til læreren og elevene i gruppe H. | 70 |
| 4.7 | Lærerens tavletegning av klippeenzym og limeenzym | 73 |
| M.1 | Lærerens begrepskoblinger. | 175 |
| N.1 | Annes begrepskoblinger | 184 |
| N.2 | Ingrids begrepskoblinger | 186 |
| N.3 | Julies begrepskoblinger | 187 |
| N.4 | Kristins begrepskoblinger | 188 |
| N.5 | Linns begrepskoblinger | 194 |
| N.6 | Martins begrepskoblinger | 195 |
| N.7 | Siljes begrepskoblinger | 199 |

Innhold

| | |
|---|-------------|
| Sammendrag | i |
| Abstract | iii |
| Forord | v |
| Oversikt over tabeller | viii |
| Oversikt over bilder | ix |
| Innhold | xi |
| 1 Innledning | 1 |
| 1.1 Bakgrunn for studien | 1 |
| 1.2 Avklaringer og læringsteoretisk standpunkt | 3 |
| 1.3 Studiens hensikt og forskningsspørsmål | 6 |
| 1.4 Teoretisk forankring | 8 |
| 1.5 Studiens design og metoder | 10 |
| 1.6 Oppgavens oppbygging | 10 |
| 2 Teori | 11 |
| 2.1 Teoretisk rammeverk | 11 |
| 2.1.1 Læring i et sosiokulturelt perspektiv | 11 |
| 2.1.2 Språkets rolle i et sosiokulturelt perspektiv | 13 |
| 2.1.3 Det naturvitenskapelige språket | 13 |
| 2.1.4 Når elevene skal lære å snakke naturvitenskap | 14 |
| 2.1.5 Lærerens rolle i begrepsopplæringen | 15 |
| 2.2 Analytisk rammeverk | 15 |
| 2.2.1 Semantikk | 16 |
| 2.2.2 Proposisjoner | 21 |
| 2.2.3 Pragmatikk | 22 |
| 2.2.4 Begrepskart som forskningsverktøy | 24 |
| 2.2.5 Begrepskoblinger | 26 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3 | Metodisk tilnærming | 29 |
| 3.1 | Studiens design | 29 |
| 3.1.1 | Fortolkende tilnærming med støtte i teori | 30 |
| 3.2 | Utvalg og kontekst | 30 |
| 3.3 | Metoder for gjennomføring | 32 |
| 3.3.1 | Instrumentell kasusstudie | 32 |
| 3.3.2 | Metoder for datainnsamling | 33 |
| 3.4 | Metoder for behandling av datamaterialet | 39 |
| 3.4.1 | Transkripsjon av lydopptak | 39 |
| 3.4.2 | Datareduksjon | 40 |
| 3.5 | Metoder for analyse av datamaterialet | 41 |
| 3.5.1 | Analyse del 1 | 41 |
| 3.5.2 | Analyse del 2 | 45 |
| 3.6 | Semantisk analyse av begrepssystemet | 46 |
| 3.7 | Etiske betraktninger | 46 |
| 3.8 | Studiens troverdighet | 47 |
| 3.8.1 | Kredibilitet | 48 |
| 3.8.2 | Generalisering og overførbarhet | 48 |
| 3.8.3 | Avhengighet | 49 |
| 3.8.4 | Bekreftbarhet | 49 |
| | | |
| 4 | Resultat | 51 |
| 4.1 | Lærerens undervisning av begrepssystemet | 51 |
| 4.1.1 | Undervisning av enkeltbegreper | 51 |
| 4.1.2 | Begrepskoblinger | 53 |
| 4.2 | Elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet | 58 |
| 4.2.1 | Kjennskap til enkeltbegreper | 58 |
| 4.2.2 | Begrepskoblinger | 59 |
| 4.2.3 | Antall sanne/usanne proposisjoner | 60 |
| 4.2.4 | Gruppering basert på begrepskjennskap og begrepskoblinger . | 62 |
| 4.2.5 | Omfang av begrepsbruk | 63 |
| 4.2.6 | Begrepskoblinger uten begrepskjennskap grad C | 63 |
| 4.3 | Sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse | 64 |
| 4.3.1 | Enkeltbegreper | 64 |
| 4.3.2 | Begrepskoblinger | 65 |
| 4.3.3 | De tre elevgruppene sammenlignet med lærerens begrepskoblinger | 69 |
| 4.3.4 | Enkeltbegreper <i>og</i> begrepskoblinger | 71 |
| 4.4 | Oppsummering av funn | 73 |
| 4.4.1 | Lærerens undervisning | 73 |
| 4.4.2 | Elevenes uttrykte forståelse | 73 |
| 4.4.3 | Sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse | 74 |
| | | |
| 5 | Diskusjon | 75 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.1 | Lærerens undervisning av begrepssystemet | 75 |
| 5.1.1 | Lærerens undervisning i et sosiokulturelt perspektiv | 75 |
| 5.1.2 | Lærerens bruk av begreper | 76 |
| 5.2 | Elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet | 78 |
| 5.2.1 | Elevenes bruk av begreper | 78 |
| 5.2.2 | Elevenes grad av forståelse | 78 |
| 5.2.3 | Definisjon eller assosiasjoner? | 79 |
| 5.3 | Sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse | 80 |
| 5.3.1 | Lærerens og elevenes begrepskoblinger | 80 |
| 5.3.2 | Utfordret lærerens undervisning alle elevene? | 81 |
| 5.3.3 | Forklaring av enkeltbegreper VS gjentakelse | 82 |
| 5.4 | Avsluttende refleksjoner | 83 |
| 5.4.1 | Kohesjon i begrepskoblinger | 83 |
| 5.4.2 | Undervisning og forståelse av begrepssystemer | 84 |
| 5.4.3 | Refleksjoner rundt studiens metoder | 86 |
| 6 | Avslutning | 87 |
| | Litteraturliste | 89 |
| | Vedlegg | 97 |
| A | Godkjennelse fra NSD | 101 |
| B | Endrings skjema til NSD | 104 |
| C | E-post-korrespondanse med NSD etter ny endring | 107 |
| D | Informert samtykke – skjema nr. 1 | 110 |
| E | Informert samtykke – skjema nr. 2 | 113 |
| F | Spørreundersøkelse | 115 |
| G | Hovedoppgaven | 118 |
| H | Transkripsjonskoder | 120 |
| I | Transkripsjon av lærerens undervisning | 122 |
| J | Transkripsjon av gruppesamtaler | 154 |
| K | Semantisk analyse av begrepssystemet | 168 |
| L | Lærerens forklaringer av enkeltbegreper | 172 |

| | | |
|----------|---|------------|
| M | Analyse av lærerens begrepskoblinger | 174 |
| N | Analyse av elevenes begrepskoblinger | 183 |
| N.1 | Anne | 183 |
| N.2 | Ingrid | 185 |
| N.3 | Julie | 187 |
| N.4 | Kristin | 188 |
| N.5 | Linn | 194 |
| N.6 | Martin | 194 |
| N.7 | Silje | 198 |
| O | Oppsummering av resultat fra analysen av elevenes begrepskoblinger | 200 |
| P | Oppsummering av resultat fra analysen av lærerens og elevenes begrepskoblinger | 208 |

Kapittel 1

Innledning

Før jeg introduserer denne masterstudiens hensikt og forskningsspørsmål vil jeg utdype bakgrunnen for studien. Deretter vil studiens læringsteoretiske standpunkt presenteres, og begreper vil avklares. Videre følger en presentasjon av studiens hensikt og forskningsspørsmål, teoretiske rammeverk og design og metoder. Til slutt gis det en kort oversikt over oppgavens oppbygging.

1.1 Bakgrunn for studien

I en artikkel skrevet i 1991 ga Briscoe og LaMaster en beskrivelse av amerikanske collestudenter i biologi. Ifølge forfatterne trodde studentene at deres oppgave var å memorere så mye som mulig av det som stod i læreboken og det som ble sagt av læreren, i stedet for å arbeide mot forståelse, og at målet med denne memoreringen var å bestå prøver og eksamener. Selv om denne beskrivelsen av biologistudenter er tatt fra USA på tidlig 1990-tall, er den treffende for å beskrive meg selv både som biologielever i den videregående skolen og biologistudent på universitetet. Etter samtaler med andre biologistudenter viser det seg at jeg ikke er alene om å kjenne meg igjen i beskrivelsen.

Læringen som ble beskrevet ovenfor kalles 'pugging'. Problemet med pugging er at det gir mangel på meningsfull læring og forståelse (Ausubel, 1963). Majoriteten av elever som går inn for å forstå kunnskapen de møter i skolen gir til slutt opp den meningsfulle læringen, til tross for at behovet for å forstå ny kunnskap ser ut til å være dypt integrert i mennesket. Når elevene har gitt opp lærer de seg å spille 'skolespillet' som er basert på pugging (Pines & West, 1986). Pines & West (1986) hevder videre at noen skoler til og med legitimerer dette spillet og legger opp til at det de beskriver som meningsløs pugging er et mål.

Ifølge Ludvigsenutvalget er elevenes forståelse av det de har lært, og av hvordan og når de kan anvende det de har lært, viktig for å oppnå kompetanse (NOU 2015:8, 2015). Kompetansebegrepet er sentralt i den norske skolen. Med Kunnskapsløftet

ble det innført kompetansebaserte læreplaner med kompetansemål som beskriver den kompetansen elevene skal tilegne seg i fagene. I læreplanverket forstås kompetanse som elevenes evne til å løse oppgaver og mestre komplekse utfordringer i konkrete situasjoner innenfor utdanning, yrke og samfunnsliv, eller på det personlige plan ved å bruke sine kunnskaper og ferdigheter (Utdanningsdirektoratet, 2016). Det sentrale poenget med kompetanse er med andre ord anvendelse av tillegnet kunnskap.

Biologistudentene som ble beskrevet av Briscoe og LaMaster (1991) kunne ikke huske begreper etter at prøven eller eksamenen var avlagt, og hadde dermed heller ikke mulighet til å anvende det de hadde lært i den virkelige verden. Dersom elever i den norske skolen skal ha mulighet til å utvikle tilstrekkelig forståelse for fagstoff og oppnå kompetanse slik at de klarer å anvende det de har lært, må skolen legge til rette for god læring, det vil si å lære noe grundig heller enn overfladisk (NOU 2015:8, 2015). Dette krever at elevene får tilstrekkelig tid til fordypning. I Fremtidens skole (NOU 2015:8, 2015) uttrykkes behov for en fornyelse av fagene i den norske skolen, både i grunnskoleopplæringen og i den videregående opplæringen. Dette begrunnes med det som kalles 'stofftrengselen' i skolen i dag, det vil si at stadig flere temaer og kompetanser tas inn i læreplanene uten at noe annet blir tatt ut. Stofftrengselen er en utfordring ved tilrettelegging for god læring og varig forståelse, og Ludvigsenutvalget beskriver fagfornyelsen som nødvendig for at elevene kan få mulighet til å gå i dybden.

Ludvigsenutvalget har dermed tatt stilling til det Anderson (1995) beskriver som ett av de eldste og mest omstridte dilemmaene innenfor utdanning i realfag: Skal læreplanene være altomfattende, eller skal de utelukke noe for å gi bedre tid til å gå i dybden av noe annet? Ideen om bredde går helt tilbake til Aristoteles som mente at mennesket burde lære alt som var å vite om verden. Veksten av vitenskapelig kunnskap som har pågått i løpet av det siste århundret har imidlertid ført til at stadig flere argumenterer for å lære noe i dybden i stedet for å lære 'litt om alt' (Schwartz, Sadler, M., Sonnert & Tai, 2009)

Ludvigsenutvalget mener at det de kaller dybdelæring skal stå i sentrum for fornyelsen av fagene fordi dybdelæring er helt avgjørende for faglig utvikling, varig læring og mestring over tid. Dybdelæring kan dessuten bidra til motiverte elever som opplever relevans og mestring over tid i skolehverdagen (NOU 2015:8, 2015). I definisjonen av dybdelæring inngår det at "dybdelæring dreier seg om elevenes gradvise utvikling av forståelse av begreper, begrepssystemer, metoder og sammenhenger innenfor et fagområde" og at "dybdelæring innebærer at elevene bruker sin evne til å analysere, løse problemer og reflektere over egen læring til å konstruere en varig forståelse" (NOU 2015:8, 2015, s. 14). Dette forutsetter at elevene er aktive deltakere i sine egne læringsprosesser og bruker gode læringsstrategier (NOU 2015:8, 2015).

Briscoe og LaMaster (1991) mente at biologistudentene de beskrev måtte få nye læringsstrategier for å lære og kunne anvende kunnskapen de tilegnet seg. Utdanningsdirektoratet (2006c) forklarer læringsstrategier som "framgangsmåter elevene

bruker for å organisere sin egen læring” som ”fremmer elevenes motivasjon for læring og evne til å løse vanskelige oppgaver også i videre utdanning, arbeid eller fritid” (Utdanningsdirektoratet, 2006c, s. 3). Læringsstrategier burde også jeg og trolig mange flere biologielever og -studenter hatt mer kunnskap om. Egne erfaringer og Ludvigsenutvalgets oppfordring til mer dybdelæring i fremtidens skole har motivert meg til å lære mer om biologielevers utvikling av en dyp og varig forståelse for faget, som er en forutsetning for oppnåelse av kompetanse slik Utdanningsdirektoratet definerer det.

I Ludvigsenutvalgets definisjon av dybdelæring inngår det at dybdelæring handler om elevers gradvise utvikling av begrepsforståelse, det vil si forståelse av både *begreper*, *begrepssystemer* (NOU 2015:8, 2015). Realfag krever innlæring av et stort antall begreper, og å lære realfag er derfor på mange måter som å lære et nytt språk (Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001). Samtidig øker elevenes forståelse når lærere og elever sammen benytter fagbegreper som et felles redskap i læringsprosesser i skolen (Fosse, Rødnes & Brevik, 2015). Begreper har med andre ord en sentral rolle i skolens realfag (Bergem et al., 2015), og jeg mener begreper kanskje til og med spiller en ekstra stor rolle i biologifaget. En biologibok på videregående skole i USA inneholder omtrent 45-50 % mer fremmedord enn undervisningen av et fremmedspråk gjennom et helt semester ((Armstrong & Collier, 1990), i (Bravo, Cervetti, Hieberg & Pearson, 2008)!

Bruken av begreper i biologi som skolefag danner nisjen for denne masterstudien. Det innebærer både elevers begrepsforståelse og bruken av begreper i undervisning av biologi. Før jeg går nærmere inn på studiens hensikt, vil jeg avklare hva jeg forstår med begreper og begrepssystemer. Jeg vil samtidig begrunne plasseringen av studien innenfor et sosiokulturelt perspektiv, og forklare hvordan jeg kan studere begrepsforståelse gjennom sosiokulturelle briller.

1.2 Avklaringer og læringsteoretisk standpunkt

Kognitiv læringsteori som dominerte fagfeltet under og etter Piagets storhetstid på 1960- og 70-tallet forklarer læring som en individuell og mental prosess hvor kognitive strukturer endres (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Scott, Asoko & Leach, 2007; Sjøberg, 2014). Utviklingen og justeringen av kognitive strukturer blir ofte forstått som utvikling av *forståelse*, en intern egenskap ved individet (Angell et al., 2011). Den kognitive læringsteorien forklarer også læring som endring og utvikling av *begreper*¹ (Driver et al., 1994; Sfard, 1998; Sjøberg, 2014). Innenfor denne tradisjonen forstås begreper som mentale kunnskapsenheter som representerer ulike måter å organisere verden på (Lawson, Abraham & Renner, 1989; Pines & West, 1986; Roth, 1990; Sfard, 1998). Dette er ikke ulikt Høigård (2013) sin forståelse av begrep: ”Et begrep (...) er det den enkelte forstår med ordet, altså de indre forestillingene vi får når vi hører eller leser ordet” (Høigård (2013), s. 158).

¹Oversatt fra det engelske ordet *concepts*.

Anerkjente forskere som Driver et al. (1994) og Leach og Scott (2003) har hevdet at kognitiv læringsteori er nødvendig for å forklare læring av naturvitenskap. Disse forskerne anerkjente også verdien av teorier som forklarer læring som en sosial aktivitet. Til tross for at sosialkonstruktivismen tok hensyn til den sosiale konteksten og betydningen av språk og en symbolsk verden for læring, ble kunnskap fremdeles ansett som noe som konstrueres av individet gjennom kognitive læringsprosesser. Det var først med den sosiokulturelle læringsteorien, som har dominert fagfeltet de siste årene, at den sosiale og kulturelle konteksten fikk en mer sentral rolle ved at den ble ansett som bærer av kunnskapen (Angell et al., 2011).

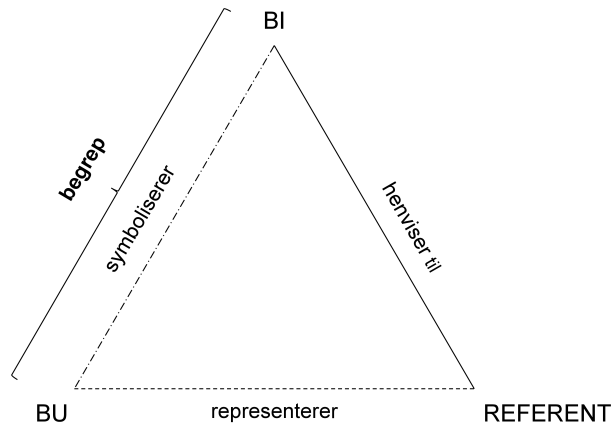
Den sosiokulturelle læringsteorien er basert på en gjenoppdagelse av Vygotsky og hans teorier (Leach & Scott, 2003; Scott et al., 2007). Ett av hovedprinsippene til Vygotsky var at læring innebar en passasje fra en sosial kontekst til individuell forståelse, og ikke omvendt (Mortimer & Scott, 2003; Saljö, 2001). Språk er den viktigste redskaper for passasjen fra det sosiale til det individuelle planet som leder mot forståelse (Mortimer & Scott, 2003). Siden denne studien har studert språklig kommunikasjon av biologifaglige begreper, var det naturlig å plassere den innenfor et sosiokulturelt perspektiv.

Et grunnleggende syn innenfor det sosiokulturelle læringssynet er at det ikke er noen direkte forbindelse mellom tale og tenking. Det vil si at det vi sier ikke gir noe direkte speilbilde av det vi tenker, og motsatt (Saljö, 2001). Saljö (2001) og Lemke (1990) er begge tilhengere av det sosiokulturelle læringssynet. De er skeptiske til å få direkte tilgang til menneskers forståelse av begreper på et mentalt nivå. Begge mener at vi har for lite kunnskap om menneskers mentale prosesser, og at det vi kan si om menneskers forståelse må baseres på hvordan mennesker snakker, skriver og ellers opptrer. Lemke forklarer det slik:

Unless we prefer to believe that concepts or meanings have an existence independent of their being made and remade of social use of language, pictures, and other systems of signs, we may as well cut out the 'middleman' of *mental* concepts, and simply analyze conceptual systems in terms of the thematic patterns of language use and other forms of meaningful human action

Lemke (1990), s. 122

Høines (2011) gir en bredere forståelse av begrep enn Høigård (2013) ved at hun definerer begrep som sammensatt av tanke og språk. Høines (2011) kaller tanke og språk for henholdsvis *begrepsinnhold* og *begrepsuttrykk*. Begrepsinnholdet er tankene og meningene om omgivelsene, det vil si den betydningen vi tillegger tingene rundt oss. Begrepsuttrykket er *språket* som gir uttrykk for tankene og meningene, for eksempel ord, symboler og tegn. Dette gjelder ikke bare muntlig språk, men alle språkformer, også kroppsspråk. Begrepsuttrykket symboliserer begrepsinnholdet, og representerer noe objektivt som eksisterer uavhengig av våre erfaringer, for eksempel en ting (Høines, 2011). Denne 'tingen' er bedre kjent som *referent*, det vil si det vi refererer til i omverdenen (Høigård, 2013).



Figur 1.1: Begrep forstått som sammensatt av begrepsinnhold og begrepsuttrykk. Figuren viser hvordan en kan forstå begrep som sammensatt av begrepsinnhold (BI) og begrepsuttrykk (BU). Triangelens sider illustrerer relasjonene mellom BI, BU og referent. Den direkte relasjonen mellom BI og referent er illustrert med heltrukket linje. De indirekte relasjonene mellom BU og referent, og BI og BU, er illustrert med stiplede linje. Modellen er inspirert av Høines (2011, s. 75) og Ogden og Richards (1923, s. 11).

Forholdet mellom begrepsinnhold, begrepsuttrykk og referent er presentert i figur 1.1. Denne figuren viser en modell som er inspirert av Høines (2011), og av Ogden og Richards som først publiserte den i 1923. Den gikk da under navnet 'triangle of meaning'², og bestod av tanke/referanse, symbol og referent. Senere har Steinbring (1998) sin modifiserte versjon av modellen, kjent som den epistemologiske trekanten, fått fotfeste innenfor matematikdidaktikken. Både Ogden og Richards (1923), Steinbring (1998) og Høines (2011) mener at relasjonen mellom begrepsuttrykk og referent kun er indirekte fordi ordet, symbolet eller tegnet som uttrykkes gjennom språket representerer referenten. Relasjonen mellom begrepsuttrykk og referent representeres derfor ofte som en stiplet linje. Relasjonen mellom begrepsinnhold og begrepsuttrykk anses av Høines (2011) og Ogden og Richards (1923) som direkte, og representeres derfor vanligvis med heltrukket linje. I min modifiserte versjon av modellen til Ogden og Richards og Høines har jeg valgt å også representere relasjonen mellom begrepsinnhold og begrepsuttrykk med stiplet linje. Dette har jeg valgt å gjøre på grunn av det sosiokulturelle prinsippet om at det ikke er noen direkte relasjon mellom språket og tanken (Saljö, 2001).

At begrepsuttrykk inngår i Høines (2011) sin definisjon av begrep åpner opp for å studere begreper gjennom språklig kommunikasjon. Siden denne studien har studert språklig kommunikasjon av biologifaglige begreper, er det Høines (2011) sin definisjon av begrep denne masterstudien videre vil støtte seg på.

²Også kjent som 'triangle of reference' og 'the semiotic triangle'.

Nå som jeg har forklart hva som forstås med 'begrep' i denne masterstudien, kan jeg gå videre og forklare hva jeg forstår med 'begrepssystem'. Ludvigsenutvalget (NOU 2015:8, 2015) gir ingen definisjon av begrepssystem og forklarer ikke hva de mener med termen. Jeg støtter meg derfor på annen teori for å forklare hva jeg forstår med begrepssystem. Naturvitenskapelige begreper står ikke alene, men inngår i tematiske sammenhenger. Innenfor disse tematiske sammenhengene er begrepene organisert i meningsfulle systemer. (Dumont & Instance, 2010; Lawson et al., 1989; Lemke, 1990). Det er slike meningsfulle systemer jeg forstår som begrepssystemer i denne studien.

1.3 Studiens hensikt og forskningsspørsmål

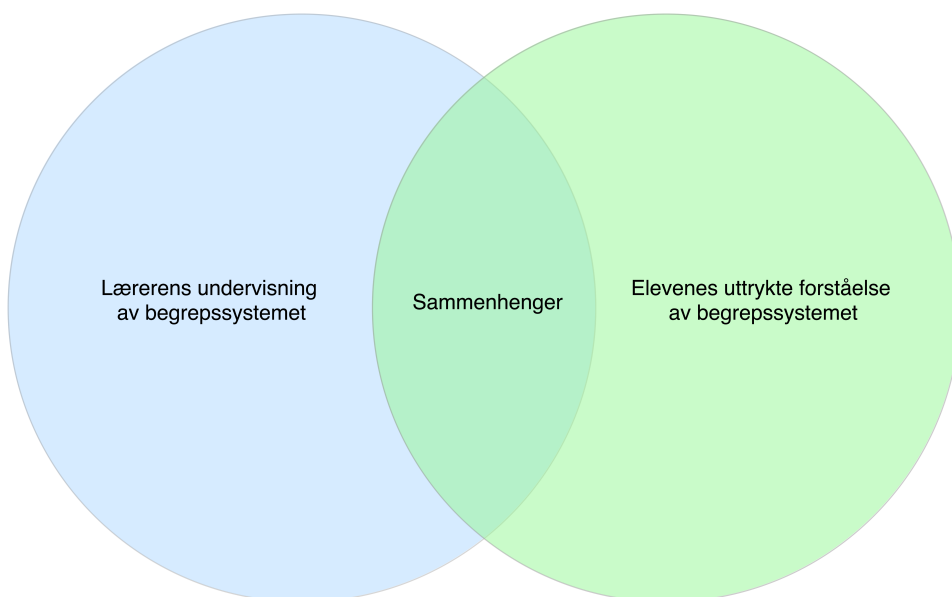
Innenfor forskningen på elevers begrepsforståelse har det vært mye fokus på forståelse av enkeltbegreper. Et eksempel på dette er forskningstradisjonen som har rettet sitt fokus mot utviklingen av elevenes begrepsutvikling. Innenfor denne tradisjonen har teorien om begrepsendring³ som ble introdusert for forskningsfeltet av Posner et al. i 1982 vært sentral. Å lære begreper handler imidlertid om mer enn å lære seg å gjenkjenne begrepet og forstå dets innhold: det handler også om å forstå sammenhengene mellom ulike begreper (Høigård, 2013; Lemke, 1990), det vil si å forstå begrepssystemer. I senere tid har det blitt påpekt at å forstå sammenhengene mellom begreper innenfor et tema er en del av å utvikle dyp forståelse for temaet (Bravo et al., 2008; Dumont, Instance & Benavides, 2010; Haug & Ødegaard, 2014; Lemke, 1990; Scott, Mortimer & Ametller, 2011). Dette står i et spenningsforhold til lærebøkens lineære fremlegging av nye begreper (Bergem et al., 2015). I lys av at elevenes forståelse av begrepssystemer inngår i Ludvigsenutvalgets definisjon av dybdelæring, mener jeg det er relevant å bidra med kunnskap om biologielevers forståelse av begrepssystemer.

Med bakgrunn i sosiokulturell læringsteori må elevene introduseres for skolens begreper på det sosiale planet i skolen (Driver et al., 1994; Lemke, 1990; Scott et al., 2007). Fosse et al. (2015) hevder at elever ikke tar i bruk fagbegreper før de har blitt eksplisitt introdusert for dem av andre. Jeg mener derfor at det også er relevant å studere hvordan lærere underviser begrepssystemer.

Hensikten med studien har vært å bidra med innsikt i tre forskningsspørsmål som er illustrert i figur 1.2:

1. *Hvordan underviser en lærer et begrepssystem bestående av 13 begreper gjennom språklig kommunikasjon i en biologisk 2-klasse på en videregående skole?*
2. *Hvilken grad av forståelse av begrepssystemet gir syv av klassens elever språklig uttrykk for?*
3. *Hvilke sammenhenger finnes mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet?*

³Min oversettelse av 'conceptual change' (Posner et al., 1982)



Figur 1.2: Sammenhengen mellom studiens tre forskningsspørsmål. Figuren viser sammenhengen mellom studiens tre forskningsspørsmål. Det første tar for seg *lærers undervisning av et begrepssystem*, og det andre tar for seg *forståelsen av begrepssystemet som elevene gir språklig uttrykk for*. Det siste forskningsspørsmålet retter fokus mot hvilke *sammenhenger* som finnes mellom lærers undervisning av begrepssystemet og elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet.

Begrepenes tosidighet, det vil si begrepsinnhold og begrepsuttrykk, eller tanke og språk, kan analyseres hver for seg (Høines, 2011). Fordi det innsamlede datamaterialet denne studien er basert på er *språklig*, er det begrepsuttrykk den studerer. Som forklart i underkapittel 1.2 er et grunnleggende syn innenfor det sosiokulturelle læringssynet at det vi uttrykker gjennom språket ikke gir noe direkte speilbilde av det vi tenker, og omvendt (Saljö, 2001). Altså gjenspeiles ikke nødvendigvis et begrepsinnhold i et begrepsuttrykk. Saljö (2001) påpeker i det han kaller en forskningsmetodisk kommentar at å studere språk, men uttale seg om tenking, ikke er forenlig med et sosiokulturelt syn på læring. Det en for eksempel ofte studerer i skriftlige prøver er elevenes forståelse av grunnleggende begreper. Da ignorerer en den prinsipielle forskjellen mellom å studere det mennesker skriver og det mennesker tenker (Saljö, 2001).

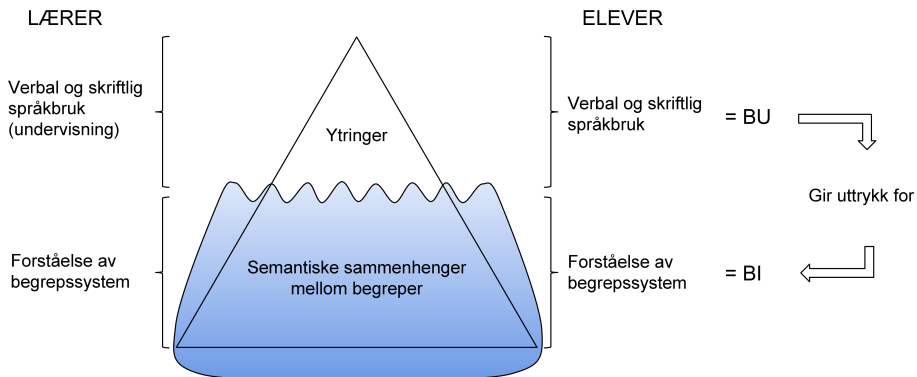
Den sosiokulturelle læringsteoriens erkjennelse av at språket likevel gir uttrykk for tanker og forståelse (Angell et al., 2011; Mortimer & Scott, 2003; Saljö, 2001) åpner opp for at jeg kan studere forståelse gjennom språklig uttrykk *indirekte*. Det gjør også forståelsen av begrep som sammensatt av begrepsinnhold (tanke) og begrepsuttrykk (språk) (Høines, 2011). Som forskningsspørsmål nr. 2 og 3 indikerer, kan jeg ikke finne ut noe om elevenes forståelse av begrepssystemet *direkte*, men derimot indirekte gjennom deres begrepsuttrykk, det vil si språk. Språk har derfor en sentral rolle i denne studien, og studiens teoretiske rammeverk er gjennomsyret av nettopp dette.

1.4 Teoretisk forankring

I denne studien var teori sentralt både for å konstruere et teoretisk rammeverk som studien i sin helhet hviler på, og for å behandle og analysere det innsamlede datamaterialet. Studiens teoretiske rammeverk bygger på et sosiokulturelt perspektiv, som jeg presenterte i underkapittel 1.2. Aspekter ved den sosiokulturelle læringsteorien som trekkes frem i oppgavens teorikapittel er internalisering og appropriering, mediering og språk. Videre presenteres studiens analytiske rammeverk.

For å studere en lærers formidling av et begrepssystem og elevers forståelse av begrepssystemet har Scott et al. (2011) sin teori om pedagogiske koblinger mellom begreper, som jeg velger å kalle *begrepskoblinger*, vært et nyttig verktøy. Det har også Novak og Gowin (1984) sin teori om *begrepskart* vært.

En annen teori som har satt sitt preg på denne masterstudien er *semantikken*, en disiplin innenfor studiet av språket som system. Språket som system inneholder mekanismer for å koble sammen flere ord eller setninger, slik at de sammen kan gi mening. Slike mekanismer kan benyttes for å skape det som kalles *semantiske sammenhenger* mellom begreper (Vagle, Sandvik & Svennevig, 1993). Semantikk er læren om hvordan vi uttrykker betydning gjennom ord og setninger, altså gjennom språket (Høigård, 2013; Lemke, 1990; Vagle et al., 1993). Semantiske sammenhenger er dermed sammenhenger mellom betydningen av ulike ord og begreper, fraser og



Figur 1.3: Oversikt over sammenhengen mellom menneskers språkbruk og forståelse av begrepssystem. Figuren viser at ytringer gjennom verbal og skriftlig språkbruk utgjør 'toppen av isfjellet' fordi det er disse vi har direkte tilgang til. Gjennom studiet av språkbruk kan vi få indirekte innsikt i menneskers forståelse av semantiske sammenhenger mellom begreper. Elevdimensjonen (t.h.) viser at studiet av elevers språkbruk eller begrepsuttrykk (BU) kan gi indirekte uttrykk for deres begrepsinnhold (BI) eller forståelse av semantiske sammenhenger mellom begreper. Det samme gjelder for læreren (t.v.). Figuren er inspirert av Vagle et al. (1993, s. 20).

setninger (Lemke, 1990; Vagle et al., 1993).

Språket som system kan ikke studeres i seg selv, og vi har bare tilgang til dette nivået gjennom faktiske ytringer, det vil si språkbruk. Vagle et al. (1993) definerer *ytring* som en term som brukes for å referere til "noe språklig materiale uten å anta noen ting om hva slags status dette språklige materialet har i språkvitenskapelige termer" (Vagle et al. (1993), s. 36). Ytringer er ofte ord- eller setningskjeder med pauser eller talerskifte. Språkbruk gjennom ytringer er på et høyere nivå enn språkssystemet, og kan derfor sies å utgjøre 'toppen av isfjellet' (Vagle et al., 1993). På samme måte som at vi ikke har direkte tilgang til menneskers forståelse, tanker eller begrepsinnhold, har vi altså heller ingen direkte tilgang til språket som system. Det vi kan studere er språkbruk, det vil si ytringer eller begrepsuttrykk. Studiet av språk gir med andre ord ikke bare innsikt i forståelse eller begrepsinnhold, men også i de semantiske sammenhengene som uttrykkes gjennom språket som system. Dette er illustrert i figur 1.3.

I tillegg til semantikk, har også en annen språkvitenskapelig disiplin blitt brukt i denne studien, nemlig *pragmatikk*. Vagle et al. (1993) definerer pragmatikk som en disiplin som studerer forholdet mellom språkbruk, språkbrukere og kontekst, det vil si kontekstens bidrag til ytringens mening. Kontekst er det mest sentrale begrepet innenfor pragmatikken (Vagle et al., 1993).

1.5 Studiens design og metoder

Studien går innunder en kvalitativ forskningstradisjon og ble gjennomført som en instrumentell kassustudie med fleksibelt design. En lærer og syv elever i en biologi 2-klasse på en norsk videregående skole fungerte som mine instrumenter for å få innsikt i det studien var rettet mot. Lærerens undervisning av emnet *bioteknologi* i ni undervisningstimer fordelt på seks økter ble observert. Da observasjonen var avsluttet definerte jeg et begrepssystem som bestod av 13 begreper læreren hadde brukt i undervisningen. For å få innsikt i hvordan elevene knyttet sammen disse begrepene ble det gjennomført en skriftlig og en muntlig elevundersøkelse. Denne tok utgangspunkt i følgende mål fra hovedområdet bioteknologi i læreplanen i biologi 2: "Målet for opplæringen er at elevene skal forklare hvordan genmodifiserte organismer kan framstilles" (Utdanningsdirektoratet, 2006a).

Det innsamlede datamaterialet av lærerens og elevenes kommunikasjon ble redusert ved at det ble identifisert begrepskoblinger. (Scott et al., 2011). Disse ble presentert i begrepskart, det vil si en skjematisk representasjon av sammenhenger mellom begreper (Novak & Gowin, 1984).

Analysen av datamaterialet hadde en fortolkende karakter, og støttet seg på semantisk og pragmatisk teori. Analysen av datamaterialet bestod av to deler: del 1 og del 2. I den første delen ble det undersøkt om semantiske sammenhenger mellom begrepene i begrepskoblingene var uttrykt eksplisitt. Begrepskoblingene ble brutt ned til enkle sakspåstander kalt proposisjoner med en pragmatisk tilnærming, og lærerens begrepskoblinger ble kategorisert som enten fullverdige, ufullstendige eller villedende. Den andre delen av analysen bestod av to trinn. Trinn 1 var konsentrert om lærerens undervisning av og elevenes kjennskap til begrepssystemets enkeltbegreper. Trinn 2 bestod av å analysere sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse.

1.6 Oppgavens oppbygging

I neste kapittel presenteres studiens teoretiske og analytiske rammeverk, som begge er forankret i teori. I kapittel 3 blir studiens metodiske tilnærming presentert og begrunnet. Kapitlet presenterer blant annet studiens analysemetode, og det er verdt å merke seg at analysen av datamaterialet er delt i to deler (del 1 og del 2). I kapittel 4 blir resultater fra del 1 av analysen presentert (del 1 av analysen er presentert i Vedlegg M, N, O og P), og del 2 av analysen blir gjennomgått. Kapitlet avsluttes med en kortfattet oppsummering av funn. I kapittel 5 diskuterer jeg disse funnene og hva vi kan lære av dem, både i lys av studiens teoretiske rammeverk og ny teori. Her inngår også diskusjon av metodene som ble benyttet for å besvare forskningsspørsmålene. Helt til slutt, i kapittel 6, oppsummerer jeg studien og konkluderer med hvilke svar jeg har funnet på de tre forskningsspørsmålene. Jeg trekker også inn egne refleksjoner og kommer med forslag til videre forskning.

Kapittel 2

Teori

2.1 Teoretisk rammeverk

Opgavens teoretiske rammeverk innledes med en redegjørelse av tre sentrale begreper innenfor sosiokulturell læringsteori: *internalisering*, *appropriering* og *mediering*. Deretter flyttes fokuset over på språket som medierende redskap for å utvikle forståelse.

2.1.1 Læring i et sosiokulturelt perspektiv

Internalisering og appropriering

Mens den individuelle og kognitive tradisjonen forklarer læring som endring av kognitive eller mentale strukturer (Leach & Scott, 2003; Scott et al., 2007), var et hovedprinsipp i Vygotskys sosiokulturelle teori at læring innebar en passasje fra en sosial kontekst til individuell forståelse, og ikke omvendt (Mortimer & Scott, 2003; Saljö, 2001). I sin banebrytende bok *Thought and Language* som han ga ut i 1962 står det blant annet at: "In our conception, the true direction of the development of thinking is not from the individual to the socialized, but from the social to the individual" (Vygotsky, 1962, s. 20). I 1978 introduserte Vygotsky begrepet *internalisering*, et begrep som beskrev "the internal reconstruction of an external operation" (Vygotsky (1978), s. 56), for eksempel av begreper. Først blir begrepene kommunisert mellom mennesker på et sosialt og interpsykologisk plan, og deretter blir begrepet meningsfylt for individet på et intrapsykologisk plan (Vygotsky, 1978), gjennom det Saljö (2001) kaller tenking.

Innenfor det sosiokulturelle perspektivet blir læring ofte forklart som en internaliseringsprosess (Mortimer & Scott, 2003). Til tross for at Vygotsky var opptatt av at all læring stammer fra sosiale interaksjoner mellom mennesker, var han også

opptatt av individets rolle i læringsprosessen. Internalisering involverer ikke en enkel overføring av måter å snakke og tenke på fra sosiale til individuelle plan: Internalisering må alltid involvere et trinn hvor det som skal læres gir personlig mening for individet (Mortimer & Scott, 2003; Scott et al., 2007). Saljö (2001) mener at Vygotskys internaliseringsbegrep kan forsterke oppfatningen av læring som *innlæring*, det vil si at noe utenfra kommer inn i individet. En slik oppfatning gjenspeiler skillet mellom det "indre" (tanken) og det "ytre" (kommunikasjon mellom mennesker), et skille som det sosiokulturelle læringssynet nekter å akseptere. Innenfor et sosiokulturelt perspektiv er det ingen klare grenser mellom tale og tenking, eller mellom det ytre og det indre. Forståelse, oppfatninger og betydninger er derfor ikke noe som flyttes fra det 'ytre' til det 'indre', men derimot noe som vi skaper, anvender og deler med andre (Saljö, 2001).

Saljö går ikke inn på hva Vygotsky egentlig mente med internaliseringsbegrepet. Ifølge Wertsch (1985) er forståelsen av Vygotskys internaliseringsbegrep som Saljö (2001) fremsetter en misforståelse¹. Saljö (2001) foreslår å benytte et annet begrep for å forklare læring for å komme bort fra oppfatningen av læring som innlæring eller kunnskapsinnhentning. Dette begrepet kalles *appropriering*. Appropriering innebærer en tilegnelse av intellektuelle redskaper som begreper i den forstand at en kan bruke begrepene til bestemte formål og situasjoner. Denne forståelsen av læring forstår ikke bare læring som en indre forståelse av et begrep, men også som en ferdighet i å bruke begrepet. En annen svakhet ved internaliseringsbegrepet er at læring ofte oppfattes som å bytte ut gammel med ny kunnskap. Appropriering er bedre tilpasset det sosiokulturelle læringssynet ved at læring oppfattes som en gradvis prosess, der vi stadig legger nye tanker og måter å handle på til dem vi allerede behersker. Med en forståelse av læring som en approprieringsprosess er derfor grensen mellom forståelse og ikke-forståelse ofte ikke helt klar. Begreper lar seg ikke appropriere på en definitiv måte, og forståelsen av begreper er derav ikke nødvendigvis noe avsluttet. Mennesker kan bruke hele sitt liv på å forbedre sin forståelse av et bestemt begrep. Denne prosessen kan støttes av medierende redskaper (Saljö, 2001).

Mediering og forståelse

Et sentralt begrep innenfor det sosiokulturelle perspektivet er *mediering*. I begrepet mediering ligger det en antakelse om at vi ikke står i direkte og ufortolket kontakt med vår ytre verden, og at utviklingen av forståelse blir påvirket av våre aktiviteter i hverdagen. I disse aktivitetene benytter vi oss av det Vygotsky kalte redskaper. Mediering betyr derav å benytte seg av slike redskaper for å forstå verden og handle i den. Redskapene kan være tekniske/fysiske eller intellektuelle/språklige. Tenkingen foregår ikke i disse redskapene, men den foregår heller ikke bare i hodet til mennesket som bruker dem. Tenkingen er et resultat av at vi fungerer i samspill med redskapene, og redskapene setter tenkingen i kontakt med omverdenen. Dette

¹Se Wertsch (1985, s. 63).

er ett av de mest særpregende trekkene ved det sosiokulturelle perspektivet (Saljö, 2001).

2.1.2 Språkets rolle i et sosiokulturelt perspektiv

Språk er den viktigste redskaper for mediering av forståelse og det Mortimer og Scott (2003) kaller meningsskapelse i et sosiokulturelt perspektiv (Angell et al., 2011; Mortimer & Scott, 2003; Saljö, 2001; Scott et al., 2007). Ifølge Mortimer og Scott (2003) er det å komme til en forståelse av noe, altså meningsskapelse, en *dialogisk* prosess. Dette gjenspeiler et sentralt syn innenfor den sosiokulturelle teorien: språk er et viktig redskap for å både mediere forståelse på et individuelt plan gjennom det Vygotsky kalte indre tale, og for å skape og kommunisere innsikt, kunnskap og forståelse i kollektiver, altså på sosiale plan (Mortimer & Scott, 2003; Saljö, 2001). Begge tilfellene beskrives som en dialogisk prosess fordi en bringer sammen og arbeider med ulike ideer for å komme frem til en forståelse (Mortimer & Scott, 2003).

Menneskers kunnskaper kan beskrives som språklig eller diskursiv ved at de stadig blir mer begreplige og abstrakte. Vi tenker *med* og *gjennom* språklige eller intellektuelle redskaper, for eksempel begreper. Språklige begreper er derfor ikke abstrakte og 'fiks ferdige' bilder av verden, men derimot redskaper for å forstå den (Saljö, 2001). Vygotsky forklarte dette med at tanken ikke uttrykkes *i* ordet, men *blir til* gjennom ordet (Angell et al., 2011). Språket går med andre ord foran tanken, og dermed innebærer det å lære seg et språk også å lære seg å tenke innenfor et visst fellesskap (Saljö, 2001).

Informert av et sosiokulturelt perspektiv vil det å lære naturvitenskap innebære å bli introdusert for det naturvitenskapelige språket (Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003; Scott et al., 2011; Wellington & Osborne, 2001). Dette setter Lemke (1990) på spissen ved å si at "learning science means learning to *talk science*" (s. 1). Uttrykket må imidlertid ikke forstås bokstavelig talt, da Lemke (1990) gir en vid forståelse av hva det betyr å 'snakke naturvitenskap'. Det innebærer for eksempel å observere, beskrive, analysere, stille spørsmål, argumentere, generalisere, konkludere og skrive med og gjennom det naturvitenskapelige språket (Lemke, 1990).

2.1.3 Det naturvitenskapelige språket

I lys av sosiokulturell læringsteori² konstrueres naturvitenskap av og i et forskningsfellesskap (Mortimer & Scott, 2003; Scott et al., 2007). Forskerne i dette fellesskapet går lenger enn å beskrive verden ut fra kun empiriske erfaringer, og utvikler symbolske verktøy for å tolke og forklare verden (Driver et al., 1994). Over tid har

²Refereres av noen til som sosialkonstruktivistisk læringsteori (Scott et al., 2007), se for eksempel (Driver et al., 1994)

dette bidratt til konstrueringen av et sosialt språk³, best kjent som *the language of science*, eller 'det naturvitenskapelige språket'. Tilhengere av det sosiokulturelle perspektivet tolker ofte dette språket som selve vitenskapen (Scott et al., 2007). Det naturvitenskapelige språket er kjennetegnet av at det er informasjonstett, abstrakt og teknisk (Halliday, 1993).

Naturvitenskapens begrepssystemer

Innenfor det naturvitenskapelige forskningsfellesskapet har det blitt utviklet vitenskapelige begreper (Driver et al., 1994). De vitenskapelige begrepene utgjør hjertet av naturvitenskapen. Begrepene står ikke alene, men er organisert i meningsfulle systemer (Dumont & Istance, 2010; Lawson et al., 1989) som i denne studien forstås som begrepssystemer. Forskere streber kontinuerlig etter å skape *begrepssystemer*, ikke bare fordi slike systemer er gode verktøy for å beskrive verden, men også fordi de er viktige kognitive verktøy for å utforske og forklare nye situasjoner (Roth, 1990).

Slike begrepssystemer kaller Lemke (1990) for *tematiske mønstre*. Et tematisk mønster er et nettverk av sammenhenger mellom begreper som er utbredte innenfor et fellesskap og som brukes om og om igjen. Det gjenspeiler med andre ord måtene medlemmer innenfor fellesskapet pleier å bruke ord og begreper på i kommunikasjon av vitenskapen (Lemke, 1990).

2.1.4 Når elevene skal lære å snakke naturvitenskap

De naturvitenskapelige temaene som undervises i skolen fokuserer på utvalgte begreper som ofte er nokså forskjellige fra de som inngår i profesjonell naturvitenskapelig forskning. Dette skyldes blant annet sosial og politisk påvirkning på skolens læreplaner (Mortimer & Scott, 2003; Scott et al., 2007). Språket som kjennetegner skolefag som biologi og naturfag kan derfor ses på som egne sosiale 'skolespråk'. Pines & West 1986 kaller skolespråket som benyttes i undervisningen av naturvitenskapelige fag som biologi for *formell kunnskap*⁴. Formell kunnskap er et produkt av fastsatte mål og planlagt undervisning, som regel i skolen. Denne er autoritær og "korrekt", det vil si det som står i boken, og det læreren formidler (Pines & West, 1986). Å lære naturvitenskap i skolen kan ses på som det å lære denne formelle kunnskapen (Mortimer & Scott, 2003).

Begrepene som inngår i skolens formelle kunnskap og sosiale språk skiller seg klart fra elevenes hverdagsliv, hvor elevene benytter andre sosiale språk kjent som *hverdagsspråk* (Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003; Saljö, 2001). Elevenes hverdags-

³*Sosialt språk* er et begrep innført av Mikhail M. Bakhtin. Han definerte på 1930-tallet sosialt språk som 'a discourse peculiar to a specific stratum of society (professional, age group etc.) within a given social system at a given time' (se Mortimer & Scott, 2003, s. 13, eller Scott et al., 2007, s. 18)

⁴Min oversettelse av *formal knowledge* (Pines & West, 1986, s. 586)

språk består av det Piaget kalte *spontane begreper* (Vygotsky, 1978)⁵, og slik kunnskap kalles ofte for spontan kunnskap eller uformell kunnskap (Pines & West, 1986). Det fremste kjennetegnet på denne typen kunnskap er at den er konstruert av elevene selv i arbeidet med å forstå deres ytre verden. Denne konstrueringen har skjedd spontant over tid og under påvirkning av elevenes sosiale oppvekstmiljø (Pines & West, 1986).

Elevene kan bruke sine spontane begreper fra hverdagen selv om de ikke klarer å definere dem (eksakt). I skolen møter elevene vitenskapelige begreper som er forskjellige fra de begrepene de møter i hverdagen. Læringen av disse abstrakte begrepene skjer ved at elevene først må introduseres for begrepene. Deretter kan de få en forståelse for dem, det vil si av hva de betyr og hvordan de brukes. Læringen av disse begrepene skjer derfor på motsatt måte av læringen av de spontane begrepene (Saljö, 2001).

2.1.5 Læreren rolle i begrepsopplæringen

Innenfor den sosiokulturelle læringsteorien er en grunntanke at læreren må introdusere elevene for skolens formelle kunnskap på det sosiale planet i skolen (Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003; Scott et al., 2007). Dette innebærer at læreren også må introdusere elevene for det naturvitenskapelige språket (Lemke, 1990). Det er imidlertid ikke tilstrekkelig at læreren bare *introduserer* elevene for skolens begreper: læreren må også *støtte* elevene i arbeidet med å internalisere disse begrepene (Mortimer & Scott, 2003). I denne sammenhengen er Vygotskys teori om den nærmeste utviklingssone sentral. Vygotsky definerte den nærmeste utviklingssone som avstanden mellom barnets "actual developmental level as determined by independent problem solving" og "potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers" (Vygotsky, 1978, s. 86). Den nærmeste utviklingssonen sier med andre ord noe om hva en elev kan oppnå med og uten støtte fra en mer kompetent, for eksempel læreren (Mortimer & Scott, 2003).

2.2 Analytisk rammeverk

Det analytiske rammeverket er basert på semantikk og pragmatikk, to disipliner innenfor språkvitenskapen. I tillegg ble Novak og Gowin (1984) sin teori om begrepskart og Scott et al. (2011) sin teori om pedagogiske koblinger brukt i studiens analyse.

⁵Vygotsky selv kalte ifølge Saljö (2001) slike begreper for *hverdagsbegreper* eller spontane begreper slik som Piaget.

2.2.1 Semantikk

Semantikk er læren om hvordan vi uttrykker betydning gjennom språket, det vil si gjennom ord og setninger (Høigård, 2013; Lemke, 1990; Vagle et al., 1993). Det gjør at vi gjennom språket kan skape likheter og forskjeller i betydning (Lemke, 1990). Ordene i en ytring representerer i seg selv bare "the tip of the iceberg of meaning" (Lemke (1990), s. 92). For at ytringen i sin helhet skal gi mening må vi forstå det semantiske innholdet i teksten (Lemke, 1990; Vagle et al., 1993).

Semantiske sammenhenger

Å forstå det semantiske innholdet i en ytring innebærer å forstå forholdet mellom betydningen av ulike ord og begreper, fraser og setninger, det vil si de *semantiske sammenhengene* (Lemke, 1990; Vagle et al., 1993). Det samme gjelder når vi skal 'snakke naturvitenskap': det er ikke nok å bare kunne definisjonen av begrepene, vi må også uttrykke de semantiske sammenhengene mellom dem. Slik kan hele fraser og setninger gi mening (Lemke, 1990). Mens forståelsen av de semantiske sammenhengene i en ytring kan variere fra person til person, og mellom lærer og elev (Lemke, 1990), er de semantiske sammenhengene i seg selv noe varig og stabilt (Vagle et al., 1993). De utgjør det vitenskapelige innholdet i det som blir skrevet eller sagt (Lemke, 1990).

I denne masterstudien er det semantiske sammenhenger mellom begreper som er av interesse, og derfor støtter jeg meg på Lemke (1990) sin forståelse av semantiske sammenhenger:

A semantic relation describes how the meanings of two words or phrases (thematic items) are related when they are used together in talking about a particular topic.

Lemke (1990), s. 122

Lemke (1990) har selv studert hvordan lærere og elever snakker det naturvitenskapelige skolespråket i klasserommet. Han konsentrerte seg da om semantiske sammenhenger som forbinder to ord eller begreper, for eksempel⁶:

| | | |
|--------------------|----------|-------------|
| Planteceller | [har] | cellekjerne |
| [I en] cellekjerne | [er det] | DNA |
| DNA | [er et] | molekyl |

Her er ordene som skaper de semantiske sammenhengene mellom begrepene plassert innenfor klammeparenteser ([,]).

⁶Eksemplene er inspirert av Lemke (1990), s. 14.

Semantiske sammenhenger på mikronivå

Semantisk innhold finnes på to ulike nivåer: *makronivå* og *mikronivå*. På mikronivå eksisterer semantiske sammenhenger i betydningen av ord, fraser og setninger. Disse utgjør det lokale semantiske innholdet i et tekst⁷, som kalles mikrostrukturer. Det overordnede eller globale semantiske innholdet utgjør tekstens makronivå og kalles makrostruktur (Vagle et al., 1993). I denne studien studeres semantiske sammenhenger mellom begreper på mikronivå.

For at en tekst skal være sammenhengende, det vil si *koherent*, må den ha en underliggende semantisk sammenheng. Dette kalles *koherens*. Eksplisitt markering av den underliggende semantiske sammenhengen kalles *kohesjon* (Vagle et al., 1993). Dette er typisk i lærebøker og bøker skrevet for barn (Vagle et al., 1993) eller i undervisningssituasjoner hvor et ukjent begrepssystem introduseres for elevene (Lemke, 1990).

Eksplisitt markering av semantiske sammenhenger mellom to begreper gjøres ved bruk av ord. Ordvalget kan varieres for å markere ulike semantiske sammenhenger. Lemke (1990) skiller mellom ulike typer semantiske sammenhenger mellom begreper på mikronivå som skapes avhengig av ordvalget. Vagle et al. (1993) beskriver ulike *kohesjonsmekanismer* for å markere ulike typer semantiske sammenhenger eksplisitt (Vagle et al., 1993). Videre vil de mest relevante typene semantiske sammenhenger (Lemke, 1990) og kohesjonsmekanismer (Vagle et al., 1993) for å uttrykke semantiske sammenhenger mellom begreper trekkes frem. De ulike typene semantiske sammenhenger beskrevet av Lemke (1990) vil heretter omtales som kohesjonsmekanismer. Mens Lemke (1990) mener at semantiske sammenhenger er mer generelle og abstrakte enn grammatiske sammenhenger, forklarer Vagle et al. (1993) hvordan semantiske sammenhenger også kan markeres på et grammatisk nivå. Dette kalles *tekstreferanse*. Kohesjonsmekanismer beskrevet av Lemke (1990) og Vagle et al. (1993) som markerer semantiske sammenhenger på et mer abstrakt nivå har jeg valgt å sammenfatte som *abstrakte kohesjonsmekanismer*.

Tekstreferanse

Tekstreferanse innebærer at et element i en setning blir gjentatt i den neste. Gjentakelsen kan være identisk (for eksempel (inspirert av Vagle et al. (1993)) 'DNA er et molekyl. DNA finnes i cellekjernen'), men ikke nødvendigvis. Ikke-identisk gjentakelse kan gjøres ved bruk av en proform (Vagle et al., 1993). Proformer er ord som står for noe annet (Vagle et al., 1993).

⁷Ifølge Vagle et al. (1993) er en *tekst* kjennetegnet av at den har sammenheng og en kommunikativ funksjon eller et formål.

I følgende eksempel som er inspirert av Vagle et al. (1993) refererer for eksempel 'den' tilbake til 'En celle':

En celle har cellemembran. Den har også en cellekjerne.

Her er *den* en referent med en innholdsmessig størrelse, nemlig begrepet om *en celle*. Proformer kan være både pronomener (erstatte substantiv, for eksempel han, hans, ham, det, den, som, man, hvem, hva, seg (Bordal, 2016)), proadjektiv (slik, sånn) og proadverb (der, da) (Vagle et al., 1993).

Tekstreferanser kan også gjøres med en komparativ (for eksempel 'bedre') for å uttrykke en sammenligning med noe i foregående setning (Vagle et al., 1993). Et eksempel på dette er 'DNA-molekyler kan klones ved å benytte plasmider og bakterier. På 1980-tallet ble det utviklet en ny og *bedre* metode for å klonere DNA-molekyler, nemlig PCR'.

Noen ganger kan en tekstreferent referere til noe som er blitt presentert i konteksten, men ikke i teksten. Da kan tekstreferenten presenteres for første gang i teksten via et pronomen (Vagle et al., 1993), for eksempel 'den' ('Se, *den* svømmer').

Abstrakte kohesjonsmekanismer

Innenfor denne kategorien presenteres tre underkategorier: *leksikalsk kohesjon*, *setningskobling* og *blandet kobling*. Disse er beskrevet av Vagle et al. (1993). Leksikalsk kohesjon kobler sammen begreper, og siden Lemke (1990) sine kohesjonsmekanismer gjør det samme velger jeg å plassere dem innenfor leksikalsk kohesjon. Setningskobling kobler sammen setninger eller større enheter, mens blandet kobling kobler sammen et begrep med en setning (Vagle et al., 1993).

Det finnes mange kohesjonsmekanismer innenfor leksikalsk kohesjon som er relevante for å beskrive semantiske sammenhenger mellom begreper. Lemke (1990) og Vagle et al. (1993) har beskrevet *hyponymi*, *synonymi* og *antonymi*. Vagle et al. har i tillegg beskrevet *spesifisering* og *generalisering*. Disse kohesjonsmekanismene er forklart i tabell 2.1. Lemke (1990) har en bredere forståelse av semantiske sammenhenger enn Vagle et al. (1993). De som er relevante for denne studien sier noe om omstendighetene som setter to prosesser, hendelser eller enheter i sammenheng og kalles *tid*, *lokalisering* og *årsak*. I tillegg er kohesjonsmekanismene som forbinder en prosess med dens *agent* eller *mål* relevante. Jeg velger også å trekke frem det Lemke kaller logiske semantiske sammenhenger: *utdypning*, *addisjon* og *variasjon*. Kohesjonsmekanismene beskrevet av Lemke (1990), som jeg har valgt å plassere innenfor leksikalsk kohesjon, er forklart med eksempler i tabell 2.2.

Setningskobling markerer den semantiske sammenhengen mellom setninger eller større enheter (sekvenser av setninger) eksplisitt med *forbindere*. Forbindere er ord og uttrykk som signaliserer forbindelsen mellom setningene og hjelper oss å forstå sammenhengen mellom dem, f. eks. og, men, eller, fordi, etterpå, se tabell 2.3. Ulike forbindere tilhører ikke nødvendigvis bare én bestemt type setningskobling. Å tolke

Tabell 2.1: Ulike typer kohesjonsmekanismer del 1. Tabellen gir en forklaring av ulike typer kohesjonsmekanismer (KM) innenfor leksikalsk kohesjon. Synonymi, hyponymi og antonymi er beskrevet av Lemke (1990); Vagle et al. (1993), og spesifisering og generalisering er beskrevet av Vagle et al. (1993). Eksemplene på kohesjonsmekanismene er inspirert av Lemke (1990) og Vagle et al. (1993).

| KM | Forklaring | Eksempel |
|----------------|--|--|
| Synonymi | Når to leksikalske enheter refererer til det samme objektet/fenomenet, og betyr det samme i samme kontekst. Kan skille seg noe fra hverandre på bestemte punkter (f. eks. vulgært–høytidelig). Her inngår også metaforer. | habitat – levested, enzym – katalysator |
| Hyponymi | Når et begrep/en kategori er overordnet et annet begrep/en annen kategori i et hierarkisk forhold. To eller flere underordnede begreper (hyponymer) som er på samme nivå i forhold til det overordnede begrepet (hyperonymet) kalles ko-hyponymer. | mikroorganisme – bakterie |
| Antonymi | Når det er et motsetningsforhold mellom ulike sider ved samme objekt/fenomen (a) eller ved ulike objekter/fenomener (b). Altså når to begreper har ulik betydning i samme kontekst. | (a) varmt – kaldt, (b) plantecelle – dyrecelle |
| Spesifisering | Når en går fra det generelle til det spesielle. Kan være vanskelig å skille fra hyponymi. | fra <i>bakterie</i> til <i>Escherichia Coli</i> |
| Generalisering | Når en går fra det spesielle til det generelle. Kan være vanskelig å skille fra hyponymi. | fra <i>Escherichia Coli</i> til <i>bakterie</i> |

Tabell 2.2: Ulike typer kohesjonsmekanismer del 2. En forklaring av ulike typer kohesjonsmekanismer (KM) innenfor leksikalsk kohesjon beskrevet av Lemke (1990). Eksemplene er inspirert av Lemke (1990) og Sletbakk et al. (2013).

| KM | Forklaring | Eksempel |
|--------------|--|---|
| Tid | Når to prosesser, hendelser eller enheter har et tidsforhold. | PCR [ble utført før] gelelektroforese |
| Lokalisering | Når to prosesser eller enheter har et romlig forhold. | Lokus [er en bestemt posisjon på et] kromosom, kromosom [finnes i] cellekjernen |
| Årsak | Når noe er årsak for hvorfor en prosess inntraff. Likner Agent. | Mutasjoner [kan føre til] evolusjon, enzymet [katalyserte] reaksjonen, hormoner [utløser] fysiologiske responser, oksygenmangel [setter i gang] anaerob celleånding |
| Agent | Når en prosess er forbundet med en agent, det vil si den eller det som utfører/realiserer prosessen. | RNA-polymerase [syntetiserer] RNA, ATP-syntase [utnytter protongradienten til å lage] ATP, enzymer [utfører kjemiske reaksjoner på] substrater |
| Mål | Når en prosess er forbundet med et mål, det vil si den eller det prosessen blir utført på eller virker på. | Hormoner [påvirker funksjonen til] målceller, enzymer [virker på] substrater |
| Utdypning | Når noe utdypes med en ny opplysning. | "A, det vil si B", "A, for eksempel B", "A, nemlig B" |
| Addisjon | Når en opplysning legges til. | "A, og B", "ikke A, og heller ikke B", "A, men B" |
| Variasjon | Når en opplysning legges til og skaper variasjon, for eksempel som et alternativ. | "Ikke A, men B", "A, men ikke B", "A eller B" |

Tabell 2.3: Ulike typer kohesjonsmekanismer del 3. Forklaring av ulike typer setningskoblinger. Setningskobling er en kohesjonsmekanisme som kobler sammen setninger eller sekvenser av setninger med en eller flere forbindere (Vagle et al., 1993).

| Setningskobling | Forklaring | Forbinder(e) |
|-----------------|---|--|
| Tillegg | Når én opplysning er lagt til en annen som et tillegg. | og |
| Kontrast | Når siste setning står i kontrast til den foregående. | men, på den andre siden, i motsatt fall |
| Alternativ | Når to eller flere alternativer er stilt opp mot hverandre | eller |
| Temporal | Når setninger er relatert til hverandre i tid (fortid, samtid, samtid). | før, etter, tidsbøyning av verb |
| Kausalitet | Når to setninger har et kausalt forhold (årsak – virkning). Inkluderer også følge, hensikt og vilkår. | derfor, fordi, slik at, på grunn av, forårsake, årsaken til, resultatet av |

en setningskobling krever derfor en pragmatisk tilnærming som tar hensyn til dens kontekst (Vagle et al., 1993).

Blandet kobling knytter et begrep i foregående setning til hele neste setning, eller omvendt. Koblingen markeres typisk med pronomen, det vil si ord som får sin betydning fra andre ord (Bordal, 2016) (for eksempel *det/dette*), men kan også markeres med *som* og *at* (Vagle et al., 1993).

2.2.2 Proposisjoner

Mens semantiske sammenhenger alltid er det stabile semantiske innholdet, er *proposisjoner* vår måte å tolke dette innholdet på. Vagle et al. (1993) beskriver proposisjoner som elementære sakspåstander som er enten sanne eller usanne. Proposisjoner er vanligvis korte helsetninger.

Ifølge Vagle et al. (1993) kan det å vite hva en ytring betyr beskrives som å kjenne de betingelser som må være oppfylt i situasjonen for at ytringen skal være *sann*. En ytring kan brytes opp i flere proposisjoner. For at en ytring skal være sann, må alle proposisjonene også være sanne. Betingelsene for at en ytring skal være sann er alltid de samme. Disse betingelsene gir derfor et bilde av hva ytringen betyr i seg selv, uavhengig av dens kontekst. Å forstå en ytrings betydning ut fra dens sannhet er en del av semantikken, og krever at det er en viss korrespondanse mellom språk og virkelighet (Vagle et al., 1993).

For å analysere betydningen av ytringer er det ikke nødvendigvis nok å bare analysere ytringens sannhetsbetingelser. Dessuten fanger denne måten å forstå betydning

på bare opp det referensielle innholdet i en ytring, det vil si de objektene eller ytre saksforholdene som ytringen refererer til. Når en skal analysere betydningen av ytringer kan en også rette fokus mot det appellative (for eksempel spørsmål og anmodninger) og ekspressive (for eksempel unnskyldninger, gratulasjoner) innholdet, mot ytringens kontekst og mot implisitt informasjon som kan finnes på et underliggende plan i ytringen. Et slikt fokus er en del av pragmatikken (Vagle et al., 1993).

2.2.3 Pragmatikk

Pragmatikken er beslektet med semantikken, men beskjeftiger seg først og fremst med studiet av språk*bruk*. Sentralt innenfor pragmatikken er forholdet mellom språkbruk, språkbrukere og kontekst. Pragmatikken kan gi svar på spørsmål som "Hva mente hun med det hun sa?", "Hvordan er innholdet tilpasset konteksten?" og "Finnes det implisitt informasjon i ytringen?". Mens semantikk beskjeftiger seg med betydningen, altså noe stabilt, studerer pragmatikken altså samspillet mellom språk og kontekst for meningsskaping. Semantikken er med andre ord nødvendig for å tolke strukturen til ytringer, mens pragmatikken er nødvendig for å forstå ytringer i den konteksten de uttrykkes i og meningen med ytringer (Vagle et al., 1993).

Kontekstbegrepet

Kontekst er det mest sentrale begrepet innenfor pragmatikken. Begrepet kan også forstås som "alt en trenger ut over ordbok- og grammatikkunnskap for å forstå en ytring" (Vagle et al. (1993), s. 24), for eksempel generell bakgrunnskunnskap eller sosiale faktorer. Intensjon er ett eksempel på sosiale faktorer i en kontekst. Konteksten farges også av andre sosiale faktorer, for eksempel forholdet mellom sender og mottaker av tekst, motivasjon og holdning (Vagle et al., 1993).

Konteksten består av to størrelser: (1) en fokusert hendelse, det vil si et utdrag av en tekst, og (2) en større sammenheng (språklig eller ikke-språklig) som den fokuserte hendelsen er en del av. Den større sammenhengen kan deles inn i ulike kontekstuelle rammer, for eksempel fysisk ramme, samhandlingssituasjon, kulturell/sosial ramme, institusjonell ramme og bakgrunnskunnskap. Bare en del av konteksten, det vil si et utvalg av de kontekstuelle rammene, er relevant for å forstå en fokusert hendelse. Ytringer som fokuserte hendelser skjer innenfor en umiddelbar situasjon, kjennetegnet av tid, rom, aktivitet, deltakere og forhold mellom dem (Vagle et al., 1993).

Vagle et al. (1993) legger ikke skjul på at kontekstbegrepet er vagt, og kontekst er vanskelig å fange analytisk. Når en skal analysere kontekst må en ta utgangspunkt i deltakernes perspektiver, for eksempel deres bakgrunn, og de kontekstuelle rammene. En må også ta hensyn til hva som er relevant for den fokuserte hendelsen.

Implisitt informasjon

En ytring gir ikke nødvendigvis mening på et eksplisitt plan. Slike ytringer kan gi mening på et implisitt plan dersom de inneholder implisitt informasjon. Vi kan ane at en ytring inneholder implisitt informasjon dersom den ikke er oppriktig, relevant, informativ eller klar på et eksplisitt plan. En ytring som ikke er informativ på et eksplisitt plan, kan for eksempel likevel være informativ på et implisitt plan. Dette gjelder også for semantiske sammenhenger: Eksplisitt uttrykk av semantiske sammenhenger er *ikke* et kriterium for at en ytring skal være koherent, altså sammenhengende. Noen ganger kan den semantiske sammenhengen i en ytring være utelatt eller underforstått som implisitt informasjon (Vagle et al., 1993).

For å tolke og forstå semantiske sammenhenger som er bare finnes som implisitt informasjon i ytringer må en trekke slutninger, det vil si å *inferere*. Da må en ofte forstå ytringen med en pragmatisk tilnærming. Koherensen i en ytring kan derfor i ytterste konsekvens kalles ”en pragmatisk størelse som oppstår i møtet mellom tekst, språkbrukere og kontekst” (Vagle et al. (1993), s. 20). En kan trekke flere slutninger fra en ytring, men de slutningene som er interessante å trekke er de som er intenderte fra den som har uttrykt seg språklig (Vagle et al., 1993)

Kommunikasjon av implisitt informasjon kalles *inferens*. Inferens skyldes som regel at informasjonen er kjent fra tidligere eller gitt ut fra konteksten for de som skal tolke ytringen, det vil si mottakerne. Implisitt informasjon er derfor vanlig i tekster der sender og mottaker av teksten har liknende erfaringsbakgrunn. Noen ganger kan imidlertid bakgrunnskunnskapen til mottakerne feilberegnes, og da kan de få problemer med å forstå den intenderte betydningen med en ytring.

Når to leksikalske ord, begrep eller uttrykk har tendens til å opptre i samme kontekst uten at de har noen identifiserbare semantiske trekk, men likevel er assosiert med hverandre, kalles det *inferenskobling*. Inferenskobling er en kohesjonsmekanisme som ofte fortetter andre kohesjonsmekanismer i underliggende setninger.

2.2.4 Begrepskart som forskningsverktøy

I 1972 startet Joseph D. Novak og hans forskningsgruppe en undersøkelse av elevers begrepsforståelse innenfor matematikk og naturfag i en tolvårsperiode. De utviklet teorien om *begrepskart*⁸ som et verktøy for å undersøke elevers oppfatning av betydningen til begreper (Novak, 1990). Teorien om begrepskart ble først publisert av Novak og Gowin i 1984.

Begrepskart er representasjoner av meningsfulle sammenhenger mellom begreper og gir et skjematisk sammendrag av disse sammenhengene. I et begrepskart kobles to eller flere begreper til hverandre med ord (se figur 2.1). Begrepene og koblingene mellom dem danner proposisjoner⁹ (Novak, 1990; Novak & Gowin, 1984).

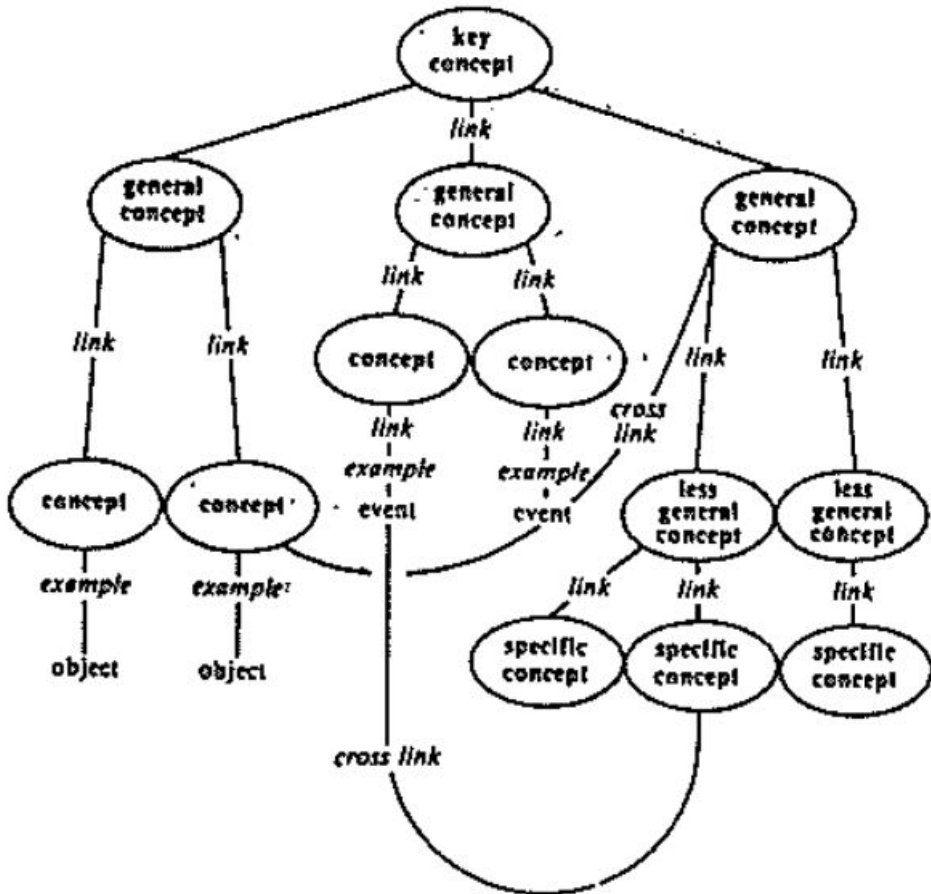
I et begrepskart bør de mest generelle og overordnede begrepene få plass øverst på kartet, mens mindre overordnede og mer spesifikke ord bør få plass lenger ned. Begrepskart representerer derfor ofte en hierarkisk organisering av begreper, som i figur 2.1. I hierarkiske begrepskart går sammenhengen mellom begrepene i én bestemt retning: *fra* de generelle og overordnede begrepene *til* de mer spesifikke begrepene. Dersom sammenhengen mellom to begreper ikke går i denne retningen benyttes piler på linjene som danner de visuelle koblingene mellom begrepene (Novak & Gowin, 1984).

Selv om begrepskart i utgangspunktet var tenkt som et forskningsverktøy, har det fått stor oppmerksomhet som en læringsstrategi for å hjelpe elever eller studenter til å gå fra pugging til meningsfull læring. Dette krever at elevene får opplæring i bruk av læringsstrategien, som beskrevet av Novak og Gowin (1984). Begrepskart kan benyttes som læringsstrategi i alle fag (Novak, 1990). Læringsstrategien har gjennom ulike forskningsprosjekter vist seg å hjelpe elever til en mer meningsfull forståelse i biologifaget (se for eksempel Robertson-Taylor (1985) i Novak (1990)). Dette forutsetter at eleven selv konstruerer begrepskartet (Novak, 1990; Novak & Gowin, 1984). Ifølge Novak kan begrepskart også benyttes av lærere, både for å planlegge og organisere undervisningen (Novak, 1990), for å få innsikt i elevenes proposisjoner (Novak & Gowin, 1984) og for å vurdere disse (Mintzes, Wandersee & Novak, 2001; Novak, 1990; Novak & Gowin, 1984).

I en studie fra 1994 gjennomførte Novak sammen med Pendley og Bretz kliniske intervjuer med kjemielever og -studenter etter at de hadde blitt undervist i temaet kromatografi over flere undervisningsøkter. I etterkant av intervjuene konstruerte de begrepskart for å illustrere og vurdere elevenes/studentenes forståelse av begreper (Pendley et al., 1994). I denne studien vil jeg, som jeg kommer tilbake til i underkapittel 4.2, konstruere begrepskart i etterkant av en muntlig og skriftlig elevundersøkelse for å evaluere elevenes forståelse av et begrepssystem. Jeg vil også konstruere begrepskart som gjenspeiler en lærers undervisning av et begrepssystem.

⁸Min oversettelse av *concept map*

⁹Se mer om *proposisjoner* i underkapittel 2.2.2.



Figur 2.1: Begrepskart. Modellen illustrerer hvordan et begrepskart kan konstrueres ved å forbinde ulike begreper med koblinger (link), det vil si noen få ord. Modellen er hentet fra Novak og Gowin (1984, s. 37).

2.2.5 Begrepskoblinger

Scott et al. presenterte i 2011 sin teori om pedagogiske koblinger¹⁰. Å gjøre en pedagogisk kobling handler om å knytte ulike ideer til hverandre, noe Scott et al. (2011) beskriver som fundamentalt for undervisning og læring av begreper i naturvitenskapelige fag. Scott et al. (2011) skiller mellom ulike typer pedagogiske koblinger som på hver sin måte kan benyttes av både lærere og elever i meningssskapende interaksjoner i undervisnings- og lærings situasjoner i klasserommet. Disse typene pedagogiske koblinger er delt inn i tre grupper: pedagogiske koblinger som fremmer kontinuitet, pedagogiske koblinger som oppmuntrer til emosjonelt engasjement og pedagogiske koblinger som støtter kunnskapsbygging.

Pedagogiske koblinger som har til hensikt å fremme kontinuitet handler om å gjøre koblinger mellom ulike situasjoner i undervisnings- og læringsarbeidet som er spredt over en tidsperiode på timer, dager, uker, måneder eller år. Disse koblingene er ifølge Scott et al. (2011) avgjørende for dybdelæring¹¹. Pedagogiske koblinger som oppmuntrer til emosjonelt engasjement handler om hvordan å tilrettelegge for at elevene responderer med positivt emosjonelt engasjement på undervisningen.

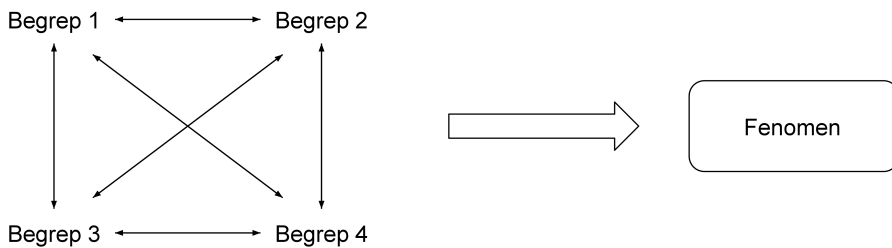
Scott et al. (2011) skiller mellom seks ulike pedagogiske koblinger som har til hensikt å støtte kunnskapsbygging:

- Å koble sammen hverdagslige og vitenskapelige forklaringsmåter
- Å koble sammen ulike vitenskapelige begreper
- Å koble sammen vitenskapelige forklaringer og reelle fenomener
- Å koble sammen ulike representasjonsmåter
- Å bevege seg mellom ulike forklaringsnivåer
- Å benytte analogier for å forstå et vitenskapelig konsept

I denne studien fokuserer jeg på pedagogiske koblinger mellom vitenskapelige begreper. Disse har jeg valgt å kalle *begrepskoblinger*. Ifølge Scott et al. (2011) innebærer vitenskapelig begrepskunnskap å utvikle forståelse for hvordan vitenskapelige begreper passer sammen i et system hvor de kan forbindes til hverandre. Scott et al. (2011) eksemplifiserer dette med at utvikling av dyp forståelse av et fenomen krever at eleven kan manipulere en gruppe med konsepter og bruke disse til å forklare fenomenet (figur 2.2).

¹⁰Min oversettelse av *pedagogical link-making*

¹¹Min oversettelse av *deep learning*



Figur 2.2: Begrepskoblinger for å forklare et fenomen. Dyp forståelse av et system av begreper eller et fenomen krever at elevene kan manipulere begrepene og knytter de til hverandre i sine forklaringer. Modellen er tilpasset fra Scott et al. (2011, s. 8).

Begrepskoblinger kan støtte elevenes kunnskapsbygging og bidra til at elevene utvikler dyp forståelse. At begrepskoblinger formidles til elevene på et sosialt plan beskriver Scott et al. (2011) som avgjørende for at elevene skal kunne konstruere begrepskoblingene på et psykologisk nivå:

It is clear that if link-making is not addressed through teaching, then it is unlikely to emerge in students' learning. Indeed, how else could it be? From this perspective, then, both teaching and learning must involve link-making processes: they are the complementary sides of the same pedagogical coin.

Scott et al. (2011), s. 5

Denne ideen er inspirert av et sosiokulturelt læringsperspektiv og Vyotskys teori om internalisering (Scott et al., 2011).

Kapittel 3

Metodisk tilnærming

I dette kapitlet vil jeg gjøre rede for de metodene jeg har ansett som hensiktsmessige og brukt for å besvare studiens tre forskningsspørsmål som ble presentert i underkapittel 1.3. Studiens metoder innebærer metoder for både utvalg av forskningsdeltakere, datainnsamling, og behandling og analyse av det innsamlede data-materialet. For å besvare et forskningsspørsmål er det imidlertid ikke nok å bare finne ut hvilke metoder en skal bruke fordi disse må innpasses i en gjennomtenkt metodologi (Guba & Lincoln, 1994). Mens metode handler om å beskrive hvordan forskeren gikk fram, handler metodologien om å forklare hvorfor en gikk fram på denne måten (Burton, 2002). Kapitlet tar derfor også for seg metodologiske aspekter ved studien ved å begrunne dens gjennomføring. Avslutningsvis diskuterer jeg studiens troverdighet og etiske sider.

3.1 Studiens design

Progresjonen fra idé til konkret forskningsspørsmål og gjennomført studie har blitt utviklet gjennom datainnsamlingsprosessen, og studien har i så måte vært preget av et fleksibelt design (Robson, 2011). Dette ble ansett som nødvendig for å være åpen for nye veier og muligheter som ble til underveis i datainnsamlingsarbeidet.

Studien går inn under det Robson (2011) kaller en kvalitativ forskningstradisjon, som blant annet kjennetegnes av et fleksibelt design. Denzin og Lincoln (2011) definerer kvalitativ forskning som en situert aktivitet hvor forskeren tar i bruk fortolkende praksiser og gjør verden synlig gjennom for eksempel feltnotater, intervju, lyd- eller videoopptak og andre representasjonsformer. Videre heter det at kvalitativ forskning har en naturalistisk tilnærming ved at den foregår i naturlige settinger i den virkelige verden, og retter sitt fokus mot mennesker og deres meningsskaping av verdenen de befinner seg i (Denzin & Lincoln, 2011). Dette inngår også i Robson (2011) sin beskrivelse av den kvalitative forskningstradisjonen. Et annet kjennetegn på kvalitativ forskning gitt av Robson (2011) er at den vanligvis

konsentrerer seg om et lavt antall mennesker. Denne studien innehar klare kjennetegn på den kvalitative forskningstradisjonen. Den har foregått på en reell skole hvor et lite utvalg elever og en lærer har vært i fokus, den har søkt å få innsikt i disse elevenes forståelse av begreper gjennom en fortolkende praksis og den har benyttet flere av representasjonsformene beskrevet av Denzin og Lincoln (2011).

3.1.1 Fortolkende tilnærming med støtte i teori

For å få innsikt i elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet har jeg tolket kvalitativ informasjon. Studien ble derfor plassert innenfor det fortolkende forskningsparadigmet (Husén, 1988). Forskerens fortolkende rolle i slike studier farges av forskerens subjektive erfaringer og teorier (Postholm, 2010). Samtidig blir den ansett som nødvendig for å få innsikt i det forskningen søker å finne ut noe om.

Studier med en fortolkende karakter bør støtte seg på teori (Postholm, 2010). I denne studien har teori vært sentralt både for å konstruere et teoretisk rammeverk som oppgaven i sin helhet hviler på, og for å analysere det innsamlede datamaterialet.

Den første datainnsamlingsfasen i denne studien, hvor undervisningen ble observert, bar preg av å være teori-søkende (Bassegy, 1999) og utforskende (Yin, 2012) ¹. Denne innledende fasen fungerte som et feltarbeid hvor datamateriale ble samlet inn før de tre forskningsspørsmålene var definert. Da var teori sentralt i arbeidet med å bestemme hva som ble utforsket (Yin, 2012). Cohen, Manion og Morrison (2011) anbefaler en slik åpen fase til å begynne med i stedet for å være selektiv med forutinntatte planer. Dette skaffet meg oversikt og fungerte som en inngang til den videre forskningen.

Etter den utforskende fasen av kassstudien støttet forskningen seg på teori for å analysere hvordan læreren underviste begrepssystemet og hvordan elevene ga uttrykk for sin forståelse av begrepssystemet. Da var særlig semantisk og pragmatisk teori sentralt. Siden denne fasen benyttet teori for å forsøke å forklare *hvordan* kan den kategoriseres som teori-testende (Bassegy, 1999) eller forklarende (Yin, 2012) ².

3.2 Utvalg og kontekst

Utvalget i denne studien bestod av syv elever fra en biologi 2-klasse på en norsk videregående skole og læreren til denne biologi 2-klassen. Jeg hadde ingen relasjoner til læreren fra før av, men kom i kontakt med henne etter å ha sendt ut e-post til flere aktuelle biologilærere. Denne læreren stilte seg raskt til disposisjon som forskningsdeltaker, og lærerens undervisningsplan åpnet for at jeg kunne gjennomføre undersøkelsen om jeg ønsket i denne biologi 2-klassen.

¹ Min oversettelse av 'exploratory'

² min oversettelse av 'explanatory'

Gjennom samtaler utenfor biologiundervisningen og gjennom observasjon i undervisningssituasjonen har jeg kunnet danne meg et bilde av læreren i denne kasusstudien. Læreren var en kvinne som har undervist i biologi i mer enn 30 år. Hun underviste ikke biologi 2-klassen i biologi 1, men har jobbet ved den samme videregående skolen i mange år. I biologiundervisningen benyttet hun mye av tavlen og fortalte at hun var imot bruk av PowerPoint-presentasjoner fordi hun mente dette gjorde elevene passive. Hun sa også at hun verdsetter aktive elever som bidrar i undervisningen, og henvendte seg ofte direkte til elevene, også når de ikke rakte opp hånden. Selv om hun i timene med tavleundervisning snakket mye selv, klarte hun å involvere elevene i dialoger. Under observasjonene fikk jeg inntrykk av at lærerens engasjement smittet over på elevene. Hun så ut til å ha stor respekt hos elevene, og respekten virket til å være gjensidig. Flere ganger viste læreren elevene aviser med fagrelaterte eksempler fra den virkelige verden. Gjennom dette fikk jeg inntrykk av at hun holdt seg oppdatert på temaet klassen arbeidet med da jeg gjennomførte kasusstudien, nemlig bioteknologi.

Jeg hadde 90 minutter til disposisjon til å gjennomføre den skriftlige og den muntlige elevundersøkelsen. I denne dobbelttimen på 90 minutter var bare 13 av klassens 20 elever tilstede. De syv siste elevene skulle ta en prøve som resten av klassen hadde gjennomført tidligere. Her var det ifølge Cohen et al. (2011) allerede gjort et utvalg fordi noen elever ble ekskludert fra undersøkelsen.

Det var kun syv elever som samtykket til å delta i den skriftlige og den muntlige undersøkelsen, og disse utgjorde gruppen med forskningsdeltakere. Jeg hadde dermed ingen mulighet til å gjøre et bevisst utvalg fra gruppen på 13 elever. Ifølge læreren var det variasjon i det faglige nivået til elevene i utvalget. Jeg ser på det som en styrke at jeg ikke hadde innsikt i elevenes karakterer da dette kan ha påvirket meg som en fortolkende forsker.

Utvalget bestod av seks jenter og én gutt. Disse har jeg gitt de fiktive navnene Anne, Ingrid, Julie, Kristin, Linn, Martin og Silje. Elever jeg hadde sett kommunisere godt i timene ble plassert i samme gruppe. Dette gjorde jeg fordi jeg ønsket at dialogen mellom elevene skulle gå så lett og naturlig som mulig i den muntlige undersøkelsen. Jeg hadde inntrykk av at to av elevene holdt et høyt faglig nivå og var særlig taleføre, og disse valgte jeg å plassere i hver sin gruppe for at gruppene skulle bli så like som mulig.

Som jeg straks kommer tilbake til, ble studien gjennomført som en kasusstudie. Ved gjennomføring av kasusstudier påpekes det at det er viktig å betrakte konteksten for å forstå det studien er rettet mot (Robson, 2011; Yin, 2012). I tillegg er det viktig å gjøre rede for konteksten i rapporteringen av kasusstudier (Lincoln & Guba, 1985). Den videregående skolen som denne studien ble gjennomført ved har ca. 1000 elever. Biologiundervisningen foregikk i nye, moderne og godt utstyrte lokaler, og det ble benyttet to forskjellige klasserom til ulike tider. Elevene i biologi 2-klassen var det Elstad og Turmo (2009) kaller 'majoritets elever' og alle hadde norsk som morsmål. Mange av elevene hadde ifølge læreren høyt utdannede foreldre og store ambisjoner for fremtidig yrkeskarriere. Læreren uttalte at klassen var en svært

talefør og positiv gruppe som bestod av både høyt- og lavt-presterende elever.

3.3 Metoder for gjennomføring

I dette underkapittelet begrunner jeg gjennomføringen av studien som en instrumentell kasstudie, og forklarer metoder for gjennomføring av datainnsamling. Selv om metoder for behandling og analyse av datamaterialet er metoder for gjennomføring av studien, har jeg valgt å presentere disse i egne underkapitler (se henholdsvis underkapittel 4.2 og underkapittel 3.5).

3.3.1 Instrumentell kasstudie

Studien ble gjennomført som en kasstudie, som er en vanlig strategi for studier med et fleksibelt og kvalitativt design (Robson, 2011). Dette ble ansett som en realistisk strategi innenfor de rammene jeg hadde, både med tanke på tid, ressurser og det at jeg var alene om å skulle gjennomføre undersøkelsen. Det ble også ansett som en relevant strategi for å finne ut noe om en lærers undervisning og elevers forståelse av et begrepssystem.

I faglitteraturen er det ifølge Lincoln og Guba (1985) flere forskjellige definisjoner på en kasstudie. Fellesnevneren er at kasstudier er empiriske undersøkelser av et kase i sin naturlige kontekst. Gjennom kasstudier kan en få en virkelighetsnær og dyp forståelse av dette kaset som ofte ikke er like tilgjengelig ved hjelp av numeriske metoder (Cohen et al., 2011; Flyvbjerg, 2011; Robson, 2011; Yin, 2012). Kasus som typisk er av interesse innenfor pedagogisk og didaktisk forskning er mennesker, for eksempel et barn, en lærer eller et klasserom med både elever og lærere (Stake, 1995). I denne studien var det en lærer som underviste en klasse i biologi 2 på en videregående skole og syv elever fra denne klassen som utgjorde kaset.

Det skilles mellom forskjellige typer kasstudier. Denne studien kan kategoriseres som en instrumentell kasstudie fordi den søkte å forstå noe annet enn selve kaset (Stake, 1995). Studien stilte et ontologisk spørsmål ved lærerens undervisning av et begrepssystem, elevenes uttrykte forståelse av dette begrepssystemet, og sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet. Jeg anså det som nødvendig å undersøke dette i en så naturlig kontekst som mulig, altså i skolen. Læreren og elevene som dannet kaset i denne studien var derfor mine 'instrumenter' for å kunne svare på studiens tre forsknings-spørsmål.

3.3.2 Metoder for datainnsamling

For at kasusstudier skal favne om kompleksiteten knyttet til det den søker forståelse av er det anbefalt å benytte flere datainnsamlingsmetoder (Cohen et al., 2011; Robson, 2011; Yin, 2012). Denne kasusstudien ble innledet med observasjon av undervisningen i biologi 2-klassen i ni undervisningstimer à 45 minutter fordelt på seks undervisningsøkter. I etterkant av disse ni undervisningstimene ble det gjennomført en elevundersøkelse som hadde til hensikt å avdekke begrepsforståelsen til de syv elevene studien var konsentrert om. Denne elevundersøkelsen bestod av to deler: en skriftlig elevundersøkelse og en muntlig elevundersøkelse. Hendelsesforløpet for datainnsamlingen er gitt i tabell 3.1. Videre vil jeg først presentere studiens datainnsamlingsmetoder og utdype disse. Deretter vil jeg gi en mer utfyllende redegjørelse for den praktiske gjennomføringen av datainnsamlingen.

Observasjon

Observasjon som datainnsamlingsmetode gir forskeren mulighet til å innhente data fra samtidige og reelle hendelser (Cohen et al., 2011; Robson, 2011). Dette var avgjørende for at observasjon ble benyttet som metode for å få innsikt i lærerens reelle kommunikasjon og anvendelse av begreper i undervisningen. En annen styrke med observasjon som metode var at det ga meg mulighet til å forstå kasusets kompleksitet og kontekst, noe Stake (1995) påpeker viktigheten av. Innsyn i kasusets kontekst anså jeg som særlig relevant for å få innsikt i hvordan elevene ble introdusert for begrepene og begrepssystemet i undervisningen.

Som observatør forsøkte jeg bevisst å påvirke undervisningen minst mulig, og forholdt meg til situasjonen som en 'observatør som deltaker' (Cohen et al., 2011; Robson, 2011). Det innebærer at forskeren kan delta i gruppeaktivitetene, men holder seg i periferien av disse, og at forskerens rolle er avklart for gruppen. Da klassen gjennomførte et forsøk i time nr. 4 beveget jeg meg for eksempel rundt i klasserommet for å observere elevenes praktiske arbeid. Bortsett fra denne episoden satt jeg så langt bak i klasserommet som var mulig. I klasserommet som var i bruk i time nr. 1, 6 og 9 satt jeg på bakerste rekke med skrivepulter på linje med andre elever. Klasserommet som ble brukt i de andre timene var såpass stort at jeg måtte sitte lenger frem i rommet for å se hva som ble skrevet på tavlen. Da satt det også elever på siden bak meg, og dermed var jeg synlig for flere av elevene.

Siden jeg hadde en viss formening om hva jeg ville få utrettet med observasjonen kan den beskrives som det Cohen et al. (2011) kaller semi-strukturert. Det innebærer at forskeren har til hensikt å observere for å få innsikt i en bestemt sak. Samtidig er semi-strukturerte observasjoner mindre systematiserte enn strukturerte observasjoner, som typisk benytter utfyllingsskjemaer under observasjonen. Under observasjonen skrev jeg feltnotater og det ble tatt lydopptak av undervisningen. Feltnotater kan bestå av beskrivelser som gir en helhetlig og forståelig redegjørelse for hva som har skjedd (Cohen et al., 2011). Hensikten med feltnotatene var å notere ned det læreren skrev på tavlen, og jeg prøvde å gi en så helhetlig og forståelig

Tabell 3.1: Gjennomføring av datainnsamling. Tabellen gir en kortfattet beskrivelse av undervisningen som ble gitt av læreren i til sammen elleve undervisningstimer. Det gis også en oversikt over metoder for datainnsamling i de ulike timene. I de ni første timene (over strek) ble undervisningen observert. I de to siste timene (under strek) ble den skriftlige og muntlige undersøkelsen av elevutvalgets begrepsforståelse gjennomført.

| Time nr. | Dato | Beskrivelse av timen | Metode for datainnsamling |
|-----------------|-------------|--|--|
| 1 | 03.01.2017 | Tavleundervisning | Feltnotat |
| 2 | 06.01.2017 | Tavleundervisning | Feltnotat |
| 3 | 06.01.2017 | Tavleundervisning | Feltnotat |
| 4 | 09.01.2017 | Forsøk | Feltnotat og lydopptak av undervisning |
| 5 | 09.01.2017 | Arbeid med eksamensoppgaver fra V16 og lesing som forberedelse til time nr. 6. | Feltnotat og lydopptak av undervisning |
| 6 | 10.01.2017 | Tavleundervisning | Feltnotat og lydopptak av undervisning |
| - | 13.01.2017 | Kapittelprøve i temaet som var gjennomgått før time nr. 1 | var ikke tilstede |
| 7 | 16.01.2017 | Tavleundervisning | Feltnotat og lydopptak av undervisningen |
| 8 | 16.01.2017 | Tavleundervisning | Feltnotat og lydopptak av undervisningen |
| 9 | 17.01.2017 | Tavleundervisning | Feltnotat og lydopptak av undervisningen |
| - | 20.01.2017 | Laboratoriearbeid ved ekstern institusjon | Var ikke tilstede |
| 10 | 23.01.2017 | Elevutvalget gjennomførte skriftlig elevundersøkelse | Skriftlige besvarelser på skriftlig elevundersøkelse |
| 11 | 23.01.2017 | Elevutvalget gjennomførte muntlig elevundersøkelse | Lydopptak av muntlig elevundersøkelse |

beskrivelse av dette som mulig. Hensikten med lydopptak var å dokumentere lærens verbale kommunikasjon i undervisningen slik at jeg i ettertid kunne analysere hennes anvendelse av begreper. Ved å benytte lydopptak fikk jeg dessuten bedre tid til å konsentrere meg om å notere ned det læreren skrev på tavlen.

I denne studien utgjorde observasjon som nevnt i underkapittel 3.1 den teorisøkende (Basse, 1999) og utforskende (Yin, 2012) fasen i datainnsamlingen. Selv om jeg under observasjonen hadde en idé om å undersøke lærerens undervisning av sammenhenger mellom begreper, var det ikke før etter gjennomføringen av observasjonen at jeg bestemte meg for å gå videre med Scott et al. (2011) sin teori om pedagogiske koblinger mellom begreper. Dette førte til at jeg i den neste fasen av datainnsamlingen ville undersøke elevenes forståelse av sammenhenger mellom begreper.

Skriftlig og muntlig elevundersøkelse

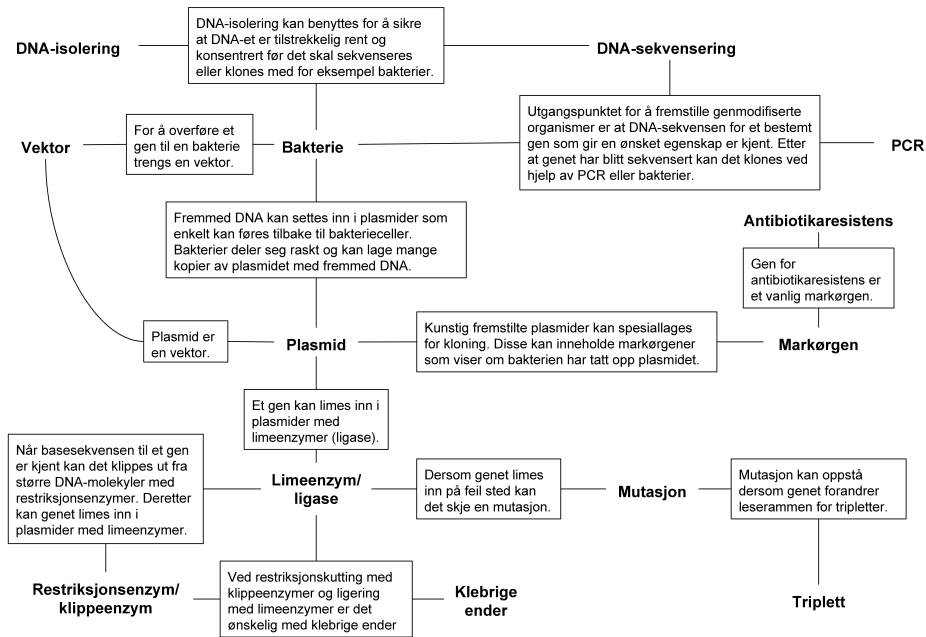
Ifølge Gibbs (2007) er en kvalitativ analyse av dokumenter og kommunikasjon mellom mennesker en hensiktsmessig metode for å få innsikt i menneskers meningskapning. For å få innsikt i elevenes forståelse av sammenhenger mellom begreper som hadde blitt anvendt i undervisningstime nr. 1-9 av læreren var det ønskelig å gjøre en elevundersøkelse hvor elevene måtte formidle sine tanker både skriftlig og muntlig. Hensikten var å ta hensyn til at noen uttrykker seg best skriftlig og andre muntlig.

I utgangspunktet fikk jeg tilgang til elevbesvarelser fra en kapittelprøve, men Robson (2011) tydeliggjør at dokumenter produsert utenfor forskningskonteksten ikke nødvendigvis er nøyaktige og kan gi bias, altså metodefeil. Jeg ønsket ikke å benytte en kapittelprøve jeg ikke hadde innvirkning på som datakilde. I stedet utformet jeg en spørreundersøkelse og en oppgave som jeg heretter refererer til som *hovedoppgaven* for å undersøke elevenes forståelse av et begrepssystem. Jeg utformet spørreundersøkelsen og hovedoppgaven med utgangspunkt i 13 begreper:

antibiotikaresistens, bakterie, DNA-isolering, DNA-sekvensering, klebrige ender, limeenzym, markørgen, mutasjoner, PCR, plasmid, restriksjonsenzym/klippeenzym, triplett, vektor.

Disse begrepene valgte jeg etter å ha studert feltnotater og lydopptak fra observasjon av time nr. 1-9. Begrepene ble valgt fordi de av ulik grad var vektlagt og gjennomgått i undervisningen og fordi jeg mente begrepene kunne settes i sammenheng i et begrepssystem. Jeg utformet et begrepskart (Novak & Gowin, 1984) som illustrerte de umiddelbare sammenhengene jeg kunne finne mellom begrepene (se figur 3.1). *Bios 2* (Sletbakk et al., 2013), læreboken som ble benyttet i biologi 2-klassen, var støttende i arbeidet med å utforme begrepssystemet og forklare sammenhengene mellom begrepene.

Hensikten med spørreundersøkelsen var å undersøke elevenes kjennskap til de 13 begrepene. Noe av hensikten med spørreundersøkelsen var også at den skulle fun-



Figur 3.1: Begrepskart som illustrerer sammenhenger mellom begrepene i begrepssystemet. Begrepskartet viser hvilke sammenhenger jeg fant mellom de 13 begrepene som inngikk i begrepssystemet.

gere som en forberedelse til hovedoppgaven, og derfor ble den gjennomført først. Hensikten med hovedoppgaven var å undersøke om elevene så sammenhengene mellom disse begrepene og gjorde begrepskoblinger mellom dem. Noe av hensikten med hovedoppgaven da den ble utformet var også å undersøke om elevene anvendte begrepene til å løse en ny og ukjent oppgave.

Den skriftlige undersøkelsen ble gjennomførte først. Den bestod av at elevene først gjennomførte spørreundersøkelsen og deretter hovedoppgaven. Elevene gjennomførte den skriftlige undersøkelsen individuelt. Deretter fulgte en muntlig undersøkelse som bestod av en faglig gruppesamtale rundt hovedoppgaven.

Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelsen undersøkte elevenes kjennskap til de 13 begrepene. Utformingen av spørreundersøkelsen er gitt i tabell 3.2. Spørreundersøkelsen som ble gitt til elevene finnes i Vedlegg F.

Spørreundersøkelsen var inspirert av *vocabulary knowledge scale* (VKS) beskrevet av Stahl og Bravo (2010). VKS er et verktøy elever kan bruke for å undersøke sin egen kjennskap til utvalgte ord eller begreper. I undersøkelsen skal eleven vurdere sin kjennskap til ordet eller begrepet i tillegg til å respondere på spørsmål som undersøker den faktiske kjennskapen og kunnskapen. VKS består av fem spørsmål

Tabell 3.2: Utforming av spørreundersøkelsen som ble gitt til elevene. For hvert av de 13 begrepene fikk elevene tre svaralternativer: 'Jeg har sett eller hørt dette ordet *før* undervisningen i biologi 2 (f. eks. i naturfag vg1)', 'Jeg har sett eller hørt dette ordet i undervisningen i biologi 2', og 'Dersom du har sett eller hørt ordet før: Skriv *én* setning hvor du gir en kort definisjon av ordet'. Spørreundersøkelsen var inspirert av *vocabulary knowledge scale* (VKS) ((Stahl & Bravo, 2010)).

| | Jeg har sett eller hørt dette ordet før undervisningen i biologi 2 (f. eks. i naturfag vg1) | Jeg har sett eller hørt dette ordet i undervisningen i biologi 2 | Dersom du har sett eller hørt ordet før: Skriv <i>én</i> setning hvor du gir en kort definisjon av ordet |
|------------|---|--|--|
| Begrep 1 | | | |
| Begrep 2 | | | |
| Begrep 3 | | | |
| Begrep ... | | | |

for hvert ord eller begrep undersøkelsen omfatter. Spørreundersøkelsen jeg utformet stilte kun tre spørsmål ved hvert begrep.

I henhold til Stahl og Bravo (2010) sine dimensjoner for tester som undersøker elevens ord- eller begrepskunnskap er spørreundersøkelsen jeg utformet diskret, kontekst-uavhengig og selektiv. Den er diskret fordi den undersøkte elevenes forståelse av enkeltbegreper isolert fra hverandre. Den kan kategoriseres som kontekst-uavhengig fordi den presenterer begrepene som isolerte elementer. Den er imidlertid ikke et ekstremt eksempel på en kontekst-uavhengig undersøkelse fordi den til en viss grad krever at elevene må forstå begrepene i deres kontekst for at de skal kunne gi en definisjon av dem. Spørreundersøkelsen er selektiv fordi den tester elevenes forståelse av et utvalg begreper fra en liten del av biologifaget. I tillegg undersøker den elevenes bredde, heller enn dybde, i begrepskunnskap fordi den bare undersøker om elevene kan gjenkjenne begrepene og gi en grunnleggende definisjon av disse (Stahl & Bravo, 2010).

Hovedoppgaven

Utformingen av oppgaven var basert på undervisningen jeg hadde observert (time nr. 1-9) og en del av et kompetansemål innenfor hovedområdet *bioteknologi* i læreplanen for biologi 2 (uthevet):

Målet for opplæringen er at eleven skal *kunne forklare hvordan genmodifiserte organismer kan framstilles*, drøfte hvordan dette kan brukes innenfor medisin, produksjon av mat og biologisk forskning, og hvilke følger dette kan ha for miljøet

Utdanningsdirektoratet (2006a)

Oppgaveteksten tok utgangspunkt i den første genmodifiserte matvaren som ble

kommersialisert, FLAVR SAVR-tomaten (Bruening & Lyons, 2000). Elevenes oppgave var å forklare hvordan de ville gått frem for å fremstille denne genmodifiserte organismen ved hjelp av de 13 begrepene som inngår i begrepssystemet. Hovedoppgaven finnes i Vedlegg G.

Hovedoppgaven har fellestrekk med en 'vignette', en datainnsamlingsmetode som er vanlig innenfor samfunnsvitenskapelig forskning (Hughes & Huby, 2002). En vignette kan være en tekst som består av en potensiell reell hendelse. Forskningsdeltakerne skal respondere på denne teksten ved å for eksempel si hva de ville gjøre i den tenkte situasjonen. Slike oppgaver kan gi verdifull innsikt i menneskers tanker og oppfatninger (Hughes & Huby, 2002), og kan fungere som stimuli for gruppediskusjoner (Robson, 2011).

Gruppesamtaler

Den muntlige elevundersøkelsen i denne studien hadde form som en faglig samtale i fokusgrupper. I fokusgrupper leder forskeren en åpen gruppediskusjon om et spesielt tema (Robson, 2011). Å la elevene diskutere hovedoppgaven i fokusgrupper var et bevisst valg. Fokusgruppe kan samle inn datamateriale som er mer naturlig forekommende enn det som fremkommer i en tradisjonell intervjusituasjon (Kamberelis & Dimitriadis, 2011). Fokusgruppe ble valgt som strategi fordi jeg ønsket at elevene skulle formidle tankene sine på en så naturlig måte som mulig. I tillegg ville innblandingen og den potensielle påvirkningen fra meg som forsker ble mindre. I et pilotprosjekt erfarte jeg at det var vanskelig å stille ikke-ledende spørsmål i individuelle intervju med elever, og derfor ønsket jeg å holde min innblanding på et så lavt nivå som mulig. Dessuten anså jeg faglige samtaler i fokusgrupper som en mer effektiv datainnsamlingsmetode enn å gjennomføre individuelle intervjuer. Jeg hadde også en antakelse om at individuelle intervjuer kunne virke mer utfordrende enn gruppesamtaler for elevene og at jeg dermed kunne få flere forskningsdeltakere ved å benytte gruppesamtaler.

I gruppesamtalene lot jeg dialogen mellom elevene pågå så lenge den varte, og stilte bare spørsmål når samtalen stoppet opp og når samtalen beveget seg langt utenfor det temaet hovedoppgaven handlet om. Samtalen i fokusgruppene hadde derfor det Robson (2011) kaller en ustrukturert form.

Praktisk gjennomføring av datainnsamling

Observasjon av undervisning ble gjennomført i en periode på to uker. I de tre første undervisningstimen ble det kun tatt feltnotater. I de seks siste undervisningstimen ble det tatt lydopptak av undervisningen i tillegg til feltnotater. Hensikten med feltnotater var å dokumentere det læreren skrev på tavlen. Da det ikke ble tatt lydopptak av undervisningen noterte jeg også ned så mye som mulig av lærerens bruk av begreper. Siden hensikten med lydopptak var å dokumentere lærerens undervisning av begreper og sammenhenger mellom begreper ble læreren utstyrt med en mikrofon tilkoblet en lydopptakende enhet. Hvorvidt også elevenes kommunikasjon

ble fanget opp av mikrofonen var avhengig av lærerens bevegelse i klasserommet i forhold til elevene.

Seks dager etter at observasjon var avsluttet ble den skriftlige og den muntlige elevundersøkelsen gjennomført. Den skriftlige delen ble gjennomført først. Denne gjennomførte elevene individuelt i klasserommet og de satt med minst én ledig skrivepult mellom hverandre. Først fikk elevene 15 minutter til å svare på en spørreundersøkelse. Da alle hadde levert sin besvarelse fikk de 20 nye minutter til å svare på hovedoppgaven. Da elevene hadde gjennomført den skriftlige undersøkelsen gikk vi videre til den muntlige undersøkelsen. Siden denne skulle gjennomføres som en gruppesamtale i fokusgrupper, delt jeg elevene inn i to grupper. Gruppe 1 bestod av Ingrid, Julie, Linn, Martin. Gruppe 2 bestod av Anne, Kristin og Silje. Dette gjorde jeg fordi jeg anså gruppestørrelser på henholdsvis fire og tre elever var passende for gruppesamtalene. Undersøkelsen ble gjennomført på et grupperom hvor elevene og jeg satt plassert rundt en skrivepult. Det ble tatt lydopptak av den faglige samtalen. Gruppe 1 fikk avsatt mer tid til den faglige samtalen enn gruppe 2 siden de var en elev mer i gruppen. Varigheten på de faglige samtalene var 20 minutter for gruppe 1 og 16 minutter for gruppe 2.

3.4 Metoder for behandling av datamaterialet

3.4.1 Transkripsjon av lydopptak

Innenfor kvalitativ analyse er det vanlig å analysere datamaterialet i form av skriftlig tekst (Gibbs, 2007). En stor del av datamaterialet i denne masterstudien var i utgangspunktet det Vagle et al. (1993) kaller *verbalspråklige tekster*. For å få disse på skriftlig tekstform ble de omgjort til transkripsjoner. *Transkripsjon* er skriftlig nedtegning av talt tekst (Vagle et al., 1993). Feltnotatene som ble nedtegnet i de tre første undervisningstimene som ble observert gir en begrenset gjengivelse av lærerens kommunikasjon og språklige uttrykk. Gjengivelsen er mer virkelighetsnær for transkripsjonene av lydopptakene fra de seks siste undervisningstimene som ble observert. Tale og skrift er imidlertid ganske ulike realiseringer av språk. Tale har et vidt uttrykksrepertoar, som består av for eksempel setningsmelodi, taletempo, kroppsspråk, trykk og pauser, hvissing, kremting og hosting (Vagle et al., 1993).

Jeg har valgt å gjøre transkripsjonen av lydopptakene så enkel som mulig slik at den er lett forståelig, og gjengir bare pauser av de uttrykkene som ble oppsummert. Disse uttrykkene refereres til med transkripsjonskoder som finnes i Vedlegg H. Gjennom transkripsjonskoder har jeg også valgt å forklare episoder hvor en person avbrytes av en annen, hvor talen gjøres med tilgjort stemme, og hvor den som snakker avbryter seg selv. Det var ofte vanskelig å høre hva som ble sagt av elevene i lydopptakene av undervisningen siden mikrofonen var festet til læreren, og derfor benyttet også transkripsjonskoder for uhørlige ord. Transkripsjonskoder ble også benyttet for å skille mellom lærerens og elevenes tale, for å anonymisere navn på elev eller sted, og for å forklare hva læreren skrev på tavlen.

3.4.2 Datareduksjon

Mye av lærerens undervisning dreide seg om diskusjoner rundt etikk, problemstillinger og utfordringer knyttet til bioteknologi og genteknologi. I denne delen av undervisningen var det liten bruk av begrepene som inngår i begreppssystemet. Det oppstod derfor et behov for å redusere datamaterialet slik at jeg videre kunne konsentrere meg om data som var relevant for å svare på studiens forskningsspørsmål. Det var også behov for å redusere datamaterialet i elevenes skriftlige besvarelser og i transkripsjonen av gruppesamtalene.

Identifisering av begrepskoblinger

Datareduksjonen ble gjort ved å identifisere begrepskoblinger (Scott et al., 2011). Siden Scott et al. (2011) ikke gir en definisjon av begrepskoblinger, valgte jeg å basere identifiseringen av begrepskoblinger på følgende kriterium: At to begreper fra begreppssystemet inngikk i en ytring og at begrepene var satt i sammenheng.

Konstruering av begrepskart

For å gi en oversikt over begrepskoblingene som ble identifisert ble det konstruert *begrepskart*, inspirert av Novak og Gowin (1984). Ifølge Novak og Gowin (1984) representerer ofte begrepskart en hierarkisk organisering av begreper. Sammenhengene mellom begrepene går derfor ofte i én bestemt retning, fra de generelle og overordnede til de mer spesifikke begrepene, noe som kan illustreres med piler. Jeg valgte å se bort fra dette under konstrueringen av begrepskart, fordi jeg mente det ikke var relevant å presentere det hierarkiske forholdet mellom begrepene i begreppssystemet for å svare på studiens forskningsspørsmål. I tillegg skal begrepene og koblingene mellom dem danne proposisjoner i begrepskartene beskrevet av Novak (1990). Dette ble heller ikke vektlagt da jeg konstruerte begrepskart for å illustrere de begrepskoblingene jeg hadde identifisert i datamaterialet. Fordi jeg skulle analysere begrepskoblingene på ord- og setningsnivå valgte jeg å inkludere lærerens og elevenes faktiske ytringer i begrepskartene. Først i Analyse del 1 (se underkapittel 3.5) ble disse ytringene brutt ned til proposisjoner.

Begrepskartet som ble presentert i figur 3.1 illustrerer hvordan jeg konstruerte begrepskartene som illustrerer noen av elevenes begrepskoblinger (se for eksempel begrepskartet som illustrerer Annes begrepskoblinger i Vedlegg N). I disse begrepskartene ble elevenes ytringer plassert i tekstbokser som illustrerer hvordan de knyttet to og to begreper sammen. I begrepskartene til læreren og to elever ble ikke slike tekstbokser benyttet, rett og slett på grunn av plassmangel. Jeg benyttet store bokstaver i små ”bokser” for å henvise til ytringene som jeg presenterte med samsvarende bokstav i tekst, altså utenfor begrepskartet (se for eksempel Vedlegg M).

3.5 Metoder for analyse av datamaterialet

Analysen av datamaterialet er kompleks og består av flere trinn. For å strukturere analysen har jeg valgt å dele den inn i to deler: del 1 og del 2. Analyse del 1 konsentrerte seg om lærerens og elevenes begrepskoblinger som ble identifisert i datamaterialet. Hensikten med analyse del 2 var å få ytterligere innsikt i lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet, og i ulike sammenhenger.

3.5.1 Analyse del 1

Semantisk analyse

Den semantiske analysen gikk ut på å undersøke om kohesjonsmekanismer beskrevet i underkapittel 2.2.1 markerte semantiske sammenhenger eksplisitt i de identifiserte begrepskoblingene. Denne analysen konsentrerte seg om ord, fraser og setninger, og undersøkte dermed semantiske sammenhenger på mikronivå.

Siden lærerens begrepskoblinger i undervisningstimer nr. 1-3 ikke var dokumentert med lydopptak så jeg bort fra disse begrepskoblingene i den semantiske analysen. Dette fordi lærerens kommunikasjon i disse tre undervisningstimer ikke var gjengitt på ordnivå, det vil si på et nivå som er nødvendig for å gjennomføre en semantisk analyse.

Analysen tok utgangspunkt i et analytisk verktøy som jeg baserte på kohesjonsmekanismene beskrevet av Lemke (1990) og Vagle et al. (1993) (se underkapittel 2.2.1). Analyseverktøyet bestod av koder for de ulike kohesjonsmekanismene, og koder for å forklare hva som markerer den semantiske sammenhengen mellom to begreper i en begrepskobling. Den sistnevnte kodetypen har jeg valgt å kalle *markører*. Kodene som ble benyttet i den semantiske analysen er presentert i tabell 3.3.

Selv om analyseverktøyet var basert på Lemke (1990) og Vagle et al. (1993) ble det tilpasset for at det skulle bli mer anvendelig. En av tilpasningene jeg gjorde var å slå sammen Spesifisering og Generalisering til én type kohesjonsmekanisme. Spesifisering og Generalisering er ifølge Vagle et al. (1993) prinsipielt like, men går i hver sin retning: fra det generelle til det spesielle eller omvendt. På samme måte slo jeg sammen Agent og Mål beskrevet av Lemke (1990) til én kohesjonsmekanisme. Grunnen til dette er at jeg erfarte at agent og mål opptrer sammen: en agent virker på et mål. En annen tilpasning jeg gjorde var å slå sammen noen av kohesjonsmekanismene beskrevet av Lemke (1990) med de ulike typene kohesjonsmekanismene for setningskobling, beskrevet av Vagle et al. (1993). Jeg slo også sammen Årsak beskrevet av Lemke med Kausalitet beskrevet av Vagle et al.. Denne kohesjonsmekanismen valgte jeg å kalle Årsak-Virkning. Tid (Lemke) ble slått sammen med Temporal (Vagle et al.) til Tid. Addisjon (Lemke) ble sammenslått med Tillegg (Vagle et al.), og kalles Tillegg. Variasjon (Lemke) ble slått sammen med Kontrast og Alternativ (Vagle et al.) og denne kohesjonsmekanismen valgte

Tabell 3.3: Analytisk verktøy for semantisk analyse. Tabellen viser koder for de ulike kohesjonsmekanismer og for ulike markører som sammen utgjør oppgavens verktøy for semantisk analyse. Hvordan markørene kan anvendes i en semantisk analyse er forklart i tabellen.

| Kohesjonsmekanisme | KM | Markør | Forklaring |
|----------------------------------|------|---------------|---|
| Tekstreferanse | TREF | (tref) | Et ord (en proform) som gjentar et element fra forrige setning. |
| Synonymi | SYN | (s1), (s2) | Begrep 1 (s1) og begrep 2 (s2) som er synonyme. |
| Hyponomi | HYP | (o), (u) | Overordnet begrep (o) og underordnet begrep (u). Ved to ko-hyponymer: (u1), (u2). |
| Antonymi | ANT | (a1), (a2) | Begrep 1 (a1) og begrep 2 (a2) som er antonymer. |
| Spesifisering– Generalisering | S–G | (spe), (gen) | Spesifisert begrep (spe) og generalisert begrep (gen). |
| Tid | TID | (tid) | Ett eller flere ord som sier noe om tidsforholdet mellom de to begrepene, f. eks. <i>før</i> , <i>etter</i> , <i>samtidig</i> . Når det er to slike ord i en ytring benyttes (tid1) og (tid2). |
| Lokalisering | LOK | (lok) | Ett eller flere ord som sier noe om det romlige forholdet mellom de to begrepene, f. eks. <i>oppå</i> , <i>inni</i> , <i>bak</i> . |
| Årsak– Virkning | Å–V | (års), (virk) | Ett eller flere ord som forklarer årsaken (års) til hvorfor en virkning/prosess (virk) inntraff. |
| Agent–Mål | A–M | (age), (mål) | Et begrep er agent (age) og et annet er mål (mål). |
| Utdypning | UTD | (utd) | Noe utdypes med ett eller flere ord, f. eks. <i>det vil si ...</i> , <i>for eksempel ...</i> , <i>nemlig ...</i> |
| Tillegg | TIL | (til) | Et eller flere ord som legger til en opplysning til en annen, f. eks. <i>og</i> . |
| Variasjon | VAR | (var) | Ett eller flere ord som signaliserer variasjon mellom to begreper. Kan være kontrast, f. eks. <i>men</i> , på <i>den andre siden</i> , <i>i motsatt fall</i> , eller alternativ, f. eks. <i>eller</i> . |
| Blandet kobling | BKO | (bko) | Ett eller flere ord som kobler et begrep i foregående setning til hele neste setning eller omvendt, f. eks. <i>det</i> , <i>dette</i> , <i>at</i> , <i>som</i> . |

jeg å kalle Variasjon. Legg merke til at jeg skriver kohesjonsmekanismene med stor forbokstav.

På grunn av tilpasningene ovenfor har jeg valgt å se bort fra Vagle et al. (1993) sitt skille mellom kohesjonsmekanismer på ordnivå (tekstreferanse og leksikalsk kohesjon) og setningsnivå (setningskobling og blandet kobling). Faktorer som har støttet opp under dette valget er at det er semantiske sammenhenger mellom begreper som er av interesse og ikke mellom for eksempel setninger. I tillegg består ikke transkripsjonene av setninger atskilt med punktum på samme måte som vanlige tekster.

Fra begrepskoblinger til proposisjoner

I tillegg til den semantiske analysen ble lærerens og elevenes begrepskoblinger brutt ned til proposisjoner. Begrepskoblinger som ikke inneholdt kohesjonsmekanismer ble brutt ned til proposisjoner med en pragmatisk tilnærming.

Proposisjoner er enkle sakspåstander (Vagle et al., 1993). Et trinn i analysen av begrepskoblingene var derfor å undersøke om jeg anså proposisjonene som representerte lærerens og elevenes begrepskoblinger som sanne eller usanne.

Kategorisering av lærerens begrepskoblinger

Selv om de fleste av lærerens begrepskoblinger var brutt ned til proposisjoner som jeg anså som sanne, uttrykte noen den semantiske sammenhengen mellom begrepene tydeligere enn andre. I tillegg var noen av lærerens begrepskoblinger brutt ned til proposisjoner jeg anså som usanne. På bakgrunn av disse forskjellene opprettet jeg tre kategorier:

- *Fullverdige begrepskoblinger*: Begrepskoblinger som ble brutt ned til sanne proposisjoner og som ga tydelig uttrykk for den semantiske sammenhengen mellom begrepene.
- *Ufullstendige begrepskoblinger*: Begrepskoblinger som ble brutt ned til sanne proposisjoner, men som kunne uttrykt den semantiske sammenhengen mellom begrepene tydeligere.
- *Villedende begrepskoblinger*: Begrepskoblinger som ble brutt ned til usanne proposisjoner.

Gjennomføring av analyse del 1

Her vil jeg forklare hvordan gjennomføringen av analyse del 1 skal leses med to eksempler. Det første eksemplet er hentet fra analysen av Martins begrepskobling mellom *antibiotikaresistens* og *bakterie* (Vedlegg N):

ANTIBIOTIKARESISTENS – BAKTERIE

79 – I tillegg til at den antibiotikaresistensen fort kan spre seg mellom bakteriene også [...]

PA Fordi 'mellom' i denne ytringen ikke sier noe om det romlige forholdet mellom antibiotikaresistens og bakterie, regnes ikke 'mellom' her som kohesjonsmekanismen Lokalisering. Det ble ikke funnet andre kohesjonsmekanismer i denne ytringen, men den kunne likevel brytes ned til følgende proposisjon:

Proposisjon Antibiotikaresistens kan spre seg mellom bakterier.

Nummeret "79" angir nummeret på ytringen i transkripsjonen av gruppesamtalene (Vedlegg J) og henviser til begrepskoblingen "I tillegg til at den antibiotikaresistensen fort kan spre seg mellom bakteriene også [...]". "–" betyr at det ikke ble funnet noen kohesjonsmekanisme i Martins begrepskobling. "PA" står for pragmatisk analyse og betyr at jeg har analysert ytringen med en pragmatisk tilnærming. Nederst kan en se at jeg har brutt ned Martins begrepskobling til proposisjonen "Antibiotikaresistens kan spre seg mellom bakterier".

Lærerens begrepskobling mellom *bakterie* og *plasmid* er det andre eksemplet på gjennomføringen av analysen av begrepskoblinger:

BAKTERIE – PLASMID

Fullverdig begrepskobling:

351- LOK Men det er som NN sa, man ønsker å sette bak-
352 terien_ et gen inn i et plasmid inn i en (lok) bak-
terie, for eksempel for å få bakterien til å dele seg
mange ganger slik at den får mange stykker.

Proposisjon Et plasmid kan settes inn i en bakterie.

"*Fullverdig begrepskobling*" viser at denne begrepskoblingen ble kategorisert som fullverdig. Numrene "351-352" henviser til linjenumrene hvor lærerens begrepskobling ("Men det er som NN sa, man ønsker å ...") finnes i transkripsjonen av undervisningen (Vedlegg I). Koden LOK viser at kohesjonsmekanismen Lokalisering ble identifisert i lærerens begrepskobling. Markøren (lok) viser at 'inn i en' markerer en semantisk sammenheng mellom *bakterie* og *plasmid* eksplisitt. Siden 'inn i en'

markerer den semantiske sammenhengen er disse ordene uthevet med understreket skrift.

Oppsummering av analyse del 1 med tabeller

For å gi en oversiktlig oppsummering av resultatene fra analysen av lærerens og elevenes begrepskoblinger, ble disse presentert i tabeller. Proposisjonene som representerer lærerens fullverdige, ufullstendige og villedende begrepskoblinger ble sortert i hver sin tabell. Slik fikk jeg oversikt over lærerens undervisning av begrepssystemet. Disse tabellene er presentert i underkapittel 4.1. For å få oversikt over hvordan elevene knyttet sammen begrepene i begrepssystemet ble analysen av elevenes begrepskoblinger oppsummert i en tabell for hver enkelt elev (se Vedlegg O). Lærerens og elevenes samme type begrepskoblinger ble oppsummert i hver sin tabell (Vedlegg P). Slik kunne jeg enklere undersøke om det var sammenhenger mellom lærerens og elevenes begrepskoblinger. I tillegg ble elevenes begrepskoblinger som ikke ble gjort av læreren oppsummert i en egen tabell (se også Vedlegg P).

3.5.2 Analyse del 2

Analyse del 2 bestod av to trinn: (1) *Analyse av enkeltbegreper*, og (2) *Analyse av sammenhenger*.

Trinn 1: Analyse av enkeltbegreper

Det første trinnet gikk ut på å undersøke hvilke enkeltbegreper i begrepssystemet læreren brukte, og forklarte, i undervisningen, og å undersøke elevenes kjennskap til enkeltbegrepene. På bakgrunn av elevenes skriftlige besvarelser på spørreundersøkelsen ble deres kjennskap til begrepene kategorisert som enten *grad A*, *grad B* eller *grad C*:

- *Grad A*: Eleven sier *ikke* at han/hun har sett og/eller hørt begrepet før spørreundersøkelsen, og gir ingen definisjon av begrepet.
- *Grad B*: Eleven har svart at han/hun har sett og/eller hørt begrepet før spørreundersøkelsen, men gir ingen, ukorrekt eller en mangelfull definisjon av begrepet.
- *Grad C*: Eleven har svart at han/hun har sett og/eller hørt begrepet før, og kan gi en grunnleggende definisjon av begrepet.

Trinn 2: Analyse av sammenhenger

Det andre trinnet bestod av å se etter sammenhenger mellom resultatene jeg så langt hadde kommet frem til, både i analyse del 1 og i trinn 1 i analyse del 2. For å få en ytterligere innsikt i lærerens undervisning så jeg etter fellestrekk for lærerens fullverdige begrepskoblinger, for lærerens ufullstendige begrepskoblinger, og for lærerens villedende begrepskoblinger. For å få en bredere innsikt i elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet så jeg etter sammenhenger mellom elevenes kjennskap til enkeltbegrepene, elevenes begrepskoblinger og proposisjonene som representerte elevenes begrepskoblinger. Til slutt undersøkte jeg om det fantes sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse for begrepssystemet.

3.6 Semantisk analyse av begrepssystemet

Da jeg valgte ut de 13 begrepene som danner begrepssystemet denne studien er konsentrert om, undersøkte jeg ikke om, og eventuelt hvilke, semantiske sammenhenger som fantes mellom disse begrepene. Det ble derfor senere gjennomført en semantisk analyse av begrepssystemet. Denne analysen tok utgangspunkt i samme analyseverktøy som ble brukt for å analysere lærerens og elevenes begrepskoblinger (se tabell 3.3).

3.7 Ethiske betraktninger

Kvalitativ forskning krever at forskeren må forholde seg til det etiske aspektet ved forskningen (Gibbs, 2007). Det har jeg forsøkt å etterstrebe etter beste evne. Fordi datainnsamlingen skulle behandle personopplysninger var masterstudien meldepiktig i henhold til personopplysningsloven. Studien ble derfor meldt inn til Norsk senter for forskningsdata (NSD), Personvernombudet for forskning, med prosjektnummer 50063. Studien ble godkjent (se Vedlegg A). Endringer i planleggingen av datainnsamlingen ble ettersendt til NSD (se Vedlegg B og C).

Ett av kravene fra NSD for å gjennomføre studien var at utvalget skulle informeres skriftlig om prosjektet og samtykke til deltakelse. I arbeidet med å utforme et informasjonsskriv til elevene var de forskningsetiske retningslinjene fastsatt av Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH, 2016) til stor hjelp. Før datainnsamlingen tok til informerte jeg elevene muntlig om den planlagte undersøkelsen to ganger (siden det oppstod endringer i planene mine). Senere fikk elevene utdelt et informasjonsskriv om masterstudien og et skjema hvor de kunne samtykke til å delta (se Vedlegg D). Jeg gjennomgikk informasjonen i disse skrivenes og vektla særlig at det var helt frivillig å delta i studien, at elevene kunne trekke seg fra undersøkelsen når som helst uten å måtte oppgi noen grunn for det, og at navnene deres ville være anonymisert i den publiserte masterstudien. Senere

fikk de utdelt et ekstra skjema for å kunne samtykke til deltakelse i en skriftlig undersøkelse (se Vedlegg E). Siden alle elevene var fylt 15 år kunne de ”selv samtykke til at forskeren kan innhente og bruke deres egne personopplysninger” (NESH (2016), s. 20).

Alle elevene samtykket til at jeg kunne ta lydopptak av undervisningen. Som nevnt i kapittel 3.2 samtykket syv elever til å delta på den skriftlige og den muntlige undersøkelsen. Før gjennomføringen av gruppesamtalene, hvor det ble benyttet lydopptak, minnet jeg elevene på at de når som helst kunne trekke seg fra undersøkelsen. Lærerens samtykke til at jeg kunne ta lydopptak av undervisningen ble gitt muntlig. Før datainnsamlingen tok til informerte jeg læreren om den planlagte undersøkelsen, uten å si for mye om hva ved lærerens undervisning jeg ønsket å undersøke. I etterkant av undersøkelsen fikk læreren mulighet til å få innsyn i, og gi meg tilbakemeldinger på, transkripsjonen av undervisningen.

I rapporteringen av denne masterstudien har jeg vært opptatt av å gi en nøytral gjengivelse av studiens kasus, og rapportere både læreren og elevene på en rettferdig og verdig måte. For å bevare elevenes anonymitet har jeg gitt dem fiktive navn som jeg anser som nøytrale. Jeg nevner forøvrig ikke læreren, skolen og navn på andre institusjoner med navn eller annen identifiserende informasjon.

3.8 Studiens troverdighet

Tradisjonelt har begrepene validitet og reliabilitet blitt brukt til å si noe om henholdsvis gyldigheten og påliteligheten til en studie. Disse begrepene har blitt overført fra kvantitativ til kvalitativ forskning (Robson, 2011). I 1981 introduserte imidlertid Egon G. Guba begrepene *kredibilitet* (credibility), *overførbarhet* (transferability), *avhengighet* (dependability) og *bekreftbarhet* (confirmability) for å si noe om troverdigheten til kvalitative studier innenfor det naturalistiske paradigmet (Guba, 1981). Med troverdighet mente han hvordan forskeren kan overbevise seg selv og andre om at funnene er verdt å se på eller ta hensyn til (Lincoln & Guba, 1985). Selv om begrepene til Guba har blitt kritisert for å støtte et syn som bygger på at kvalitative studier er upålitelige og ugyldige (Robson, 2011), velger jeg å benytte meg av disse begrepene når jeg skal si noe om denne studiens troverdighet. Et argument for dette er at denne studien føyer seg inn under det fortolkende forskningsparadigmet, som betyr at det har vært umulig å være fullstendig objektiv. Siden andre menneskers fortolkninger er like gyldige som min egen fortolkning, mener jeg det ikke er opp til meg å avgjøre hvorvidt studien innfrir kravene til validitet og reliabilitet. I dette kapitlet vil jeg derimot gi ærlige redegjørelser av hva som har blitt gjort for å styrke studiens troverdighet.

3.8.1 Kredibilitet

Kredibilitet handler om hvordan en kan etablere tillit til at funnene er holdbare og sanne (Guba, 1981). Det er vanlig å teste kredibiliteten til en studie ved å gjøre såkalte ‘member checks’, det vil si å introdusere forskningsdeltakerne for transkripsjoner eller andre fortolkninger en har gjort av datamaterialet (Robson, 2011). Jeg ga læreren i denne kassstudien mulighet til å lese transkripsjonen av undervisningen som hadde blitt tatt opp med lydopptaker. Guba (1981) anbefaler også ‘peer debriefing’ med andre forskere. Jeg har ikke hatt et forskningsnettverk å støtte meg til, men har lagt frem mange av tankene mine til en medstudent og venninne som også skriver master i didaktikk. Hun har stilt meg kritiske spørsmål og det har ført til gode diskusjoner.

Selv om jeg har gjort grep for at funnene skal være så holdbare og sanne som mulig, måtte jeg innta en fortolkende rolle både for å bryte ned lærerens og elevenes ytringer til proposisjoner med en pragmatisk tilnærming og for å si noe om elevenes forståelse av begrepssystemet. Kredibiliteten til studien avhenger derfor av mitt arbeid med å bryte ned ytringer til proposisjoner. Et grep jeg gjorde for at undersøkelsen av elevenes forståelse av begrepssystemet skulle være så kredibel som mulig var å støtte meg på teori og dermed gjøre teoritriangulering for å kunne si noe om deres forståelse.

3.8.2 Generalisering og overførbarhet

For kassstudier er det nødvendig å redegjøre for hvorvidt studien kan generaliseres og hvordan dette kan gjøres (Robson, 2011). Innenfor naturalistisk forskning unngår en ofte å generalisere funn fra ett enkelt kasus fordi alle sosiale eller atferdsmessige fenomener er bundet til sin naturlige kontekst (Guba, 1981), og fordi det er vanskelig å generalisere funn til settinger som ikke er studert (Firestone, 1993). Guba og Lincoln (1994) mener til og med at generalisering fra kassstudier er umulig. At kassstudier ikke kan bidra til vitenskapelig utvikling er imidlertid en misforståelse ifølge Flyvbjerg (2011). Han mener at kassstudier kan bidra til kollektiv kunnskapsutvikling selv når et kasus vanskelig lar seg generalisere, og at ‘the force of example’ og overførbarhet er undervurdert.

Guba (1981) snakker i likhet med Flyvbjerg (2011) om ‘overførbarhet’ i stedet for generalisering. Overførbarheten sier noe om hvor anvendelig funnene fra en studie gjennomført i én spesifikk kontekst er i en annen kontekst. Den er ifølge Guba (1981) avhengig av hvor like de to kontekstene er. Lincoln og Guba (1985) mener at det er leserens oppgave å avgjøre om en naturalistisk studie kan generaliseres og at forskerens ansvar er å gi såkalte deskriptive ‘tykke beskrivelser’ av forskningens kontekst Guba (1981). Når det gis slike tykke beskrivelser er det mulig å vurdere hvorvidt funnene fra en kassstudie kan anvendes på en ny situasjon gjennom det Firestone (1993) kaller kasus-til-kasus-overføring. Jeg har gitt en tykk beskrivelse av studiens kontekst i kapittel 3.2 og dermed er det kasus-til-kasus-overføring som først og fremst definerer denne studiens overførbarhet.

3.8.3 Avhengighet

Avhengighet er det naturalistiske paradigmet sitt svar på konsistens eller reliabilitet. Reliabilitet handler om at instrumentene som brukes i forskningen må gi stabile resultater og dermed være konsistente. Innenfor det naturalistiske paradigmet er det imidlertid ofte forskeren selv som er instrument. Forskeren bør sørge for at metodene som benyttes er konsistente, men samtidig kan det oppstå variasjoner i metoden på grunn av ny og bedre innsikt som gir økt kompetanse, og disse variasjonene er sporbare ("trackable") (Guba, 1981). En variasjon i metode som ble benyttet for å undersøke lærerens undervisning oppstod da jeg gikk fra å ta feltnotater av det hun sa (time nr. 1-3) til å ta opp det hun sa med en lydopptaker (time nr. 4-9). Dette bidro til at analysen av datamaterialet ikke var helt konsistent, siden lærerens språkbruk i første og andre undervisningsøkt kun ble analysert med en pragmatisk tilnærming, mens resten av lærerens begrepskoblinger og elevenes begrepskoblinger ble analysert med semantisk teori. At semantisk teori ble brukt som analyseverktøy har imidlertid bidratt til at analysen av de fleste begrepskoblingene var konsistent.

Undersøkelsen av elevenes begrepsforståelse ble gjort både skriftlig og muntlig. En av grunnene til dette var et ønske om triangulering, noe som legger til rette for at funn kan underbygges av evidens fra flere kilder (Robson, 2011) og at svakheten ved en metode kan kompenseres med styrken til den andre (Guba, 1981). Guba og Lincoln (1994) kaller dette 'overlappende metoder', noe som også ble benyttet under observasjonen av læreren i økt 3-6 da det hun skrev på tavlen ble dokumentert i feltnotater og det hun sa ble tatt opp med lydopptak.

3.8.4 Bekreftbarhet

Forskning innenfor det naturalistiske paradigmet tar hensyn til at forskerens predisposisjoner (for eksempel tidligere erfaringer) kan påvirke forskerens mulighet til å være nøytral og objektiv. Guba (1981) flytter derfor fokuset fra forskerens objektivitet til datamaterialets bekreftbarhet. Forskerens påstander bør underbygges med dokumentasjon fra minst to datakilder eller teorier, altså triangulering (Guba, 1981). Dette har jeg forsøkt å etterstrebe i analysen og diskusjonen av datamaterialet. For at datamaterialet skal være bekreftbart anbefaler også Guba (1981) at forskeren retter et reflektert blikk mot seg selv og sin orientering for å holde styr på samsvaret mellom forskningens mål og innsamling av hensiktsmessig datamateriale. Dette har jeg forsøkt å gjort ved å notere ned nye idéer og endring i orientering i en egen notatbok for å holde styr på hvor jeg startet og hvor jeg «endte opp», og i rapporteringen av kasusstudien er jeg ærlig på at min orientering tok nye retninger underveis, noe som fikk særlig betydning for datainnsamlingsprosessen.

Et metodevalg som bidro til datamaterialets bekreftbarhet var å ta lydopptak av lærerens kommunikasjon i undervisningsøkt nr. 3-6. Noe jeg anser som en vesentlig svakhet ved studien er at lydopptak ikke ble benyttet for å dokumentere lærerens språklige kommunikasjon i de to første undervisningsøktene. For det første kan

læreren ha gjort forklaringer av enkeltbegreper, gjentatt enkeltbegreper og gjort begrepskoblinger som jeg ikke har registrert eller klart å notere ned i feltnotatene. For det andre ble ikke lærerens undervisning i disse to øktene analysert med semantisk teori. Til tross for dette valgte jeg å bruke feltnotatene fra observasjonen av de to første undervisningsøktene i studien. Dette fordi læreren i stor grad brukte begrepene fra begrepssystemet i disse to øktene og fordi jeg ville fått lite datamateriale å basere studien på uten feltnotatene fra første og andre undervisningsøkt.

Kapittel 4

Resultat

I dette kapitlet presenteres resultater fra del 1 og del 2 av analysen av datamaterialet. Resultatene fra den semantiske analysen av begrepssystemet er presentert i Vedlegg K. Kapitlets oppbygning samsvarer med studiens tre forskningsspørsmål som ble presentert i underkapittel 1.3. Underkapittel 4.1 er fokusert på lærerens undervisning, mens fokuset flyttes over på elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet i underkapittel 4.2. I underkapittel 4.3 sammenlignes funn som er knyttet til de to foregående kapitlene.

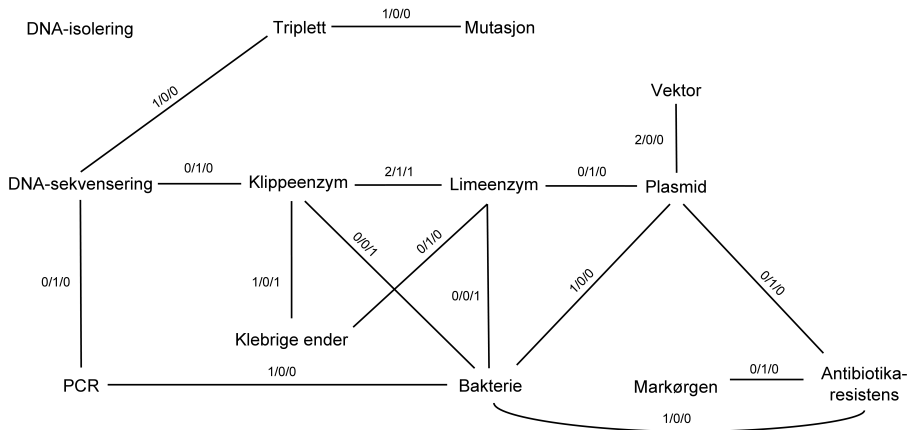
4.1 Lærerens undervisning av begrepssystemet

Lærerens undervisning av begrepssystemet var preget av språklig kommunikasjon, og språk var en viktig redskap i undervisningen. Undervisningen ble oftest gjennomført som helklasseundervisning, og da var lærerens snakk dominerende (jmfør transkripsjon av undervisningen i Vedlegg I). Videre presenteres lærerens undervisning av begrepssystemet ved å gjennomgå hvordan læreren underviste enkeltbegreper og av begrepskoblinger.

4.1.1 Undervisning av enkeltbegreper

Her vil jeg gi en gjennomgang av hvilke begreper fra begrepssystemet læreren brukte til hvilken tid i undervisningen som ble observert, og hvilke begreper læreren forklarte i undervisningen. Antall ganger læreren brukte begrepet presenteres i parentes.

I de to første undervisningsøktene (time nr. 1-3) brukte læreren følgende begreper: *isolere DNA* (1), *DNA-sekvensering* (5), *klebrig ende* (2), *klippeenzym/ restriksjonsenzym/klippe* (2/1/7), *limeenzym/ligering/lime* (1/2/5), *PCR* (6) og *triplett* (4).



Figur 4.1: Lærersens begrepskoblinger. Hver kobling er representert med heltrukket linje mellom de to begrepene som inngår i begrepskoblingen. Sifrene representert som $x/x/x$ viser til antall begrepskoblinger kategorisert som henholdsvis *fullverdig*/*uffullstendig*/*villedende*.

I tredje undervisningsøkt (time nr. 4-5) gjorde biologi 2-klassen et eksperiment hvor de isolerte DNA fra hvitløk. Læreren gjennomgikk hvordan elevene skulle isolere DNA-et, og elevene gjennomførte eksperimentet. DNA-isolering uttrykt som *'isolere DNA'* (2) var det eneste begrepet fra begrepsystemet som ble brukt i denne undervisningsøkten.

I fjerde undervisningsøkt (time nr. 6) benyttet læreren begrepene *antibiotikaresistens* (3), *bakterie* (7), *klippeenzym* som *'klippe'* (4), *limeenzym* som *'lime'* (2), *markørgen* (2), *mutasjon* (1), *PCR* (3), *plasmid* (5), *triplett* (2) og *vektor* (4).

I siste del av fjerde undervisningsøkt og i femte og sjette undervisningsøkt brukte læreren mye tid på snakke med elevene om hva som er mulig med genmodifisering og bioteknologi, og etiske utfordringer og dilemmaer knyttet til dette. Det var mindre bruk av faglige begreper i disse undervisningsøktene. Læreren brukte begrepene *klippeenzym* som *antibiotikaresistens* (3), *bakterie* (14), *klebrig ende* (1), *'klippe'* (7), *limeenzym* som *'lime'* (5), *mutasjon* (1), *plasmid* (3) og *triplett* (1) i femte undervisningsøkt (time nr. 7-8). I den siste undervisningsøkten (time nr. 9) nevnte læreren *'klippe'* (3) og *'lime'* (2).

Læreren forklarte betydningen av begrepene *DNA-isolering*, *DNA-sekvensering*, *klebrig ende*, *limeenzym*, *PCR*, *klippeenzym*, *triplett* og *vektor* i undervisningen. Læreren forklarte ikke betydningen av *antibiotikaresistens*, *bakterie*, *markørgen*, *mutasjon* og *plasmid*. I samtale med læreren kom det frem at klassen hadde arbeidet med begrepene *mutasjon* og *triplett* tidligere. Lærersens forklaringer av enkeltbegrepene som inngår i begrepsystemet er presentert i Vedlegg B.

4.1.2 Begrepskoblinger

I del 1 av analysen ble læreren begrepskoblinger¹ sortert i tre kategorier: *fullverdige*, *ufullstendige* og *villedende* begrepskoblinger. Videre oppsummeres resultater fra denne analysen i tabeller. Samtidig vil jeg gjennomgå fellestrekk for begrepskoblinger innenfor de enkelte kategoriene. Ved behov henvises det til linjenumre i transkripsjon av læreren undervisning (Vedlegg I). Linjenumrene presenteres med *kursiv* skrift i parentes. Begrepskoblingene innenfor de ulike kategoriene er oppsummert i figur 4.1. Der kan en se at *DNA-isolering* ikke inngikk i noen av læreren begrepskoblinger.

Fullverdige begrepskoblinger

Resultatet fra analysen av læreren fullverdige begrepskoblinger er presentert i tabell 4.1. Læreren fullverdige begrepskoblinger har til felles at (1) begge begrepene som inngår i begrepskoblingen er uttrykt eksplisitt, og (2) den semantiske sammenhengen mellom begrepene kommer tydelig til uttrykk. Sammenhengen mellom begrepene ble markert med kohesjonsmekanismer i begrepskoblingene *klippeenzym* – *limeenzym*, *plasmid* – *vektor*, *bakterie* – *plasmid*, *antibiotikaresistens* – *bakterie* og *bakterie* – *PCR*. Det finnes ingen gjengivelse av ytringene hvor begrepskoblingene *DNA-sekvensering* – *triplett* og *klebrig ende* – *klippeenzym* ble gjort, og derfor vites det ikke om læreren også benyttet kohesjonsmekanisme for å markere sammenhengen mellom begrepene i disse begrepskoblingene. Læreren begrepskobling *mutasjon* – *triplett* (317-322) ble avbrutt av et innspill fra en elev, og det ble ikke benyttet kohesjonsmekanisme for å markere sammenhengen mellom begrepene.

Ufullstendige begrepskoblinger

Resultatet fra analysen av læreren ufullstendige begrepskoblinger er presentert i tabell 4.2. Da jeg tok med meg dette resultatet inn i analysens del 2, fant jeg noen kjennetegn på læreren ufullstendige begrepskoblinger. Disse var (1) Mangel på eksplisitt uttrykk av begrep, (2) Utydelig uttrykk av sammenheng mellom begrep, og (3) Ukorrekt bruk av begrep.

¹Se del 1 av analysen av læreren begrepskoblinger i Vedlegg M.

Tabell 4.1: Resultat fra analyse del 1 av lærerens *fullverdige begrepskoblinger*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens fullverdige begrepskoblinger ble brutt ned til. Eksplisitt markerte semantiske sammenhenger i lærerens begrepskoblinger er forklart med koder for de ulike kohesjonsmekanismene (KM)* og markører i parenteser.

| BK | KM | Proposisjon |
|--------------------------------|-----|---|
| klippeenzym, lime-enzym | – | En kan klippe ut et gen og lime det inn i en bakterie. |
| | HYP | To <u>enzym</u> er (o), r og l, står for restriksjonsenzym og ligeringsenzym, eller <u>klippe</u> (u1) og <u>lime</u> (u2). |
| klebrig ende, klippeenzym | – | Vi vil klippe klebrige ender fordi de er enklere å feste sammen enn ender som har blitt klippet rett av. |
| plasmid, vektor | SYN | Begrepet <u>vektor</u> (s1) brukes om <u>plasmid</u> (s2). |
| | – | En bruker vektorer, plasmid, for å lime inn et gen i en plante. |
| bakterie, plasmid | LOK | Et plasmid kan settes <u>inn</u> i (lok) en bakterie. |
| antibiotikaresistens, bakterie | Å–V | De bakteriene som <u>ikke har fått inn genet for antibiotikaresistens</u> (års) <u>vil dø med det samme</u> (virk). |
| DNA-sekvensering, triplett | – | DNA-sekvensering finner rekkefølgen av baser eller trippletter. |
| bakterie, PCR | BKO | <u>Det</u> (bko) [Å sette et plasmid inn i en bakterie for å få bakterien til å dele seg mange ganger slik at den får mange stykker] er nesten som PCR. |
| mutasjon, triplett | – | Mutasjon, når en mister en base eller får inn en base ekstra, gjør at alle gentriplettene blir feil etterpå. |

* HYP = Hyponymi, SYN = Synonymi, LOK = Lokalisering, Å–V = Årsak–Virkning, BKO = Blandet kobling. Disse er forklart i underkapittel 4.2.

Tabell 4.2: Resultat fra analyse del 1 av lærerens *ufullstendige* begrepskoblinger. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens ufullstendige begrepskoblinger ble brutt ned til. Eksplisitt markerte semantiske sammenhenger i lærerens begrepskoblinger er forklart med koder for de ulike kohesjonsmekanismene (KM)* og markører i parenteser.

| BK | KM | Proposisjon |
|---------------------------------|------|---|
| klippeenzym, limeenzym | TID | Gener kan klippes ut <u>og så</u> (tid) settes inn helt presist. |
| limeenzym, plasmid | LOK | Et gen kan settes <u>inn i</u> (lok) et plasmid. |
| antibiotikaresistens, plasmid | TID | Når en setter inn et gen i en plante med et plasmid får en <u>samtidig</u> (tid) med et gen for antibiotikaresistens. |
| antibiotikaresistens, markørgen | TREF | Når en kobler på det genet for antibiotikaresistens, så vil de bakteriene som ikke har fått inn <u>det her</u> (tref) dø med det samme. |
| DNA-sekvensering, klippeenzym | TID | Med DNA-sekvensering får en ut base-rekkefølgen, <u>og så</u> (tid) kan dette klippes inn i en bakterie. |
| DNA-sekvensering, PCR | TID | Først må vi finne ut hvilken DNA-sekvens vi snakker om <u>og så</u> (tid) kan vi oppkopiere med PCR. |
| klebrig ende, limeenzym | – | Det er enklere å feste sammen to klebrige ender enn ender som har blitt klippet rett av. |

* TID = Tid, LOK = Lokalisering, TREF = Tekstreferanse. Disse er forklart i .

1. Mangel på eksplisitt uttrykk av begrep

I noen av lærerens ufullstendige begrepskoblinger var bare det ene begrepet uttrykt eksplisitt. Jeg mener den semantiske sammenhengen mellom begrepene ville kommet tydeligere frem dersom begge begrepene kom eksplisitt til uttrykk. Dette gjelder følgende begrepskoblinger: *limeenzym – plasmid*, *klippeenzym – limeenzym*, *klebrig ende – limeenzym* og *DNA-sekvensering – PCR*.

I de tre førstnevnte begrepskoblingene var det begrepet limeenzym som ikke var uttrykt eksplisitt. Begrepskoblingen mellom limeenzym og plasmid har blitt brutt ned til proposisjonen 'Et gen kan settes inn i (lok) et plasmid'. Her kan en se at læreren sa *sette inn*. Dette kan en også se i proposisjonen som kommer fra begrepskoblingen mellom klippeenzym og limeenzym: 'Gener kan klippes ut og så (tid) settes inn helt presist'. Proposisjonen 'Det er enklere å feste sammen to klebrige ender enn ender som har blitt klippet rett av' representerer lærerens begrepskobling mellom klebrig ende og limeenzym. Her kan en se at læreren sa *feste sammen*. Med en pragmatisk tilnærming hvor jeg ser på bruken av 'sette inn' og 'feste sammen' som fokuserte hendelser innenfor en større sammenheng, antar jeg at 'sette inn' og 'feste sammen' representerer 'å lime inn med limeenzymer' og 'å lime sammen med limeenzymer'. Disse ordene er forbundet med referenten limeenzym. Læreren bruker altså andre ord i stedet for *lime* og *limeenzym* for å representere denne referenten.

I begrepskoblingen *DNA-sekvensering – PCR* var ikke DNA-sekvensering uttrykt eksplisitt. Læreren sa imidlertid "å finne ut akkurat hvilken DNA-sekvens vi snakker om, ikke sant, og hvordan den ser ut" (444). Dette kan finnes ut med DNA-sekvensering. Siden læreren videre sa at 'nå snakker vi om alle de ordene vi har holdt på med' (445), og siden hun forklarte DNA-sekvensering for elevene i første undervisningsøkt (138), antar jeg at læreren her hadde DNA-sekvensering i tanke.

2. Utydelig uttrykk av sammenheng mellom begrep

I begrepskoblingene som knyttet *antibiotikaresistens* til *plasmid* og *markørgen* mener jeg at kohesjonsmekanismene ikke markerte sammenhengen mellom begrepene tydelig nok.

Den førstnevnte begrepskoblingen har jeg brutt ned til proposisjonen 'Når en setter inn et gen i en plante med et plasmid får en samtidig (tid) med et gen for antibiotikaresistens'. Proposisjonen er sann, og viser at en får med et gen for antibiotikaresistens *samtidig* som et annet gen settes inn med plasmid i en plante. Den viser imidlertid også at lærerens ytring ikke forklarer *hvordan* en får med genet for antibiotikaresistens inn i planten. Her mener jeg læreren burde forklart at genet for antibiotikaresistens limes inn i plasmidet på samme måte som genet som settes inn i planten.

Selv om læreren uttrykte markørgen eksplisitt i begrepskoblingen *antibiotikaresistens – markørgen* mener jeg at sammenhengen mellom begrepene ikke var så tydelig som den kunne ha vært, til tross for at kohesjonsmekanismen Tekstreferanse var

brukt. Læreren introduserte først elevene for begrepet markørgen, før en elev forklarte hva et markørgen var (375-378). Da læreren igjen fikk ordet sa hun "For når vi kobler på det (tref) genet for antibiotikaresistens [...]" (379-380). For å markere sammenhengen mellom markørgen og antibiotikaresistens tydeligere mener jeg at læreren her kunne brukt begrepet markørgen i stedet for å bare referere til 'det' med Tekstreferanse. En årsak til at dette ikke ble gjort kan være at læreren i samme ytring gjorde den fullverdige begrepskoblingen *antibiotikaresistens – bakterie*.

3. Ukorrekt bruk av begrep

I følgende ytring mener jeg at læreren gjør ukorrekt bruk av et begrep: "Eee, DNA-sekvensering, og så (tid) klippes dette inn i en bakterie" (366-367). Jeg antar at den intenderte betydningen var at baserekkefølgen til et gen først kan finnes med DNA-sekvensering, og så kan genet klippes ut og deretter limes inn i en bakterie. Begrepskoblingen *DNA-sekvensering – klippeenzym* ble derfor identifisert i ytringen. Læreren bruk av kohesjonsmekanismen Tid uttrykker et korrekt tidsforhold mellom DNA-sekvensering og klippeenzym. Læreren bruk av 'klippe inn' er imidlertid ukorrekt, og gjør begrepskoblingen ufullstendig. 'Klippe inn' ble også brukt i noen av læreren villedende begrepskoblinger.

Villedende begrepskoblinger

Resultatet fra analysen av læreren villedende begrepskoblinger er oppsummert i tabell 4.3. Der kan en se at de villedende begrepskoblingene kunne brytes ned til usanne proposisjoner.

Læreren sa 'klippe inn i (lok)' og brukte dermed kohesjonsmekanismen Lokalisering i begrepskoblingene *klippeenzym – limeenzym* og *bakterie – klippeenzym*. Denne kohesjonsmekanismen er årsaken til at proposisjonene som representerer begrepskoblingene er usanne. Den sistnevnte begrepskoblingen gjorde læreren to ganger. Med denne mente læreren trolig at gener kan klippes ut og deretter limes inn. Dersom dette er tilfelle, finner en i tillegg proposisjonen for *bakterie – limeenzym* i *bakterie – klippeenzym*, siden læreren sa at "og så klippes dette inn i en bakterie" (367, se også 731-732). Proposisjonen 'Et gen kan limes inn i (lok) en bakterie' som representerer *bakterie – limeenzym* er også usann, fordi et gen ikke kan limes direkte inn i en bakterie. Læreren mente trolig at et gen kan limes inn i et *plasmid*, som videre kan settes inn i en bakterie. Jeg mener også at bruken av kohesjonsmekanismen Lokalisering i følgende proposisjon gjør begrepskoblingen *klebrig ende – klippeenzym* usann. En kan ikke klippe ut sykdomsgener i (lok) en klebrig ende, men en kan klippe/danne klebrige ender når en klipper ut et gen.

Alle de villedende begrepskoblingene kan brytes ned til usanne proposisjoner på grunn av bruken av kohesjonsmekanismen Lokalisering. Dette fordi kohesjonsmekanismen uttrykker en usann sammenheng mellom begrepene i begrepskoblingen.

Tabell 4.3: Resultat fra analyse del 1 av lærerens *villedende begrepskoblinger*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens villedende begrepskoblinger ble brutt ned til. Eksplisitt markerte semantiske sammenhenger i lærerens begrepskoblinger er forklart med koden LOK for kohesjonsmekanismen (KM) Lokalisering. Markøren (lok) som viser hva som markerte den semantiske sammenhengen. Lokalisering er forklart i underkapittel 4.2.

| BK | KM | Proposisjon |
|---------------------------|-----|---|
| klippeenzym, limeenzym | LOK | En kan klippe gener <u>inn</u> i (lok) noe. |
| klebrig ende, klippeenzym | LOK | En kan klippe ut sykdomsgener i (lok) en klebrig ende. |
| bakterie, limeenzym | LOK | Et gen kan limes <u>inn</u> i (lok) en bakterie. |
| bakterie, klippeenzym | LOK | Baserekkefølgen for EPO kan klippes <u>inn</u> i (lok) og produseres i en bakterie. |

4.2 Elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet

I dette kapitlet presenteres først elevenes grad av kjennskap til de 13 enkeltbegrepene som inngår i begrepssystemet, og elevenes begrepskoblinger som ble analysert i analyse del 1². Deretter sammenligner jeg elevenes forståelse av begrepssystemet, som deres begrepskoblinger og kjennskap til enkeltbegrepene gir uttrykk for. Til slutt trekker jeg frem interessante funn ved elevenes begrepsbruk.

4.2.1 Kjennskap til enkeltbegreper

Elevenes grad av kjennskap til enkeltbegrepene i begrepssystemet er presentert i tabell 4.4. Det var variasjon i elevenes grad av kjennskap til de ulike begrepene. Kjennskap grad A innebærer at eleven ikke hadde sett og/eller hørt ordet før spørreundersøkelsen, og ikke ga noen grunnleggende definisjon av begrepet. Kjennskap grad B innebærer at eleven hadde sett og/eller hørt begrepet før, men ga ingen, ukorrekt eller mangelfull definisjon av begrepet. Grad C innebærer at eleven hadde sett og/eller hørt begrepet før, og ga en grunnleggende definisjon av begrepet.

²Se del 1 av analysen av elevenes begrepskoblinger i Vedlegg N. Denne analysen er oppsummert i tabeller i Vedlegg O.

Tabell 4.4: Elevenes grad av kjennskap til de 13 begrepene.

Elevenes* kjennskap til begrepene kategorisert som *A* (hadde ikke sett eller hørt begrepet før spørreundersøkelsen), *B* (hadde sett eller hørt begrepet før spørreundersøkelsen, men ga ingen, ukorrekt eller mangelfull definisjon av begrepet) eller *C* (hadde sett og/eller hørt begrepet før spørreundersøkelsen, og kunne gi en grunnleggende definisjon av begrepet). Begreper som inngår i en eller flere av hver enkelt elevs begrepskoblinger er uthevet med fet skrift. Tabellen viser også hvor mange begreper hver elev har benyttet i en eller flere begrepskoblinger, og hvor mange av disse begrepene elevene hadde grad C av kjennskap til.

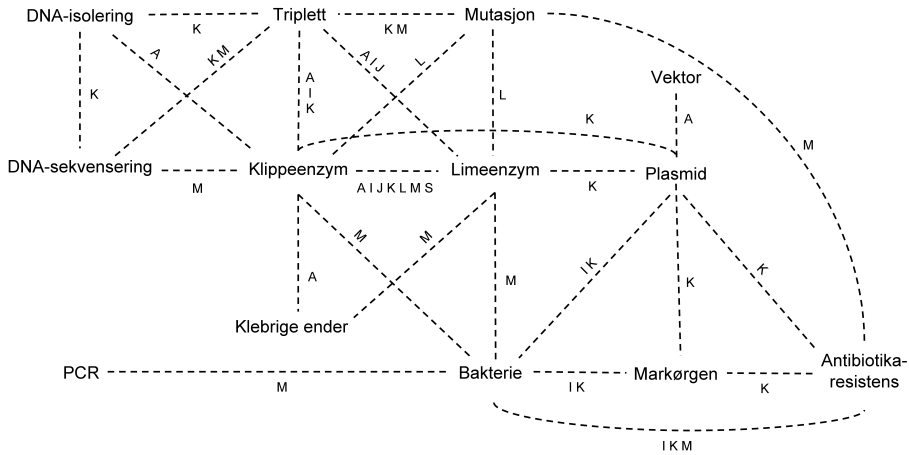
| | A | I | J | K | L | M | S |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Antibiotikaresistens | C | C | C | C | C | C | B |
| Bakterie | B | C | C | C | C | C | B |
| DNA-isolering | B | B | A | C | B | C | B |
| DNA-sekvensering | B | C | B | C | B | C | B |
| Klebrig ende | C | C | B | A | B | C | B |
| Klippeenzym | C | C | B | C | C | C | C |
| Limeenzym | C | C | B | C | C | C | C |
| Markørgen | A | B | A | C | A | A | B |
| Mutasjon | C | C | B | C | C | C | C |
| PCR | C | C | B | B | B | C | C |
| Plasmid | B | C | B | C | B | B | B |
| Triplett | B | C | C | C | C | C | C |
| Vektor | A | C | A | B | A | B | B |
| Antall begreper eleven viste kjennskap grad C til | 6 | 11 | 3 | 10 | 6 | 10 | 5 |

* A = Anne, I = Ingrid, J = Julie, K = Kristin, L = Linn, M = Martin, S = Silje

Antall begreper elevene viste kjennskap grad C til fordelte seg slik, fra høyest til lavest antall: Ingrid, Kristin/Martin, Anne/Linn, Silje, Julie.

4.2.2 Begrepskoblinger

Elevenes begrepskoblinger er oppsummert i figur 4.2. Alle elevene gjorde begrepskobling mellom *klippeenzym* og *limeenzym*. Denne begrepskoblingen var den eneste Silje gjorde. Julie og Linn gjorde henholdsvis en og to i tillegg, og begge disse knyttet enten klippeenzym eller limeenzym til et annet begrep. Anne og Ingrid gjorde begge seks begrepskoblinger. Noen av disse koblet *ikke* klippeenzym eller limeenzym til et annet begrep. Kristin og Martin gjorde klart flest begrepskoblinger. Mange av disse inneholdt verken klippeenzym eller limeenzym.



Figur 4.2: Elevenes begrepskoblinger. Hver kobling er representert med stiptet linje mellom de to begrepene som inngår i begrepskoblingen. Bokstavene står for de fiktive navnene på elevene: A = Anne, I = Ingrid, J = Julie, K = Kristin, L = Linn, M = Martin, S = Silje.

4.2.3 Antall sanne/usanne proposisjoner

Elevenes begrepskoblinger har til sammen blitt brutt ned til 50 proposisjoner. Av disse mener jeg kun syv er usanne (se tabell 4.5). Kristin skiller seg ut med 20 sanne proposisjoner, og ingen usanne. Elevenes usanne proposisjoner er presentert i tabell 4.6.

Tabell 4.5: Elevenes antall sanne og usanne proposisjoner. Tabellen viser en oversikt antall sanne og usanne proposisjoner for elevene Anne (A), Ingrid (I), Julie (J), Kristin (K), Linn (L), Martin (M) og Silje (S).

| | A | I | J | K | L | M | S | Total |
|--------------|---|---|---|----|---|----|---|-------|
| Sann | 5 | 5 | 2 | 20 | 0 | 10 | 1 | 43 |
| Usann | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 7 |
| Total | 6 | 7 | 2 | 20 | 3 | 11 | 1 | 50 |

Tabell 4.6: Elevenes usanne proposisjoner. Elevenes* begrepskoblinger (BK) som ble brutt ned til usanne proposisjoner. Koder for kohesjonsmekanisme (KM) viser hvilke kohesjonsmekanismer som var benyttet. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger mellom begrepene eksplisitt.

| Elev | BK | KM | Proposisjon |
|------|--------------------------------|-----|--|
| A | limeenzym, triplett | A–M | <u>Limeenzym</u> (age) brukes til å lime sammen DNA-et slik at <u>triplekten gir en annen virkning eller informasjon enn normalt (mål)</u> . |
| I | antibiotikaresistens, bakterie | LOK | Antibiotikaresistens er <u>på</u> (lok) bakterier. |
| I | bakterie, markørgen | LOK | Et markørgen ligger <u>på</u> (lok) en bakterie. |
| L | klippeenzym, mutasjon | Å–V | Ved å bruke <u>klippeenzym</u> (års) skjer en <u>mutasjon</u> (virk). |
| L | limeenzym, mutasjon | Å–V | Ved å bruke <u>limeenzym</u> (års) skjer en <u>mutasjon</u> (virk). |
| L | klippeenzym, limeenzym | VAR | Klippeenzym gjør at en kan erstatte genet for PG med det ønskede genet. En kan <u>eventuelt</u> (var) bruke limeenzym for å lime på det ønskede genet. |
| M | mutasjon, triplett | Å–V | Når et gen settes inn i en zygote <u>endres rekkefølgen av trippletter</u> (års) og det skjer en <u>mutasjon</u> (virk). |

* A = Anne, I = Ingrid, J = Julie, K = Kristin, L = Linn, M = Martin, S = Silje

4.2.4 Gruppering basert på begrepskjennskap og begrepskoblinger

Analysen av elevens kjennskap til de 13 begrepene i begrepssystemet og deres begrepskoblinger resulterte i følgende funn:

- Julie, Linn og Silje hadde grad C av kjennskap til færrest begreper. To av disse elevene (hvem varierte for hvert begrep) hadde kjennskap grad C til *antibiotikaresistens*, *bakterie*, *klippeenzym*, *limeenzym*, *mutasjon* og *triplett* (tabell 4.4). Disse elevene gjorde færrest begrepskoblinger (figur 4.2), og hadde lavest antall sanne proposisjoner (tabell 4.5).
- Anne hadde grad C av kjennskap til 6 begreper og Ingrid hadde grad C av begrepskjennskap til flest begreper. Begge hadde kjennskap grad C til *antibiotikaresistens*, *klebrig ende*, *klippeenzym*, *limeenzym*, *mutasjon* og *PCR*. Ingen hadde kjennskap grad C til *DNA-isolering* og *markørgen* (tabell 4.4). Anne og Ingrid gjorde like mange begrepskoblinger (figur 4.2). Anne sine begrepskoblinger ble brutt ned til seks proposisjoner og fem av disse var sanne. Ingrid sine begrepskoblinger ble brutt ned til syv proposisjoner og også fem av disse var sanne (tabell 4.5).
- Kristin og Martin hadde grad C av kjennskap til ti begreper, og ingen hadde kjennskap grad C til *vektor* (tabell 4.4). Kristin og Martin gjorde flest begrepskoblinger (figur 4.2), og alle bort sett fra én av Martins begrepskoblinger ble brutt ned til sanne proposisjoner (tabell 4.5).

Basert på funnene ovenfor ble elevene delt inn i tre grupper: *Gruppe L*, *Gruppe M* og *Gruppe H* (tabell 4.7). Bokstaven i gruppenavnene står for henholdsvis *lavt*, *middels* og *høyt* antall begrepskoblinger, og antall begreper som elevene hadde kjennskap grad C til.

Tabell 4.7: Gruppe L, M og H. Tabellen viser grunnlaget for å dele elevene inn i tre grupper ut fra deres uttrykte forståelse av begrepssystemet: antall begreper de hadde kjennskap grad A, B eller C til, antall begrepskoblinger (BK), og hvor mange sanne (S) og usanne (U) proposisjoner disse begrepskoblingene til sammen ble brutt ned til. Gruppene fikk navnene *Gruppe L*, *Gruppe M* og *Gruppe H*.

| | A | B | C | Antall BK | S/U | Gruppe |
|---------|---|---|----|-----------|------|--------|
| Silje | 0 | 8 | 5 | 1 | 1/0 | L |
| Julie | 3 | 7 | 3 | 2 | 2/0 | L |
| Linn | 2 | 5 | 6 | 3 | 0/3 | L |
| Anne | 2 | 5 | 6 | 6 | 5/1 | M |
| Ingrid | 0 | 2 | 11 | 6 | 5/2 | M |
| Martin | 1 | 2 | 10 | 10 | 10/1 | H |
| Kristin | 1 | 2 | 10 | 14 | 20/0 | H |

4.2.5 Omfang av begrepsbruk

Elevene i *Gruppe H*, Kristin og Martin, skiller seg ut med den omfattende begrepsbruken i forklaringene sine (tabell 4.7). Her vil jeg påpeke at det var disse to elevene som snakket mest i den muntlige undersøkelsen, men de viste også omfattende bruk av begreper i sine skriftlige besvarelser på hovedoppgaven.

Dette utdraget (279) fra den muntlige undersøkelsen viser hvordan Kristin benytter flere begreper i forklaringen sin:

Ja, man tar et plasmid og så bruker man klippeenzymene til å åpne det opp, slik at man har mulighet til å lime inn det nye genet, samtidig som at en limer inn et markørgen for antibiotikaresistens, og så setter man plasmidringen og det nye genet inn i en bakterie, og så putter det i en slik glasskål med antibiotika slik at de bakteriene vi ikke trenger, som ikke har det genet vi ønsker, dør .. Og de som har det nye genet, de overlever.

Og i dette utdraget (7) kan en se at Martin bruker begreper:

[...] så ville jeg ha utført en DNA-sekvensering for å finne ut hvilke .. for å finne baserekkefølgen hos tripletter i den organismen, for så å prøve å klippe ut det gjeldende genet, da. Ved å bruke slike restriksjonsenzymmer. Deretter ville jeg ha gjort et forsøk på å sette inn genet i bakterier slik at vi kunne fått masseprodusert det genet.

4.2.6 Begrepskoblinger uten begrepskjennskap grad C

Som en kan se i tabell 4.8 benyttet flertallet av elevene (Kristin, Linn, Martin og Silje) seg kun av begreper de hadde grad C av kjennskap til i begrepskoblinger. Ingrid hadde kjennskap grad C til seks av de syv begrepene hun benyttet i begrepskoblinger.

Anne og Julie gjorde derimot begrepskoblinger med begreper de ikke ga noen grunnleggende definisjon av i spørreundersøkelsen. Selv om de ikke klarte å gi noen grunnleggende definisjon av flere av begrepene, viste de at de hadde kjennskap også til en del av disse. Anne beskrev for eksempel *plasmider* som "ringformede" og forklarte *triplett* som "en måte man kan avlese informasjon på, ved at man ser på sammensetningen av eks. A, U, T, G, C". Annes kjennskap til *DNA-isolering* ble også kategorisert som grad B fordi hun definerte det som "at man isolerer DNA-et". I den skriftlige besvarelsen på hovedoppgaven forklarte Anne DNA-isolering som 'å ta ut DNA-et': "Dette skjer ved DNA-isolering, de tar ut og isolerer DNA-et". Julie svarte at *limeenzym* "limer" og at *klippeenzym* "splitter". I den skriftlige besvarelsen på hovedoppgaven svarte Julie: "Man må også ta ut PG fra tomatene og sette inn det nye. Blir brukt klippe og limeenzym. Klipper ut genet PG og limer inn det nye genet i DNA". Under spørreundersøkelsen fortalte Julie meg at hun syntes det var vanskelig å definere begreper.

Tabell 4.8: Sammenligning av antall begreper benyttet i begrepskobling og hvor mange av disse elevene hadde kjennskap grad C til. Oversikt over hvor mange begreper de ulike elevene* hadde kjennskap grad C til (har sett og/eller hørt begrepet før, og kan gi en grunnleggende definisjon av begrepet), og hvor mange av disse begrepene som ble benyttet i en eller flere begrepskoblinger.

| | A | I | J | K | L | M | S |
|---|---|---|---|----|---|---|---|
| Antall begreper eleven benyttet i begrepskobling | 7 | 7 | 3 | 10 | 3 | 9 | 3 |
| Antall begreper innenfor <i>grad C</i> eleven benyttet i begrepskobling | 3 | 6 | 1 | 10 | 3 | 9 | 3 |

* A = Anne, I = Ingrid, J = Julie, K = Kristin, L = Linn, M = Martin, S = Silje

4.3 Sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse

4.3.1 Enkeltbegreper

Seks elever hadde kjennskap grad C til *antibiotikaresistens* og *mutasjon*, og fem hadde kjennskap grad C til *bakterie*, til tross for at læreren ikke hadde forklart disse begrepene i undervisningen (tabell 4.9). I samtale med læreren kom det frem at begrepet *mutasjon* hadde blitt gjennomgått i undervisningen før datainnsamlingen min tok til. Det gjaldt også for *triplett*. I tillegg kan en se at til tross for at læreren forklarte *vektor* og gjentok begrepet tre ganger, var det kun én elev som ga en grunnleggende forklaring av begrepet i spørreundersøkelsen. Det var heller ikke mange elever som hadde kjennskap grad C til *PCR*, *DNA-sekvensering*, *klebrig ende* og *DNA-isolering*, selv om læreren forklarte disse begrepene i undervisningen. Ut fra disse observasjonene kan jeg ikke se noen sammenheng mellom elevenes kjennskap til begrepene og hvilke begreper læreren forklarte i undervisningen.

Samtidig var det seks elever som hadde kjennskap grad C til *klippeenzym*, *limeenzym* og *triplett*, og disse begrepene hadde læreren forklart. Dette gir ikke belegg for å påstå at det finnes en sammenheng mellom lærerens forklaring av begrepene og elevenes kjennskap til disse, men det kan antyde en sammenheng. Observasjoner som er relevante å trekke frem her er at klippeenzym som '*å klippe ut*' og limeenzym som '*å lime inn*' ble gjentatt mange ganger gjennom undervisningsperioden, som forklart i underkapittel 4.1. I tillegg vil jeg her gjenta at *triplett* hadde blitt gjennomgått i undervisningen i forkant at datainnsamlingen til denne studien. Andre observasjoner som kan antyde en sammenheng mellom lærerens forklaring av enkeltbegreper og elevenes forståelse av disse er at det var henholdsvis kun to elever som hadde kjennskap grad C til *plasmid* og en med kjennskap grad C til *markørgen*,

Tabell 4.9: Oversikt over hvilke begreper læreren forklarte og elevenes kjennskap til disse. x markerer at læreren har forklart begrepet i undervisningen. Tabellen viser også antall elever med kjennskap grad C til de 13 enkeltbegrepene i begrepssystemet.

| Begrep | Lærer | Antall elever grad C |
|----------------------|-------|----------------------|
| Antibiotikaresistens | – | 6 |
| Klippeenzym | x | 6 |
| Limeenzym | x | 6 |
| Mutasjon | – | 6 |
| Triplett | x | 6 |
| Bakterie | – | 5 |
| PCR | x | 4 |
| DNA-sekvensering | x | 3 |
| Klebrig ende | x | 3 |
| DNA-isolering | x | 2 |
| Plasmid | – | 2 |
| Markørgen | – | 1 |
| Vektor | x | 1 |

to begreper som læreren ikke forklarte i undervisningen. Læreren nevnte imidlertid plasmid til sammen åtte ganger.

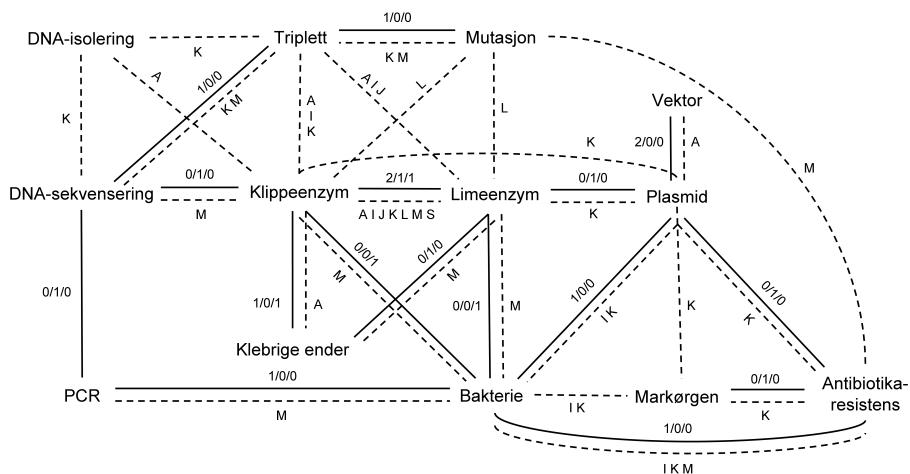
4.3.2 Begrepskoblinger

Figur 4.3 viser både lærerens og elevenes begrepskoblinger. Der kan en se at for 15 av lærerens 16 begrepskoblinger gjorde en eller flere elever samme type begrepskobling. En kan også se at ingen elever gjorde begrepskobling mellom *DNA-sekvensering* og *PCR*. I tillegg gjorde elevene til sammen elleve begrepskoblinger som ikke ble identifisert i lærerens undervisning.

I Vedlegg P er resultatene fra analyse del 1 av lærerens begrepskoblinger satt i sammenheng med resultatene fra analyse del 1 av elevenes begrepskoblinger. Der er også resultatene knyttet til elevenes begrepskoblinger som ikke ble gjort av læreren oppsummert. Disse resultatene har sammen med resultatene og analysen i underkapittel 4.1 og underkapittel 4.2 dannet grunnlaget for analysen av sammenhenger mellom lærerens og elevenes begrepskoblinger (analyse del 2).

Lærerens fullverdige begrepskoblinger

Det var ingen tydelig sammenheng mellom lærerens fullverdige begrepskoblinger og elevenes begrepskoblinger mellom de samme begrepene. For noen av lærerens begrepskoblinger gjorde en eller flere elever begrepskoblinger med samme betydning.



Figur 4.3: Lærerens og elevenes begrepskoblinger. Lærerens begrepskoblinger er representert med heltrukket linje mellom de to begrepene som inngår i begrepskoblingen. Sifrene representert som $x/x/x$ viser til antall begrepskoblinger kategorisert som henholdsvis *fullverdig/ufullstendig/villedende*. Elevenes begrepskoblinger er representert med stiplede linjer. Bokstavene står for de fiktive navnene på elevene: A = Anne, I = Ingrid, J = Julie, K = Kristin, L = Linn, M = Martin, S = Silje.

I disse tilfellene var lærerens og elevenes begrepskoblinger brutt ned til proposisjoner som betydde det samme. Hvorvidt læreren og elevene benyttet de samme kohesjonsmekanismene for å uttrykke denne sammenhengen eksplisitt varierte. Det var kun for begrepskoblingene *plasmid – vektor* og *bakterie – plasmid* at noen elever gjorde identisk begrepskobling som læreren. I seks tilfeller gjorde elever begrepskoblinger som ble brutt ned til proposisjoner med andre betydninger enn lærerens begrepskoblinger. I noen av disse tilfellene benyttet læreren og elevene samme kohesjonsmekanisme, og i andre benyttet de ulike kohesjonsmekanismer.

Lærerens ufullstendige begrepskoblinger

Læreren gjorde syv ufullstendige begrepskoblinger. For seks av disse gjorde en eller flere elever samme type begrepskobling, det vil si begrepskobling mellom de samme begrepene. Elevene knyttet sammen begrepene i disse begrepskoblingene på en mer korrekt eller tydelig måte enn det læreren gjorde. Videre vil jeg trekke frem eksempler som illustrerer hvordan.

Noen av lærerens ufullstendige begrepskoblinger hadde mangel på eksplisitt uttrykk av begrep. Da elevene gjorde disse begrepskoblingene, uttrykte de begge begrepene som inngikk i begrepskoblingen eksplisitt. Et eksempel på dette er her illustrert med lærerens og Kristins begrepskoblinger mellom *limeenzym* og *plasmid*:

| | |
|---------|---|
| Lærer | Et gen kan settes <u>inn i</u> (lok) et plasmid. |
| Kristin | <u>limeenzymer</u> (age) kan sette et gen <u>inn i</u> (lok) <u>en plasmidring</u> (mål). |

Her kan en også se at både læreren og Kristin benyttet kohesjonsmekanismen Lokalisering. Kristin benyttet i tillegg Agent–Mål, og dette markerte tydelig at det er *limeenzymet* som setter inn genet i plasmidet.

Neste eksempel viser hvordan Martin eksplisitt uttrykker *limeenzym* i begrepskoblingen *klebrig ende – limeenzym*, hvor læreren ikke nevnte limeenzym eksplisitt:

| | |
|--------|---|
| Lærer | Det er enklere å feste sammen to klebrige ender enn ender som har blitt klippet rett av. |
| Martin | <u>Klebrige ender</u> (års) gjør at DNA som har blitt klippet opp <u>passer perfekt</u> (virk) når det skal limes sammen igjen med limeenzym. |

Andre av lærerens ufullstendige begrepskoblinger bar preg av utydelig sammenheng mellom begreper fordi kohesjonsmekanismene som var brukt ikke uttrykte sammenhengen mellom begrepene tydelig nok. Dette gjaldt *antibiotikaresistens – plasmid* og *antibiotikaresistens – markørgen*. Kristin gjorde også disse begrepskoblingene, men til forskjell fra læreren uttrykte hun sammenhengen mellom begrepene tydeligere ved bruk av andre typer kohesjonsmekanismer enn læreren. Proposisjonene for lærerens og Kristins begrepskobling mellom *antibiotikaresistens* og *plasmid* illustrerer dette:

- Lærer Når en setter inn et gen i en plante med et plasmid får en samtidig (tid) med et gen for antibiotikaresistens.
- Kristin Et markørgen for antibiotikaresistens kan limes inn i (lok) et plasmid.

Lærerens begrepskobling mellom *DNA-sekvensering* og *klippeenzym* ble kategorisert som ufullstendig fordi læreren sa ”og så klippes dette *inn i* en bakterie” (367-368). I følgende proposisjoner kan en se at Martin ikke sa ’*klippe inn*’, men derimot ’*klippe ut*’:

- Lærer Med DNA-sekvensering får en ut baserekkefølgen, og så (tid) kan dette klippes inn i en bakterie.
- Martin Du kan først (tid2) finne genet med DNA-sekvensering og så (tid2) klippe det ut med restriksjonsenzymer.

Her kan en også se at læreren og Martin benyttet samme kohesjonsmekanisme (Tid). Det var bare for denne begrepskoblingen og *limeenzym – plasmid* at læreren og elevene som gjorde begrepskoblingen brukte samme kohesjonsmekanisme.

Lærerens villedende begrepskoblinger

Læreren gjorde fire ulike villedende begrepskoblinger: *klippeenzym – limeenzym*, *klebrig ende – klippeenzym*, *bakterie – limeenzym* og *bakterie – klippeenzym*. Disse begrepskoblingene ble også gjort av minst én elev. Det som skiller elevenes begrepskoblinger fra lærerens, er at elevenes begrepskoblinger ble brutt ned til sanne proposisjoner, mens lærerens ble brutt ned til usanne proposisjoner. Proposisjonene til læreren og til elevene hadde med andre ord ikke samme betydning. Som jeg forklarte i underkapittel 4.1 mener jeg årsaken til at lærerens begrepskoblinger kunne brytes ned til usanne proposisjoner var bruken av kohesjonsmekanismen Lokalisering. Denne kohesjonsmekanismen ble ikke brukt av elevene i deres tilsvarende begrepskoblinger. Et eksempel på dette er lærerens og Martins begrepskoblinger mellom *bakterie* og *klippeenzym*:

- Lærer Baserekkefølgen for EPO kan klippes inn i (lok) og produseres i en bakterie.
- Martin Et gen som er klippet ut med restriksjonsenzymer kan deretter (tid) settes inn i arvestoffet til bakterier.

Her kan en se at lærerens bruk av kohesjonsmekanismen Lokalisering uttrykte en ukorrekt sammenheng mellom bakterie og limeenzym, mens Martins bruk av kohesjonsmekanismen Tid uttrykker en korrekt sammenheng mellom begrepene.

Elevenes usanne proposisjoner

Som jeg nettopp påpekte, gikk ikke lærerens usanne proposisjoner igjen i elevenes begrepskoblinger. Det vil si at ingen av elevenes usanne proposisjoner som ble presentert i tabell 4.6 fantes i lærerens begrepskoblinger. Altså gjorde både læreren

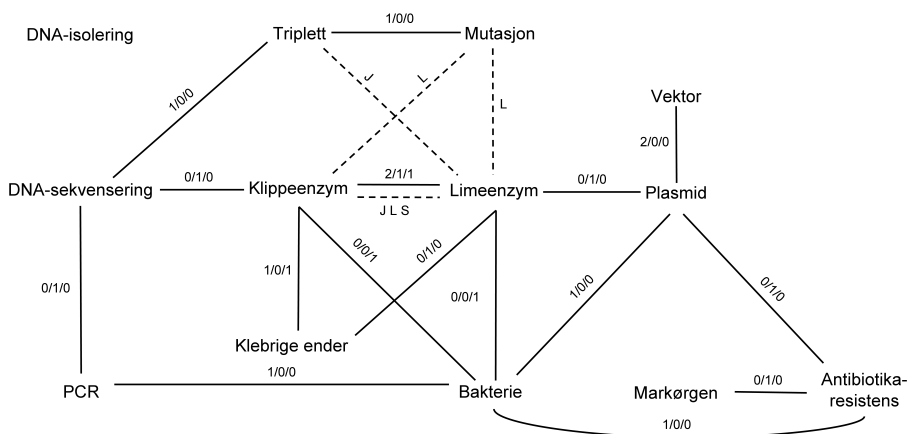
og elevene begrepskoblinger som kunne brytes ned til usanne proposisjoner, men det var ingen sammenheng mellom disse proposisjonene.

4.3.3 De tre elevgruppene sammenlignet med lærerens begrepskoblinger

Det ble ikke funnet sammenhenger mellom lærerens forklaring av enkeltbegreper og de ulike elevgruppenes kjennskap til de ulike begrepene. Sammenhenger mellom lærerens og de ulike elevenes begrepskoblinger vil videre presenteres.

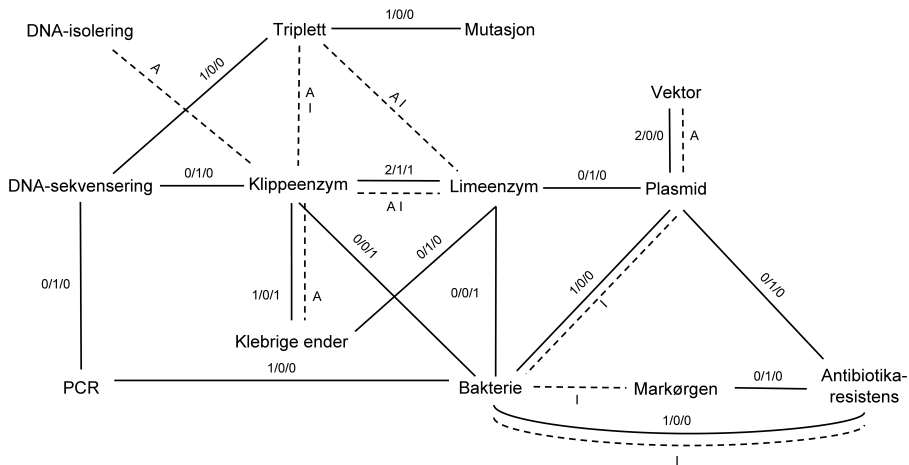
Gruppe L

Begrepskoblingene til Julie, Linn og Silje i *Gruppe L* og læreren er presentert i figur 4.4. Den eneste begrepskoblingen både elevene i *Gruppe L* og læreren gjorde var *klippeenzym* – *limeenzym*. I tillegg inngikk enten *klippeenzym* eller *limeenzym* i resten av elevenes begrepskoblinger.

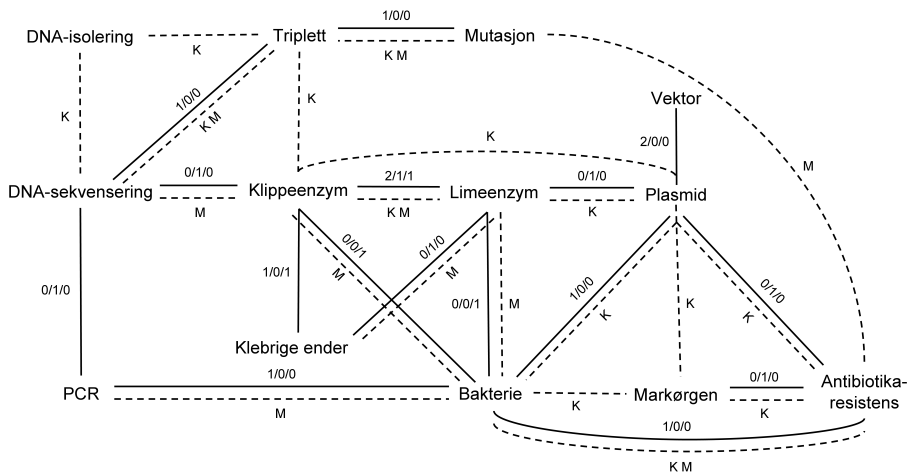


Figur 4.4: Begrepskoblingene til læreren og elevene i gruppe L.

Lærerens begrepskoblinger er representert med heltrukket linje mellom de to begrepene som inngår i begrepskoblingen. Sifrene representert som $x/x/x$ viser til antall begrepskoblinger kategorisert som henholdsvis *fullverdig/ufullstendig/villedende*. Begrepskoblingene til elevene Julie (J), Linn (L) og Silje (S) er representert med stiplede linjer.



Figur 4.5: Begrepskoblingene til læreren og elevene i gruppe M. Læreren begrepskoblinger er representert med heltrukket linje mellom de to begrepene som inngår i begrepskoblingen. Sifrene representert som $x/x/x$ viser til antall begrepskoblinger kategorisert som henholdsvis *fullverdig/ufullstendig/villedende*. Begrepskoblingene til elevene Anne (A) og Ingrid (I) er representert med stiplede linjer.



Figur 4.6: Begrepskoblingene til læreren og elevene i gruppe H. Læreren begrepskoblinger er representert med heltrukket linje mellom de to begrepene som inngår i begrepskoblingen. Sifrene representert som $x/x/x$ viser til antall begrepskoblinger kategorisert som henholdsvis *fullverdig/ufullstendig/villedende*. Begrepskoblingene til elevene Kristin (K) og Martin (M) er representert med stiplede linjer.

Gruppe M

I figur 4.5 er begrepskoblingene til Anne og Ingrid i *Gruppe M* sammenlignet med lærerens begrepskoblinger. Anne og Ingrid gjorde til sammen seks begrepskoblinger som også læreren gjorde i undervisningen. Alle disse seks begrepskoblingene som ble gjort av læreren er kategorisert som fullverdige.

Gruppe H

Figur 4.6 viser begrepskoblingene til læreren og til elevene i *Gruppe H*, Kristin og Martin. Kristin og Martin gjorde til sammen 13 begrepskoblinger som også læreren gjorde i undervisningen. Disse begrepskoblingene som ble gjort av læreren var kategorisert som enten fullverdige, ufullstendige og/eller villedende.

4.3.4 Enkeltbegreper og begrepskoblinger

Ved sammenligning av lærerens undervisning av enkeltbegrepene og elevenes begrepskoblinger og kjennskap til enkeltbegrepene, skiller begrepene *klippeenzym*, *limeenzym*, *triplett* og *bakterie* seg ut fordi:

- Elevene gjorde til sammen flest begrepskoblinger med disse begrepene.
- Flest elever hadde kjennskap grad C til disse begrepene (i tillegg til *antibiotikaresistens* og *mutasjon*).
- Elevene i både *gruppe L*, *M* og *H* gjorde begrepskobling med disse begrepene, bortsett fra at elevene i gruppe L ikke gjorde noen begrepskobling hvor *bakterie* var ett av begrepene.
- Læreren gjentok disse begrepene flest ganger (bortsett fra *triplett*).
- Læreren forklarte disse begrepene (gjelder ikke *bakterie*).

Disse sammenhengene er forklart i tabell 4.10. Der kan en også se at elevene samlet gjorde få begrepskoblinger med *DNA-isolering*, *klebrig ende*, *PCR* og *vektor*, og at bare et fåtall av elevene viste kjennskap grad C til disse begrepene. Dette til tross for at læreren hadde forklart alle disse begrepene. Det som skiller disse begrepene fra *klippeenzym*, *limeenzym* og *bakterie* er lærerens gjentakelse av begrepene.

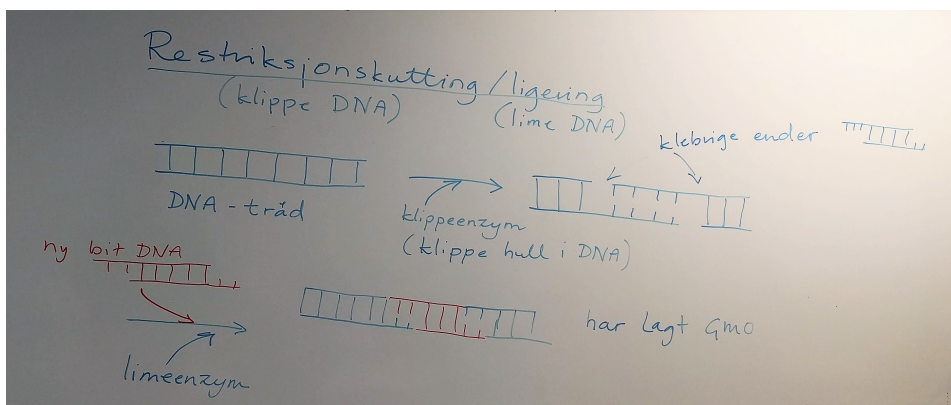
Det er også interessant at elevene til sammen gjorde flere begrepskoblinger med *plasmid*, *antibiotikaresistens*, *mutasjon* og *markørgen* selv om læreren *ikke* hadde forklart disse.

Tabell 4.10: Oversikt over lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet. For hvert av enkeltbegrepene i begrepssystemet gir tabellen en oversikt over følgende: hvor mange begrepskoblinger elevene til sammen har gjort med hvert enkelt begrep (BK), hvor mange elever som hadde kjennskap grad C til begrepet (Grad C), om en eller flere elever i *gruppe L, M og H* gjorde begrepskobling med begrepet (L, M, H), hvor mange ganger læreren gjentok begrepet i undervisningen (Gjent.) og om læreren forklarte begrepet i undervisningen (Forkl.). Basert på innholdet i tabellen har begrepene blitt delt inn i tre seksjoner som er separert med de to heltrukkede linjene.

| Begrep | BK | Grad C | L | M | H | Gjent. | Forkl. |
|----------------------|----|--------|----------|----------|----------|--------|----------|
| Klippeenzym | 16 | 6 | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | 24 | <i>x</i> |
| Limeenzym | 14 | 6 | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | 17 | <i>x</i> |
| Triplett | 11 | 6 | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | 7 | <i>x</i> |
| Bakterie | 10 | 5 | | <i>x</i> | <i>x</i> | 21 | |
| Plasmid | 6 | 2 | | <i>x</i> | <i>x</i> | 8 | |
| Antibiotikaresistens | 6 | 6 | | <i>x</i> | <i>x</i> | 6 | |
| Mutasjon | 5 | 6 | <i>x</i> | | <i>x</i> | 2 | |
| DNA-sekvensering | 4 | 3 | | | <i>x</i> | 5 | <i>x</i> |
| Markørgen | 4 | 1 | | <i>x</i> | <i>x</i> | 2 | |
| DNA-isolering | 3 | 2 | | <i>x</i> | <i>x</i> | 3 | <i>x</i> |
| Klebrig ende | 2 | 3 | | <i>x</i> | <i>x</i> | 3 | <i>x</i> |
| PCR | 1 | 4 | | | <i>x</i> | 9 | <i>x</i> |
| Vektor | 1 | 1 | | <i>x</i> | | 4 | <i>x</i> |

Begrepskoblingen *klippeenzym* – *limeenzym*

Hva var det ved lærerens begrepskobling mellom *klippeenzym* og *limeenzym* som gjorde at det var den eneste begrepskoblingen alle elevene også gjorde? En årsak kan være at læreren hadde forklart betydningen av både *klippeenzym* (44-47) og *limeenzym* (47) i undervisningen. Det var bare én annen fullverdig begrepskobling som også bestod av begreper som læreren hadde forklart betydningen av i undervisningen (*DNA-sekvensering* – *triplett*). En annen forklarende årsak kan være at læreren til forskjell fra de andre begrepskoblingene gjorde begrepskobling mellom *klippeenzym* og *limeenzym* mer enn to ganger (se ytring 7, 44-47, 326-329). Dessuten repeterte læreren '*klippe*' og '*lime*' i sammenheng fem ganger (271, 885, 932, 984, 1035). 'Å klippe ut' ble i tillegg benyttet 16 ganger (7, 53, 107, 271, 322, 329, 367, 687, 698, 731, 885, 932, 984, 1030, 1035, 1036), og 'å lime inn' ble benyttet to ganger (271, 885). Læreren brukte imidlertid ikke '*klippeenzym*' og '*limeenzym*' verken hver for seg eller i sammenheng en eneste gang etter at hun introduserte elevene for begrepene (se ytring 44-47). I figur 4.7 kan en se lærerens bruk av tavle da hun forklarte sammenhengen mellom *klippeenzym* og *limeenzym*.



Figur 4.7: Lærersens tavletegning av klippeenzym og limeenzym. Bildet viser lærersens forklaring av hvordan klippeenzymet og limeenzymet virker på DNA. Foto: Marthe Trønnes.

4.4 Oppsummering av funn

4.4.1 Lærersens undervisning

- Den største delen av lærersens undervisning ble gjennomført som helklasseundervisning. Da var lærersens snakk dominerende.
- Undervisningen inneholdt ingen omfattende begrepsbruk. Stor variasjon i antall ganger enkeltbegrepene ble nevnt. *Klippeenzym*/*restriksjonsenzym*/*'klippe'*, *bakterie* og *limeenzym*/*ligase*/*'lime'* ble gjentatt klart flest ganger.
- Åtte av enkeltbegrepene ble forklart.
- Det ble gjort både fullverdige, ufullstendige og villedende begrepskoblinger.
- Begrepene *DNA-sekvensering*, *klippeenzym* og *limeenzym* ble oftest erstattet med mer hverdagslige ord eller uttrykk.
- Bruk av kohesjonsmekanisme uttrykker ikke nødvendigvis den semantiske sammenhengen mellom begrepene i en begrepskobling tydelig nok, og kan uttrykke en ukorrekt sammenheng.
- Læreren gjorde ikke begrepskobling med *DNA-isolering*, til tross for eksperiment hvor elevene isolerte DNA fra hvitløk i tredje undervisningsøkt.

4.4.2 Elevenes uttrykte forståelse

- Elevene ble delt inn i *gruppe L*, *M* og *H* basert på antall begreper de hadde kjennskap grad C til, og antall begrepskoblinger og sanne proposisjoner.

- Julie, Linn og Silje i *gruppe L* viste kjennskap grad C til færrest begreper og disse var *antibiotikaresistens*, *bakterie*, *klippeenzym*, *limeenzym*, *mutasjon* og *triplett*. Lavest antall begrepskoblinger og sanne proposisjoner ble funnet for elevene i gruppe L.
- Kristin og Martin i *gruppe H* viste en omfattende begrepsbruk og gjorde klart flest begrepskoblinger som ble brutt ned til sanne proposisjoner.
- Flertallet av elevene brukte bare begreper de hadde kjennskap grad C til i sine begrepskoblinger. Anne, Ingrid og Julie gjorde derimot begrepskoblinger med ett eller flere begreper de ikke hadde kjennskap grad C til.
- Av elevenes totalt 50 proposisjoner var 43 sanne og 7 usanne.

4.4.3 Sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse

- For 15 av lærerens 16 ulike typer begrepskoblinger gjorde en eller flere elever samme type begrepskobling, men det fantes ingen tydelig sammenheng mellom bruk av kohesjonsmekanismer i lærerens og elevenes begrepskoblinger. En del av lærerens fullverdige begrepskoblinger og elevenes samsvarende begrepskoblinger kunne imidlertid brytes ned til samme proposisjoner.
- For seks av lærerens syv ufullstendige begrepskoblinger gjorde en eller flere elever samme begrepskobling, men elevenes begrepskoblinger hadde ingen av de tre kjennetegnene på lærerens ufullstendige begrepskoblinger.
- Det var ingen sammenheng mellom lærerens og elevenes usanne proposisjoner.
- Alle begrepskoblingene elevene i *gruppe M* hadde til felles med læreren var de fullverdige begrepskoblingene til læreren.
- Elevene i *gruppe H* gjorde til sammen 13 begrepskoblinger som også læreren gjorde i undervisningen. Disse som ble gjort av læreren var enten fullverdige, ufullstendige eller villedende.
- Elevene gjorde flest begrepskoblinger og hadde best kjennskap til begreper som læreren hadde gjentatt flest ganger. Lærerens forklaring av enkeltbegrepene så ikke ut til å ha en tydelig sammenheng med hvilke begreper elevene hadde best kjennskap til og brukte i begrepskoblinger.
- *Klippeenzym* – *limeenzym* var den eneste begrepskoblingen som ble gjort av både læreren og alle elevene. Læreren gjorde denne tre ganger, forklarte betydningen av begge begrepene, og repeterte 'klippe' og 'lime' i sammenheng fem ganger. I tillegg ble begrepene gjentatt enkeltvis flest ganger (i tillegg til *bakterie*). *Klippeenzym* og/eller *limeenzym* inngikk i alle begrepskoblingene til elevene i *gruppe L*.

Kapittel 5

Diskusjon

Kapitlet er delt inn i tre underkapitler som diskuterer funnene som ble oppsummert i underkapittel 4.4. Disse tre underkapitlene samsvarer med hvert sitt forsknings-spørsmål. Først diskuteres lærerens undervisning av begrepssystemet, og deretter elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet. Videre drøftes sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse. Til slutt trekker jeg frem avsluttende refleksjoner knyttet til hva studien kan lære oss om kohesjon i begrepskoblinger, og om undervisning og forståelse av begrepssystemer. Her kommer jeg også inn på styrker og svakheter ved studiens metoder.

5.1 Lærerens undervisning av begrepssystemet

5.1.1 Lærerens undervisning i et sosiokulturelt perspektiv

En av observasjonene som ble gjort av lærerens undervisning var at lærerens snakk var dominerende da det ble gitt helklasseundervisning. Ifølge Myhill, Jones og Hopper (2006) er det vanlig at læreren dominerer snakkingen ved denne typen undervisning. Dette kan skyldes at læreren er en autoritet som jo skal sørge for at læring er et resultat av undervisningen (Myhill et al., 2006). Ifølge sosiokulturell lærings-teori er det viktig at læreren introduserer elevene for begrepssystemets begreper og begrepskoblinger, og språk blir ansett som den viktigste redskapen for kommunikasjon av kunnskap og forståelse på det sosiale planet i klasserommet (Mortimer & Scott, 2003; Saljö, 2001). Derav mener jeg imidlertid det også er viktig at elevene får mulighet til å snakke i undervisningen, fordi en gjennom elevenes snakk kan få innsikt i deres eksisterende oppfatninger og erfaringer, noe som ifølge Ausubel er det viktigste for elevenes læring (Scott et al., 2007; Sjøberg, 2014). Ikke minst bør elevene få mulighet til å snakke selv fordi språk innenfor det sosiokulturelle læringssynet anses som den viktigste redskapen for mediering av hver enkelt elevs forståelse (Mortimer & Scott, 2003).

Hvor effektive interaksjoner i klasserommet er avhenger imidlertid ikke bare av forholdet mellom hvor mye læreren og elevene snakker: Det avhenger også av involvering og deltakelse (Myhill et al., 2006). Ifølge Mortimer og Scott (2003) er nøkkelen til god undervisning følgende: "That is the way in which the teacher orchestrates the talk of the lesson, in interacting with students" (Mortimer og Scott, 2003, s. 1). Lærerens kommunikasjonsform vekslet mellom å være dialogisk og autoritativ, og interaktiv og ikke-interaktiv (Mortimer & Scott, 2003). Den var i stor grad dialogisk og interaktiv fordi læreren involverte elevenes ideer i undervisningen og lot elevene delta i den faglige dialogen. Dette kan derfor legitimere lærerens dominans i snakkingen i undervisningen.

5.1.2 Lærerens bruk av begreper

Det naturvitenskapelige språket er kjennetegnet av at det er informasjonstett, abstrakt og teknisk (Halliday, 1993). En kan også si at det naturvitenskapelige språket har høy grad av det Larsson og Jakobsson (2017) kaller *semantisk densitet*, og lav grad av det de kaller *semantisk gravitasjon*. Dette fordi språket er informasjonstett og distansert fra konteksten det uttrykkes i. Høy grad av semantisk densitet og lav grad av semantisk gravitasjon er særlig typisk for skriftlige språkformer, som dermed er mer nærliggende det naturvitenskapelige språket enn muntlige språkformer. Muntlige språkformer er ofte preget av en mer kontekstnær, konkret og mindre abstrakt språkbruk (Larsson & Jakobsson, 2017), og dette beskriver kommunikasjonen til læreren som ble observert i denne studien godt. Selv om læreren til tider brukte begreper i undervisningen, anser jeg ikke lærerens bruk av begreper som omfattende, og derav fremstod heller ikke språket som særlig informasjonstett, abstrakt og teknisk.

Et eksempel på dette er at noen av lærerens ufullstendige begrepskoblinger var kjennetegnet av mangel på eksplisitt uttrykk av begrep. Læreren brukte derimot ord eller uttrykk som med en pragmatisk tilnærming kan tolkes som erstatninger av de biologifaglige begrepene. Eksempler på dette er 'klippe ut' i stedet for *klippeenzym*, 'lime inn/sette inn' i stedet for *limeenzym*, og "å finne ut akkurat hvilken DNA-sekvens vi snakker om, ikke sant, og hvordan den ser ut" (444) i stedet for *DNA-sekvensering*. Begrepene klippeenzym, limeenzym og DNA-sekvensering er *nominaliseringer*, det vil si at en prosess uttrykkes gjennom et substantiv (en 'ting') og ikke gjennom en setning med aktører og med verb som uttrykker at noe skjer (Knain, 2005; Larsson & Jakobsson, 2017). En forklaring på at læreren ved flere tilfeller ikke benyttet nominaliseringer kan være at hun ønsket å gjøre språket mindre komplekst for elevene, siden nominalisering bidrar til et mer abstrakt, teknisk og informasjonstett språk (Halliday, 1993; Larsson & Jakobsson, 2017).

I denne forbindelsen vil jeg trekke frem begrepet *intersubjektivitet*, som Wertsch (1985) har forklart basert på Rommetveits arbeider. Intersubjektivitet eksisterer så lenge situasjonsdefinisjonen til mennesker som kommuniserer på et interpsykologisk plan har felles aspekter. Slik overlapp er imidlertid ingen selvfølge siden en situasjon, en hendelse eller et objekt kan tolkes på mange forskjellige måter (Wertsch,

1985). På samme måte kan begreper tolkes på ulike måter, siden betydningen av ord varierer mellom ulike kontekster (Mortimer & Scott, 2003), og siden vi kan ha ulike begrepsinnhold (Høines, 2011). En lærer og en elev har ofte ulike situasjonsdefinisjoner, og dette kan hindre effektiv kommunikasjon. Utfordringen til læreren er da å kommunisere med eleven på en måte som gir mening for eleven og som gjør at de har overlapp i situasjonsdefinisjon, slik at intersubjektivitet skapes (Wertsch, 1985).

At læreren benyttet mer hverdagslige ord og uttrykk i stedet for nominaliseringer kan ha vært en strategi for å skape intersubjektivitet. Det er naturlig å anta at for eksempel 'å klippe ut' og 'å lime inn/sette inn' tilhører et språk som er av det Høines (2011) kaller *1. orden* for elevene. En språkform fungerer som språk av 1. orden når språket står i direkte kontakt med begrepsinnholdet. Da er språket et støttende tankeredskap og eleven kan uttrykke seg spontant gjennom språket. *Klippeenzym* og *limeenzym* tilhører ikke nødvendigvis et språk av 1. orden for elevene, og er trolig begreper elevene har blitt introdusert for i undervisningen i biologifaget. Språket som benyttes i biologifaget er trolig heller *språk av 2. orden* for elevene. En språkform fungerer som språk av 2. orden dersom det er nytt, fremmed og fjernt fra elevenes assosiasjonsverden, og ikke står i direkte kontakt med begrepsinnholdet (Høines, 2011). Uttrykkene 'å klippe ut' og 'å lime inn' kan i denne sammenhengen forstås som det Høines (2011) kaller *oversettelsesledd*. Oversettelsesledd er ord eller uttrykk fra elevens språk av 1. orden som fungerer som bindeledd mellom dette språket og et annet språk som er av 2. orden. Lærerens bruk av slike oversettelsesledd kan derfor ha vært nyttig for å skape intersubjektivitet. At læreren også utover dette formidlet et språk med lav grad av semantisk densitet og høy grad av semantisk gravitasjon kan skyldes at læreren ville snakke på samme "nivå" som elevene og dermed skape intersubjektivitet.

Et annet eksempel som illustrerer at lærerens bruk av begreper i undervisningen ikke var omfattende var at læreren ikke gjorde begrepskobling med *DNA-isolering*, til tross for at biologi 2-klassen gjennomførte et eksperiment hvor de isolerte DNA fra hvitløk i tredje undervisningsøkt. Selv om dette eksperimentet kan ha motivert og inspirert elevene og gitt de førstehåndserfaring med naturvitenskapelige arbeidsmåter (Mortimer & Scott, 2003; Osborne, 2015), mener jeg den praktiske aktiviteten kunne dratt inn andre begreper fra begrepssystemet. Jamfør den semantiske analysen av begrepssystemet (Vedlegg K), mener jeg at DNA-isolering kan knyttes til flere andre begreper, for eksempel *DNA-sekvensering*, *klippeenzym* og *PCR*. Ifølge Abrahams og Millar (2008) kan elevenes utbytte av praktisk arbeid i naturfagene forbedres dersom den praktiske oppgaven krever at elevene gjør koblinger mellom objektene de arbeider med og de ideene eller begrepene de representerer. Dette krever støtte fra læreren. Ifølge Mortimer og Scott (2003) er det det bare gjennom lærerens og elevenes snakking at læring kan skje gjennom praktisk arbeid.

Med tanke på å skape intersubjektivitet anser jeg at forklaring av enkeltbegreper som inngår i undervisningen bør forklares for elevene. Hvorfor læreren ikke forklarte alle enkeltbegrepene kan det være flere årsaker til. En forklaring kan for eksempel

være at læreren valgte å ikke vektlegge alle begrepene i like stor grad. En annen kan være at læreren hadde forklart begrepene for elevene tidligere. Læreren kan også ha gått ut fra eller visst at elevene hadde nok erfaring med noen av begrepene og at det derfor ikke var nødvendig med noen forklaring.

5.2 Elevenes uttrykte forståelse av begrepssystemet

5.2.1 Elevenes bruk av begreper

Selv om noen begreper fra biologifaget inngår i grunnskolens naturfagundervisning, blir elevene introdusert for en rekke nye begreper i biologi 1 og biologi 2. Inspirert av Lemke (1990) og Wellington og Osborne (2001) vil jeg derfor påstå at å lære den formelle kunnskapen (Pines & West, 1986) som inngår i skolefaget biologi kan ses på som å lære et nytt språk, som jeg velger å kalle *det biologifaglige språket*. I denne studien har jeg begrenset meg til å undersøke elevenes bruk av de 13 begrepene som inngår i begrepssystemet. Som jeg tidligere har påpekt kan ikke studien si noe direkte om elevenes forståelse av begrepssystemet. Den kan derimot si noe om elevenes forståelse indirekte, gjennom studiet av deres språklige bruk av begreper.

Variasjon i antall begreper elevene hadde kjennskap grad A, B eller C til, antall begrepskoblinger og antall sanne proposisjoner viser at elevene innenfor gruppe L, M og H hadde ulik evne til å anvende begrepene i begrepssystemet i språklig kommunikasjon, altså til å snakke og skrive det biologifaglige språket. Ifølge Høines (2011) kan samme språkform fungere på ulike nivå hos forskjellige elever. For noen kan språkformen, som i denne studien var det biologifaglige språket, fungere som *språk av 1. orden*, og for andre kan samme språkform fungere som *språk av 2. orden* (forklart i underkapittel 5.1). Funnene knyttet til inndelingen av elevene i gruppe L, M og H i denne studien antyder at det biologifaglige språket (begrenset til de 13 begrepene som utgjør begrepssystemet) var *nærmest* å fungere som språk av 1. orden for Kristin og Martin i gruppe H. Sagt med Saljö (2001) sine ord, antyder funnene at Kristins og Martins kunnskaper knyttet til begrepssystemet var mer *abstrakt* eller *begrepslig*, siden jeg fikk inntrykk av at disse elevene i størst grad tenkte *gjennom* det biologifaglige språket, slik Saljö (2001) uttrykker det. Funnene antyder også at begrepssystemet var mest fjern og vanskelig, og dermed fungerte mest som språk av 2. orden, for Julie, Linn og Silje i gruppe L.

5.2.2 Elevenes grad av forståelse

Forskjeller i elevenes bruk av begreper i språket tyder på at de hadde ulik grad av det Bravo et al. (2008) kaller begrepskontroll. Bravo et al. (2008) skiller mellom tre ulike grader av kontroll en kan ha over et begrep. Dersom eleven aldri har sett eller hørt et begrep før, har de *lav* begrepskontroll. Dersom de kan dekode begrepet,

gi en grunnleggende definisjon eller bruke et synonym for å forklare begrepet, er elevenes begrepskontroll *passiv* (Bravo et al., 2008). Elevene i gruppe L hadde ingen eller passiv begrepskontroll for flere begreper enn elevene i gruppe M og H. Elevene i gruppe H hadde det Bravo et al. (2008) kaller *aktiv* begrepskontroll for flest begreper. Dette kan begrunnes både med at de ga grunnleggende definisjoner av de fleste begrepene i spørreundersøkelsen, at de brukte de fleste begrepene i skriftlig og muntlig kommunikasjon, og at de knyttet mange av begrepene til andre begreper (med begrepskoblinger). Siden en med aktiv begrepskontroll nærmer seg begrepsforståelse (Bravo et al., 2008), gir dette grunnlag for å hevde at elevene i gruppe H hadde størst grad av forståelse av begrepene i begrepssystemet. At elevene i gruppe L hadde aktiv kontroll over færrest begreper, antyder på samme måte at elevene i denne gruppen hadde lavest grad av forståelse av begrepene.

Ifølge Bravo et al. (2008) kan elever tvinges til å utvikle dypere forståelse av hvert enkelt begrep når de må forstå semantiske sammenhenger mellom begrepene. Dette antyder at elevene i gruppe H hadde utviklet dyp forståelse for flest begreper, siden de gjorde flest begrepskoblinger. Elevene i gruppe H skilte seg dessuten ut ved at de knyttet mange av begrepene til *flere andre* begreper enn elevene i gruppe L og M. Dette mener jeg antyder at elevene i gruppe H i tillegg hadde utviklet *dypere forståelse* for hvert enkelt begrep enn de andre elevene.

5.2.3 Definisjon eller assosiasjoner?

Et funn i studien var at flertallet av elevene bare brukte begreper de hadde kjennskap grad C til i sine begrepskoblinger. Anne, Ingrid og Julie gjorde derimot også begrepskoblinger med ett eller flere begreper de ikke ga noen grunnleggende definisjon av. Disse observasjonene gir en samlet indikasjon på at Anne og Julie hadde et begrepsinnhold knyttet til noen begreper som de ikke hadde et ferdigutviklet begrepsuttrykk for.

En har tradisjonelt regnet med at en definisjon gir et begrep mening, og at hver definisjon er entydig og danner samme oppfatning hos både lærer og elev. I dag hevder imidlertid stadig flere at forståelsen av et begrep ikke bare ligger i definisjonen, men også i alle de assosiasjonene en knytter til begrepet. Assosiasjoner kan for eksempel være egenskaper for og eksempler på begrepet (Ringnes & Hannisdal, 2014). Selv om Anne og Julie ikke ga grunnleggende definisjoner av en del av begrepene de brukte i begrepskoblinger, viste de at de knyttet ulike assosiasjoner til begrepene. Eksempler på dette er at Anne beskrev *plasmider* som "ringformede" og at hun assosierte *triplett* med basene A, U, T, G, C. Julie assosierte *limeenzymer* med "limer" og *klippeenzymer* med "splitter". Dette kan bety at å kunne knytte assosiasjoner til et begrep er tilstrekkelig for å kunne knytte begrepet til andre begreper. Det kan også bety at mangel på et ferdigutviklet begrepsuttrykk for et begrep en har et begrepsinnhold for ikke nødvendigvis er en hindring for å bruke begrepet i begrepskoblinger.

5.3 Sammenhenger mellom lærerens undervisning og elevenes uttrykte forståelse

5.3.1 Lærerens og elevenes begrepskoblinger

At det ikke fantes noen tydelig sammenheng mellom lærerens og elevenes begrepskoblinger tyder på at elevene ikke hadde appropriert lærerens begrepskoblinger fullt og helt, siden apprioring innebærer en ferdighet i å anvende tilegnet kunnskap (Saljö, 2001). Det er heller ikke så uventet, da apprioring ikke innebærer noen direkte kunnskapsoverføring fra lærer til elev (Saljö, 2001). Med begrepet apprioring anses læring som en gradvis prosess (Saljö, 2001), og derfor kan elevene likevel ha tatt opp i seg noe av kunnskapen læreren formidlet i undervisningen. At en eller flere elever gjorde 15 av lærerens 16 begrepskoblinger er ikke nødvendigvis en tilfeldighet. Elevene kan ha oppfattet at begrepene ble undervist i tilknytning til hverandre, slik at de i etterkant av undervisningen assosierte begrepene med hverandre (Ringnes & Hannisdal, 2014).

Selv om det utover dette ikke fantes noen tydelig sammenheng mellom innholdet i lærerens og elevenes begrepskoblinger, kunne elevenes begrepskoblinger i flere tilfeller brytes ned til samme proposisjoner som lærerens fullverdige begrepskoblinger, til tross for at det ofte var benyttet ulike kohesjonsmekanismer. Elevene appriorte med andre ord betydningen av en del av lærerens fullverdige begrepskoblinger. Apprioring legger i større grad vekt på elevenes selektive læring enn det internaliseringsbegrepet gjør (Bakhtin, 1986). At elevene bare reproduserte lærerens fullverdige begrepskoblinger kan derfor være et resultat av selektiv læring.

Selektiv læring kan også forklare hvorfor elevene ikke reproduserte lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger, og "feilene", det vil si kjennetegnene, på disse. Den selektive læringen kan ha vært et resultat av at elevene forstod den intenderte betydningen med disse begrepskoblingene, at de med en pragmatisk tilnærming forstod hva læreren mente med det hun sa. Dette kan elevene ha gjort ved å ha betraktet lærerens ytringer som en del av den større konteksten de skjedde innenfor. Noen av lærerens begrepskoblinger inneholdt dessuten implisitt informasjon som elevene kan ha inferert. Et eksempel på dette er at elevene trolig ikke oppfattet 'klippe inn' (gener i bakterier) i lærerens villedende begrepskoblinger bokstavelig talt.

Det var bare elevene i gruppe H, Kristin og Martin, som gjorde begrepskoblinger med de samme begrepene som ble knyttet sammen i lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger. Dette indikerer at det kreves en viss grad av forståelse av begrepssystemet for å gjøre selektiv læring av lærerens undervisning. Andre indikasjoner på at grad av forståelse av begrepssystemet har betydning for evne til å gjøre selektiv læring av lærerens undervisning er at elevene i gruppe M, som ga uttrykk for en lavere forståelse av begrepssystemet, også ga uttrykk for at de til sammen hadde appriort alle de fullverdige begrepskoblingene til læreren. Dessuten gjorde elevene i gruppe L, som ga uttrykk for lavest grad av forståelse av

begrepssystemet, bare begrepskoblingen *klippeenzym* – *limeenzym*.

Det som skilte Kristins og Martins begrepskoblinger fra lærerens ufullstendige var at elevene knyttet sammen begrepene på en mer korrekt eller tydelig måte, ofte gjennom eksplisitt bruk av begreper, i stedet for mer hverdagslige ord og uttrykk slik som læreren ofte brukte. Dette bringer meg over til diskusjonen av hvorvidt lærerens undervisning gjennom språket var tilpasset elevene, særlig Kristin og Martin.

5.3.2 Utfordret lærerens undervisning alle elevene?

At Kristin og Martin knyttet sammen begrepene på en mer korrekt eller tydelig måte enn det læreren gjorde i sine korresponderende ufullstendige eller villedende begrepskoblinger kan bety at lærerens undervisning lyktes med å tette gapet mellom den *aktuelle* og den *nærmeste* utviklingssonen til disse elevene. Siden jeg ikke har innsikt i elevenes forkunnskaper, kan jeg imidlertid ikke vite sikkert om sammenhengene mellom begrepene i begrepssystemet var innenfor den aktuelle utviklingssonen til disse elevene også i forkant av lærerens undervisning. Det er uansett funn som tyder på at sammenhengene mellom begrepene i begrepssystemet var en del av den aktuelle utviklingssonen da jeg undersøkte elevenes forståelse av begrepssystemet. Ett av disse funnene er at Kristin og Martin ikke hadde store utfordringer med å gi grunnleggende definisjoner av enkeltbegrepene, og de hadde en omfattende bruk av begreper. Dessuten gjorde de mange begrepskoblinger som ble brutt ned til sanne proposisjoner, og som de ikke hadde blitt introdusert for i lærerens helklasseundervisning.

På motsatt side kan det at elevene i gruppe L og M ikke gjorde begrepskoblinger som knyttet sammen de samme begrepene som i lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger tyde på at disse elevene hadde problemer med å oppfatte lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger. En grunn til dette kan være at elevene i gruppe L og M ikke hadde god nok forståelse av begrepssystemet til å forstå den intenderte betydningen med lærerens ufullstendige begrepskoblinger, eller til å forstå at lærerens villedende begrepskoblinger ikke var sanne. Det kan skyldes at sammenhengene mellom en del av begrepene i begrepssystemet var utenfor elevenes aktuelle utviklingssone. Disse sammenhengene kan imidlertid ha vært en del av elevenes *nærmeste* utviklingssone. I så tilfelle anser jeg lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger som uheldige for å tette gapet mellom den aktuelle og den nærmeste utviklingssonen til elevene i gruppe L og M.

Variasjon i forståelse blant elevene i et klasserom krever at læreren må tilpasse undervisningen til elever med ulike utgangspunkt (Mortimer & Scott, 2003). Som jeg diskuterte i underkapittel 5.1, gjorde læreren ingen omfattende bruk av begreper, brukte oversettelsesledd i stedet for nominaliseringer, og utover dette formidlet et språk med generelt lav grad av semantisk densitet og høy grad av semantisk gravitasjon. Dette kan ha vært en strategi for å skape intersubjektivitet for alle elever. Siden noen elever har større potensial til å utvikle sin forståelse til et høyere nivå

enn andre (Mortimer & Scott, 2003), kan lærerens ikke-omfattende bruk av begreper ha medført mangler på utfordringer for særlig Kristin og Martin i gruppe H. Et spørsmål jeg her vil stille til ettertanke, er: Hva kunne læreren gjort for å utfordre Kristins og Martins forståelse av begrepssystemet, slik at de ble nødt til å arbeide mot en høyere grad av forståelse som er en del av deres *nærmeste* utviklingszone?

5.3.3 Forklaring av enkeltbegreper VS gjentakelse

Observasjonen av at læreren ikke forklarte alle enkeltbegrepene i begrepssystemet i undervisningen bringer meg tilbake til *intersubjektivitet*. Intersubjektivitet legger grunnlaget for at begreper som introduseres på det interpsykologiske planet av læreren blir meningsfylt for elevene på deres intrapsykologiske plan, gjennom det Vygotsky kalte internalisering. Når et begrep er blitt internalisert av elevene, har elevene beveget seg inn i sin nærmeste utviklingszone (Wertsch, 1985). I lys av retorikken til Wertsch (1985), kunne jeg forventet at elevene ikke hadde internalisert begrepene læreren ikke hadde forklart i undervisningen, og at elevene hadde hatt utfordringer med å appropriere disse begrepene. Det var imidlertid ingen tydelig sammenheng mellom hvilke begreper læreren forklarte i undervisningen og hvilke begreper elevene hadde best kjennskap til og brukte i begrepskoblinger.

Selv om læreren forklarte *DNA-isolering*, *DNA-sekvensering*, *klebrig ende* og *vektor* i undervisningen, var det for eksempel bare et fåtall av elevene som ga en grunnleggende forklaring av begrepene, og det ble gjort til sammen færrest begrepskoblinger med disse. Det kan være flere grunner til dette. En forklaring kan være at begrepene var abstrakte og ukjente for elevene. En annen kan være at lærerens ikke lyktes med å skape intersubjektivitet for disse begrepene, og at lærerens forklaring dermed ikke var meningsfull for elevene. At elevene ikke brukte begrepene i begrepskoblinger og ikke ga grunnleggende forklaringer av dem betyr ikke nødvendigvis at de ikke hadde noen assosiasjoner til begrepene. Altså kan de ha hatt et begrepsinnhold som de enda ikke hadde utviklet noe begrepsuttrykk for.

På motsatt måte viste flertallet av elevene bedre forståelse for begrepene *antibiotikaresistens*, *bakterie* og *mutasjon* til tross for at læreren ikke hadde forklart begrepene. Det kan skyldes ulike årsaker. Elevene hadde for eksempel ifølge læreren arbeidet med begrepet mutasjon tidligere. Det er også naturlig å anta at elevene hadde erfaringer med bakterie-begrepet, både fra skolen og fra deres hverdagsliv. De kan også ha hørt om antibiotikaresistens utenfor skolen, for eksempel i media. Dessuten ligger betydningen av antibiotikaresistens litt ”i ordet”.

At begrepene *markørgen* og *plasmid* ikke ble forklart av læreren og at bare henholdsvis en og to elever hadde kjennskap grad C til begrepene viser likevel at det *kan* være en viss sammenheng mellom hvilke begreper læreren har forklart i undervisningen, og hvilke begreper elevene viser at de har internalisert og kanskje til og med appropriert. Det er interessant at noen elever brukte disse begrepene i begrepskoblinger, til tross for at læreren ikke hadde forklart begrepene. En forklaring på dette kan være at elevene assosierte noe med begrepene (Ringnes & Hannisdal,

2014), for eksempel andre begreper, som var nok til å bruke dem i begrepskoblinger.

Det som fremstår som en langt tydeligere sammenheng mellom undervisning av begrepssystemet og elevenes uttrykte forståelse av det, er lærerens gjentakelse av begrepene i kombinasjon med lærerens forklaring av begrepene. *Bakterie*, *klippeenzym*, *limeenzym* og *triplett* var de begrepene som elevene samlet gjorde flest begrepskoblinger med. I tillegg ga et klart flertall av elevene grunnleggende definisjoner av disse. Bortsett fra triplett, som elevene ganske nylig hadde arbeidet med i biologi 2-faget, hadde læreren gjentatt disse begrepene klart flest ganger. Og bortsett fra bakterie, som jeg antar at elevene hadde en del bakgrunnskunnskaper om, forklarte læreren disse begrepene.

I tillegg til lærerens gjentakelse av klippeenzym og limeenzym i kombinasjon med forklaringer av disse begrepene, ser lærerens gjentakelse av begrepskoblingen *klippeenzym* – *limeenzym* ut til å ha hatt betydning for elevenes forståelse av begrepene. Begrepskoblingene til alle elevene ble ikke brutt ned til samme proposisjoner som lærerens begrepskoblinger, men alle elevene bortsett fra Linn gjorde begrepskoblinger mellom klippeenzym og limeenzym som ble brutt ned til sanne proposisjoner.

Lærerens forklaring av enkeltbegrepene i kombinasjon med gjentakelse av disse og gjentatte begrepskoblinger som knytter begrepene sammen ser ut til å ha vært særlig viktig for elevene i gruppe L. Funnet som best illustrerer dette er at begrepskoblingen mellom klippeenzym og limeenzym var den eneste som ble gjort av alle elevene i gruppe L. Dessuten utgjorde klippeenzym eller limeenzym ett av begrepene i resten av begrepskoblingene til disse elevene.

5.4 Avsluttende refleksjoner

5.4.1 Kohesjon i begrepskoblinger

Studien av lærerens og elevenes begrepskoblinger har gitt meg innsikt i bruken av kohesjonsmekanismer. Kohesjonsmekanismer viste seg å være nyttige for å markere den semantiske sammenhengen mellom to begreper *eksplicit* på mikronivå, og dermed skape kohesjon i ytringer. Det kan benyttes flere ulike kohesjonsmekanismer i samme ytring. Det er ikke nødvendigvis bare én type kohesjonsmekanisme som kan uttrykke den samme semantiske sammenhengen mellom to begreper. Samtidig kan ulike kohesjonsmekanismer uttrykke forskjellige semantiske sammenhenger mellom de samme begrepene. Bruken av kohesjonsmekanisme er derfor avgjørende for hvilken proposisjon ytringen kan brytes ned til, og for om den semantiske sammenhengen mellom begrepene uttrykkes på en tydelig og korrekt måte. Dette illustrerer lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger.

For å gjøre vellykkede begrepskoblinger som markerer den semantiske sammenhengen mellom to begreper eksplisitt peker denne studien mot følgende retningslinjer: begge begrepene i begrepskoblingen bør uttrykkes eksplisitt, og det må brukes en

kohesjonsmekanisme som uttrykker sammenhengen mellom begrepene på en tydelig og korrekt måte.

Selv om det å knytte begreper til hverandre på en tydelig og korrekt måte er viktig, er det trolig urealistisk å forvente dette for alle begrepskoblinger som blir gjort, særlig gjennom muntlig kommunikasjon. Selv om en har en korrekt forståelse av en semantisk sammenheng mellom to begreper, kan nok muntlige ytringer gi uttrykk for det motsatte på grunn av et uheldig ordvalg. Saljö (2001) påpeker at det ikke er noen direkte forbindelse mellom tanken og språket, og derfor mener jeg det også må være rom for feil. Dette er trolig en følge av det som skiller muntlig kommunikasjon fra skriftlig. Hvor muntlig kommunikasjon kommer til kort for å formidle semantiske sammenhenger mellom begreper på en tydelig og korrekt måte, kan skriftlig kommunikasjon spille en større rolle. Begrunnet ut fra et sosiokulturelt perspektiv mener jeg imidlertid at muntlig kommunikasjon er like viktig for å formidle slike sammenhenger som skriftlig, og jeg viser her til Mortimer og Scott (2003): "At the heart of our approach lies Vygotsky's perspective on development and learning, which maintains that all learning originates in social situations, where ideas are rehearsed between people mainly through talk." (Mortimer og Scott, 2003, s. 3). Dessuten viste denne studien at lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger ikke ble reproduisert av elevene.

Samtidig påpeker Mortimer og Scott (2003) at "the words used in the social exchanges provide the very tools needed for individual thinking" (2003, s. 3), og derfor mener jeg en bør etterstrebe å unngå ufullstendige og villedende begrepskoblinger så langt det er mulig innenfor muntlig kommunikasjon. Sammenhengen mellom den uttrykte forståelsen av begrepssystemet til elevene i *gruppe L, M og H* tyder på at de fullverdige begrepskoblingene er særlig viktige for de elevene som strever mest med forståelsen av begrepssystemer.

5.4.2 Undervisning og forståelse av begrepssystemer

Nå som jeg har oppsummert hvordan læreren underviste begrepssystemet og hvilken forståelse elevene ga uttrykk for, vil jeg igjen minne om at ett av målene innenfor bioteknologi ifølge læreplanen for biologi 2 er at elevene skal kunne forklare hvordan genmodifiserte organismer kan framstilles. De fleste elevene hadde det jeg vil bedømme som lav kompetanseoppnåelse av dette målet, basert på deres skriftlige og muntlige besvarelser på oppgaven som ble brukt som forskningsverktøy i denne studien. Dette kan skyldes at hovedoppgaven var for vanskelig for mange elevene, noe de også ga uttrykk for (jamfør ytring nr. 216-222 i Vedlegg J). Hvorfor var den det?

En årsak kan være at hovedoppgaven var for kompleks på grunn av at den ba elevene bruke 13 begreper, hvorav de fleste trolig var ukjente for elevene før de ble introdusert for dem i biologi-faget. Ifølge Miller (1956) er vår kognitive kapasitet begrenset, og vi kan bare bearbeide 7 ± 2 enheter i korttidsminnet. I flere av undervisningsøktene brukte læreren opp til ti av begrepene som inngår i begrepssystemet

– dette i tillegg til andre begreper som også inngikk i undervisningen. På bakgrunn av dette var det trolig urealistisk å forvente at elevene skulle klare å løse hovedoppgaven. Men likevel, hva kunne vært gjort for å støtte elevene i arbeidet mot å oppnå kompetanse i å forklare hvordan en genmodifisert organisme kan framstilles?

Ringnes og Hannisdal (2014) mener at vår oppgave som lærere er å danne koblinger mellom de ulike enhetene som introduseres for elevene, slik at disse kan slås sammen til et lavere antall enheter. I så måte vil lærerens begrepskoblinger være viktige for å hjelpe elevene til å forstå komplekse begrepssystemer. Kanskje ville elevene vist større grad av kompetanseoppnåelse dersom det ble gjort flere begrepskoblinger i undervisningen?

Selv om læreren kunne gjort flere begrepskoblinger mellom de 13 begrepene, er det mye som taler for at det ville vært mer hensiktsmessig å redusert størrelsen på begrepssystemet. Å redusere størrelsen på begrepssystemet ville vært i tråd med NOU2015:8 (2015) sitt råd om å legge til rette for at elevene får tid til å gå i dybden og lære noe grundig heller enn overfladisk.

En annen årsak til at de fleste elevene viste lav kompetanseoppnåelse av læreplanmålet som var sentralt i denne studien kan være at lærerens undervisning ikke ga elevene god nok innføring i sammenhenger mellom begrepene, som jeg mener var nødvendige for å kunne forklare hvordan en genmodifisert organisme kan framstilles. Så vidt jeg kunne se, brukte ikke læreren noen konkret strategi for å lære elevene sammenhenger mellom begreper i undervisningen. Jeg kunne heller ikke se at læreren utstyrte elevene med læringsstrategier for å lære slike sammenhenger. Hvilke strategier kunne læreren brukt for å undervise begrepssystemet? Og hvilke læringsstrategier kunne elevene brukt for å utvikle forståelse av begrepssystemet?

En strategi for å undervise hvordan en genmodifisert organisme kan framstilles, kunne vært å introdusere elevene for det Mortimer og Scott (2003) kaller en *scientific story* på det sosiale planet i klasserommet. En scientific story består av mindre kunnskapsenheter som settes sammen til en historie for å forklare et fenomen (Mortimer & Scott, 2003). Når en skal bygge opp en slik historie påpeker Mortimer og Scott at begrepene som er knyttet til de ulike kunnskapsenheter inngår i begrepssystemer, og at de ulike begrepene må undervises i relasjon til hverandre for at de skal gi mening. Det ville derfor vært viktig at læreren gjorde begrepskoblinger mellom begrepene. Samtidig med at læreren introduserte elevene for en slik historie, ville det vært viktig at elevene fikk støtte fra læreren i arbeidet med å appropriere historien. Mortimer og Scott (2003) foreslår å etter hvert overlate ansvaret til elevene og gi de mulighet til å teste ut de ulike ideene selv. I denne fasen mener jeg det er rom for å tilpasse opplæringen til de ulike elevene. En strategi for å utfordre elevenes forståelse av historien kunne vært en oppgave med liknende form som hovedoppgaven jeg benyttet i denne studien.

En læringsstrategi som elevene kunne brukt i arbeidet med å lære en scientific story er begrepskart, som ifølge Novak og Gowin (1984) også kan brukes av læreren, både for å planlegge og organisere undervisningen, og for å få innsikt i og vurdere elevenes forståelse av begrepssystemet. Arbeid med slike læringsstrategier kunne

også bidratt til at både lærer og elever ble mer bevisste på innlæringen av begreper i biologifaget.

5.4.3 Refleksjoner rundt studiens metoder

Selv om denne studien ble gjennomført med et ønske om å bidra med innsikt i dybdelæring i biologi gjennom fokuset på begrepssystemer, var det et sentralt aspekt ved dybdelæring studien ikke favnet om, nemlig *progresjon* i elevenes forståelse. Mulighetene for å studere elevenes gradvise utvikling av forståelse var imidlertid begrenset på grunn av tidsaspektet for gjennomføringen av denne studien.

Det semantiske analyseverktøyet som ble benyttet for å undersøke eksplisitt uttrykk av semantiske sammenhenger mellom begreper anser jeg som en styrke ved studien. Dette fordi det muliggjorde en systematisk analyse av lærerens og elevenes ytringer på ordnivå. En svakhet ved studien i denne sammenheng er at lærerens ytringer fra de to første undervisningsøktene ikke kunne analyseres på den samme systematiske måten som resten av datamaterialet. Retrospektivt ser jeg at semantikkens bidrag til denne masterstudien ikke var så stort som jeg hadde forventet. For selv om det semantiske analyseverktøyet var nyttig for å studere begrepskoblinger enkeltvis, var det først i del 2 av analysen (som ikke benyttet det semantiske analyseverktøyet) at de overordnede og store sammenhengene ble funnet. Dette kan bety at å studere ytringer med utgangspunkt i semantikken er mer nyttig for å studere ytringer enkeltvis på ordnivå. Semantikkens bidrag i denne studien var imidlertid viktig for innsikten i hva som kjennetegner gode og ikke fullt så gode koblinger mellom begreper, og derfor ville ikke denne studien vært den samme foruten det semantiske analyseverktøyet. Andre styrker ved denne studien jeg vil trekke frem helt til slutt er at studien ble gjennomført som en kasusstudie og dermed kunne studere lærerens ytringer i deres naturlige kontekst, og at elevene fikk mulighet til å uttrykke sin forståelse både skriftlig og muntlig.

Kapittel 6

Avslutning

Bakgrunnen for denne masterstudien var Ludvigsenutvalgets oppfordring om at *dybdelæring* må stå i sentrum for fagfornyelsen i fremtidens skole (NOU 2015:8, 2015). Dybdelæring handler blant annet om elevenes gradvise utvikling av forståelse av begreper, begrepssystemer og sammenhenger innenfor et fagområde. På grunn av begrepenes sentrale rolle i biologifaget, ønsket jeg med denne studien å bidra med innsikt i hvordan undervisning kan legge til rette for, og hvordan elever kan utvikle, forståelse av biologifagets begrepssystemer.

Gjennom observasjon som forskningsmetode fikk jeg innsikt i lærerens undervisning. For å undersøke elevenes forståelse utformet jeg en oppgave som testet elevenes evne til å anvende begreper. Et begrepssystem bestående av 13 utvalgte begreper stod i fokus for analysen.

Lærerens bruk av begrepene som inngår begrepssystemet var ikke spesielt omfattende, og de ble ofte brukt hver for seg i stedet for i sammenheng med hverandre. At læreren ikke gjorde stor bruk av begreper er en av grunnene til at lærerens språk var relativt distansert fra det naturvitenskapelige språket. En annen grunn til dette var at nominaliseringer og andre begreper ofte ble byttet ut med hverdagslige ord og uttrykk. Dette var et kjennetegn på noen av lærerens ufullstendige begrepskoblinger. Andre begrepskoblinger ble kategorisert som *ufullstendige* fordi sammenhengen mellom begrepene ikke kom tydelig nok til uttrykk. Noen ganger benyttet læreren kohesjonsmekanismer som markerte en ukorrekt og dermed *villedende* sammenheng mellom begrepene. Læreren gjorde imidlertid også en del *fullverdige* begrepskoblinger som var kjennetegnet av at begge begrepene ble uttrykt eksplisitt, og at sammenhengen mellom begrepene kom tydelig frem.

Ved å undersøke om elevene ga grunnleggende definisjoner av begrepene i begreps-systemet og om de kunne sette disse begrepene i sammenheng, fikk jeg innsikt elevenes begrepskontroll. To av elevene skilte seg ut med en omfattende begreps- bruk i sine skriftlige og muntlige besvarelser. De hadde aktiv begrepskontroll over flest begreper, og ga derfor uttrykk for størst grad av forståelse av begrepssystemet.

Det ble ikke funnet noen tydelig sammenheng mellom bruk av kohesjonsmekanismer i lærerens og elevenes begrepskoblinger, men begrepskoblingene ble ofte brutt ned til samme proposisjoner. De to elevene som ga uttrykk for størst grad av forståelse av begrepssystemet gjorde en del begrepskoblinger som fantes som ufullstendige og villedende begrepskoblinger i lærerens undervisning. Disse elevene reproduserte imidlertid ikke lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger. Manglende begrepskoblinger hos de andre elevene kan bety at det kreves en viss forståelse av begrepssystemet for å forstå den intenderte betydningen med lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger. Dersom dette stemmer, ville lærerens ufullstendige og villedende begrepskoblinger være særlig uheldig for å støtte utvikling av forståelse hos en del elever.

Det fantes ingen tydelig sammenheng mellom hvilke begreper læreren hadde forklart i undervisningen og elevenes begrepsforståelse. Flere funn indikerer at å kunne knytte assosiasjoner til begreper kan være tilstrekkelig for å bruke dem i begrepskoblinger, og at lærerens forklaring av begrepene i undervisningen ikke er avgjørende for elevenes mulighet til å gjøre begrepskoblinger. Det som derimot ser ut til å ha en sammenheng med hvilke begreper elevene gir en grunnleggende definisjon av og bruker i begrepskoblinger, er derimot lærerens gjentakelse av begreper og begrepskoblinger i kombinasjon med at begrepene blir forklart i undervisningen.

For å konkludere nytteverdien av denne studien ser det ut til at det å uttrykke to begreper eksplisitt og samtidig bruke en kohesjonsmekanisme som markerer sammenhengen mellom disse to begrepene er en god start for å gjøre en god begrepskobling. I tillegg ser lærerens forklaring av de to begrepene i kombinasjon med gjentakelse av disse, både hver for seg og i sammenheng, ut til å øke sjansene for at begrepskoblingen approprieres av elevene. På grunn av særpreget ved muntlig språk er det urealistisk å forvente at læreren aldri gjør ufullstendige eller villedende begrepskoblinger. Disse begrepskoblingene ser heller ikke ut til å ha gjort skade, siden ingen elever reproduserte "feilene" i lærerens begrepskoblinger. Ufullstendige og villedende begrepskoblinger ser imidlertid ikke ut til å støtte utvikling av forståelse hos elever som ikke forstår den intenderte betydningen med slike begrepskoblinger. Et mål for å legge til rette for elevenes utvikling av forståelse av begrepssystemer bør derfor være å redusere de ufullstendige og unngå de villedende begrepskoblingene.

Et grep for å legge til rette for utvikling av forståelse av begrepssystemer i biologi bør være å utstyre elevene med gode læringsstrategier for å gjøre begrepskoblinger. At elevene er aktive deltakere i sine egne læringsprosesser og bruker gode læringsstrategier er som jeg nevnte innledningsvis en forutsetning for dybdelæring (NOU 2015:8, 2015). Uten læringsstrategier mener jeg elever som meg selv og de elevene

beskrevet av Briscoe og LaMaster (1991) fort kan ty til pugging for å lære sammenhenger mellom begrepene. Jeg mener derfor at kunnskap om læringsstrategier for å utvikle forståelse av begrepssystemer vil være et sentralt tema for videre forskning. Videre forskning bør også undersøke effektive strategier og verktøy læreren kan bruke i undervisning av begrepssystemer og i vurdering av elevenes forståelse. En idé kunne for eksempel være å undersøke bruk av begrepskart (Novak & Gowin, 1984) som strategi for lærerens undervisning og elevenes læring. Det siste jeg vil trekke frem som forslag til videre forskning er å undersøke elevenes utvikling av forståelse av begrepssystemer over lengre tid, da dybdelæring dreier seg om elevenes *gradvise* utvikling av, det vil si *progresjon* i, forståelse. Med et slikt fokus anser jeg lærerens tilpasning av undervisningen og vurdering som viktige tema.

Ett av formålene med programfaget biologi i den videregående opplæringen er at faget ”skal øve opp evna til å fokusere på detaljar og til å byggje opp ei heilskapleg forståing” (Utdanningsdirektoratet, 2006b). For å bygge opp en helhetlig forståelse må elevene, som Ludvigsenutvalget påpeker, få mulighet og tid til å gå i dybden. *Comittee of Science Learning* foreslo i 2007 at fremtidige læreplaner innenfor naturfagene må være konsentrert om noen få kjerneideer. Begrepene som inngikk i begrepssystemet i denne studien gikk langt utover noen kjerneidé, og var nok mer passende for å øve opp elevenes evne til å fokusere på detaljer. Dette kan kanskje ses på som et paradoks, siden dybdelæring dannet selve bakgrunnen for denne studien. Detaljer er imidlertid en stor del av biologifaget, og derfor er kanskje detaljkunnskap noe en ikke kommer utenom i undervisning og læring av biologi? Og nettopp derfor anser jeg det som desto viktigere å utstyre læreren og elevene med strategier for å undervise og utvikle forståelse av begrepssystemer, på samme måte som at en helhetlig forståelse og dybdelæring av fagets kjernebegreper bør etterstrebes.



Referanser

- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does practical work really work? a study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Anderson, R.D. (1995). Curriculum reform: Dilemmas and promise. *The Phi Delta Kappan*, 77(1), 33-36.
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E., Kolstø, S., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Armstrong, J. & Collier, G. (1990). *Science in biology: An introduction*. Prospect Heights, IL: Waveland Press.
- Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning* (1. utg.). New York: Grune and Stratton, Inc.
- Bakhtin, M.M. (1986). *Speech genres and other late essays*. Austin, Texas: University of Texas Press.
- Bassey, M. (1999). *Case study research in educational settings* (1. utg.). London, England: Open University Press.
- Bergem, O.K., Goodchild, S., Henriksen, E.K., Kolstø, S.D., Nortvedt, G.A. & Reikerås, E. (2015). *Realfag. relevante-engasjerendeattraktive-lærerrike. rapport fra ekspertgruppa for realfagene*. Oslo: Universitetet i Oslo.
- Bordal, G. (2016). *Pronomen*. Lastet ned fra Store Norske Leksikon 29.03.2016 fra: <https://snl.no/pronomen>.
- Bravo, M.A., Cervetti, G.N., Hieberg, E.H. & Pearson, D.P. (2008). From passive to active control of science vocabulary. I D.W. Rowe et al. (red.), *The 56th yearbook of the national reading conference* (s. 164-177).
- Briscoe, C. & LaMaster, S.U. (1991). Meaningful learning in college biology through concept mapping. *The American Biology Teacher*, 53(4), 214-219.
- Bruening, G. & Lyons, J. (2000). The case of the flavr savr tomato. *California Agriculture*, 54(4), 6-7.
- Burton, L. (2002). Methodology and methods in mathematics education research: Where is the why? *Researching mathematics classrooms: A critical examination of methodology*, 1-10.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7. utg.). Abingdon, England: Routledge.
- Denzin, N.K. & Lincoln, Y.S. (2011). Introduction: Disciplining the practice of qualitative research. I N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (red.), *The sage handbook*

-
- of qualitative research (4. utg.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Inc.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12.
- Dumont, H., Instance, D. & Benavides, F. (2010). *The nature of learning: using research to inspire practice*. OECD Publishing.
- Dumont, H. & Instance, D. (2010). Analyzing and designing learning environments for the 21st century. I H. Dumont, D. Instance & F. Benavides (red.), *The nature of learning. using research to inspire practice*. Paris: OECD Publishing.
- Duschl, R., Schweingruber, H. & Shouse, A. (red.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades k-8*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Elstad, E. & Turmo, A. (2009). Når naturfagoppgaver blir vanskelige for minoritetselever. *Bedre skole*(3), 28-31.
- Firestone, W.A. (1993). Alternative arguments for generalizing from data as applied to qualitative research. *Educational researcher*, 22(4), 16–23.
- Flyvbjerg, B. (2011). Five misunderstandings about case-study research. I N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (red.), *The sage handbook of qualitative research* (4. utg.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Inc.
- Fosse, B.O., Rødnes, K.A. & Brevik, L.M. (2015). Betydningen av å bruke fagbegreper for elever, lærerstudenter og lærere. *Bedre skole*(2), 72–77.
- Gibbs, G.R. (2007). *Analyzing qualitative data* (1. utg.). London: SAGE Publications, Inc.
- Guba, E.G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational communication and technology*, 29(2), 75-91.
- Guba, E.G. & Lincoln, Y.S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. *Handbook of qualitative research*, 2(105), 163–194.
- Halliday, M.A.K. (1993). Towards a language-based theory of learning. *Linguistics and Education*, 5(2), 93-116.
- Haug, B.S. & Ødegaard, M. (2014). From words to concepts: Focusing on word knowledge when teaching for conceptual understanding within an inquiry-based science setting. *Research in science education*, 44(5), 777–800.
- Hughes, R. & Huby, M. (2002). The application of vignettes in social and nursing research. *Journal of advanced nursing*, 37(4), 382–386.
- Husén, T. (1988). Research paradigms in education. *Interchange*, 19(1), 2-13.
- Høigård, A. (2013). *Barns språkutvikling* (3. utg.). Universitetsforlaget.
- Høines, M.J. (2011). *Begynneropplæringen - fagdidaktikk for barnetrinnets matematikkundervisning* (2. utg.). Caspar Forlag.
- Kamberelis, G. & Dimitriadis, G. (2011). Focus groups - contingent articulations of pedagogy, politics, and inquiry. I N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (red.), *The sage handbook of qualitative research* (4. utg.). SAGE Publications, Inc.
- Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *NorDiNa*, 1(1), 70–80.
- Larsson, P.N. & Jakobsson, A. (2017). Semantiska vaagor – elevers diskursiva rolighet i gruppsamtal. *NorDiNa*, 13(1), 17–33.

-
- Lawson, A.E., Abraham, M.R. & Renner, J.W. (1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills* (1. utg.). USA: NARST.
- Leach, J. & Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science and Education*, 12, 91–113.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values* (1. utg.). New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: SAGE Publications, Inc.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *The Psychological review*, 63(2), 81–97.
- Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (2001). Assessing understanding in biology. *Journal of Biological Education*, 35(3), 118–124.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. England: Open University Press.
- Myhill, D., Jones, S. & Hopper, R. (2006). *Talking, listening and learning – effective talk in the primary classroom*. Maidenhead: Open University Press.
- NESH. (2016). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. Lastet ned 1.1.2017, fra https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf.
- NOU2015:8. (2015). *Fremtidens skole*. Lastet ned 7.1.2017, fra <https://nettsteder.regjeringen.no/fremtidensskole/files/2015/06/NOU201520150008000DDPDFS.pdf>.
- Novak, J.D. (1990). Concept maps and vee diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19(1), 29–52.
- Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge university press.
- Ogden, C.K. & Richards, I.A. (1923). *The meaning of meaning. a study of the influence of language upon thought and of the science of symbolism*. New York: Harcourt, Brace & World, Inc.
- Osborne, J. (2015). Practical work in science: misunderstood and badly used? *School Science Review*, 357, 16–24.
- Pendley, B., Bretz, R. & Novak, J. (1994). Concept maps as a tool to assess learning in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71(1), 9–15.
- Pines, A.L. & West, L.H.T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science education*, 70(5), 583–604.
- Posner, G.K., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211–227.
- Postholm, M.B. (2010). *Kvalitativ metode - en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (1. utg.). Oslo: Universitetsforlaget AS.
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk – kjemi i skolen* (3. utg.).

Cappelen Damm AS.

- Robson, C. (2011). *Real world research: a resource for users of social research methods in applied settings* (3. utg.). Storbritannia: John Wiley and Sons Ltd.
- Roth, K. (1990). Developing meaningful conceptual understanding in science. I B. Jones & L. Idol (red.), *Dimensions of thinking and cognitive instruction*. New Jersey: The North Central Regional Educational Laboratory.
- Saljö, R. (2001). *Læring i praksis - et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen akademisk forlag, AS.
- Schwartz, M.S., Sadler, M., P., Sonnert, G. & Tai, R.H. (2009). Depth versus breadth: How content coverage in high school science courses relates to later success in college science coursework. *Science education*, 93(5), 798-826.
- Scott, P., Asoko, H. & Leach, J. (2007). Student conceptions and conceptual learning in science. I S. Abell & N. Lederman (red.), *Handbook of research on science education* (s. 31-56). Erlbaum Publishers.
- Scott, P., Mortimer, E. & Ametller, J. (2011). Pedagogical link-making: A fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in science education*, 47(1), 3-36.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27(2), 4-13.
- Sjøberg, S. (2014). *Naturfag som allmenndannelse - en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Sletbakk, M., Håpnes, A., Hessen, D.O., Gjærevoll, I., Røsok, Ø., Borge, O.J. & Heskestad, P.A. (2013). *Bios 2* (3. utg.). Oslo: Cappelen Damm AS.
- Stahl, K.A.D. & Bravo, M.A. (2010). Contemporary classroom vocabulary assessment for content area. *The Reading Teacher*, 63(7), 566-578.
- Stake, R.E. (1995). *The art of case study research* (1. utg.). London, England: SAGE Publications, Inc.
- Steinbring, H. (1998). Elements of epistemological knowledge for mathematics teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1(2), 157-189.
- Utdanningsdirektoratet. (2006a). *Laereplan i biologi 2 - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering*. Lastet ned 12.05.2017, fra <https://www.udir.no/k106/BI01-01/Hele/Kompetansemaal/biologi-2>.
- Utdanningsdirektoratet. (2006b). *Laereplan i biologi 2 - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering - føremål*. Lastet ned 14.05.2017, fra <https://www.udir.no/k106/BI01-01/Hele/Formaal>.
- Utdanningsdirektoratet. (2006c). *Læreplanverket for kunnskapsløftet - prinsipper for opplæringen*. (Hentet 07.02.2017, fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/prinsipper-for-opplaringen2/>)
- Utdanningsdirektoratet. (2016). *Å forstå kompetanse*. (Hentet 06.02.2017, fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/forsta-kompetanse/>)
- Vagle, W., Sandvik, M. & Svennevig, J. (1993). *Tekst og kontekst: en innføring i tekstlingvistikk og pragmatikk*. Oslo: Landslaget for norskundervisning, Cappelen Akademisk Forlag AS.
- Vygotsky, L. (1962). *Thought and language*. USA: The M.I.T. Press, Massachusetts

-
- Institute of Technology.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher mental process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education* (1. utg.). Storbritannia: McGraw–Hill Education.
- Wertsch, J. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, Massachusetts and London, England: Harvard University Press.
- Yin, R.K. (2012). *Applications of case study research* (3. utg.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.



Vedlegg

Innhold (vedlegg)

| | | |
|---|--|-----|
| A | Godkjennelse fra NSD | 101 |
| B | Endringsskjema til NSD | 104 |
| C | E-post-korrespondanse med NSD etter ny endring | 107 |
| D | Informert samtykke – skjema nr. 1 | 110 |
| E | Informert samtykke – skjema nr. 2 | 113 |
| F | Spørreundersøkelse | 115 |
| G | Hovedoppgaven | 118 |
| H | Transkripsjonskoder | 120 |
| I | Transkripsjon av lærerens undervisning | 122 |
| J | Transkripsjon av gruppesamtaler | 154 |
| K | Semantisk analyse av begrepssystemet | 168 |
| L | Lærerens forklaringer av enkeltbegreper | 172 |
| M | Analyse av lærerens begrepskoblinger | 174 |
| N | Analyse av elevenes begrepskoblinger | 183 |
| | N.1 Anne | 183 |
| | N.2 Ingrid | 185 |
| | N.3 Julie | 187 |
| | N.4 Kristin | 188 |
| | N.5 Linn | 194 |
| | N.6 Martin | 194 |
| | N.7 Silje | 198 |
| O | Oppsummering av resultat fra analysen av elevenes begrepskoblinger | 200 |
| P | Oppsummering av resultat fra analysen av lærerens og elevenes begrepskoblinger | 208 |

Vedlegg A

Godkjennelse fra NSD



Eli Munkebye
Program for Lærerutdanning NTNU

7491 TRONDHEIM

Vår dato: 30.09.2016

Vår ref: 50063 / 3 / IJJ

Deres dato:

Deres ref:

TILBAKEMELDING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 20.09.2016. Meldingen gjelder prosjektet:

| | |
|-----------------------------|---|
| 50063 | <i>Dybdelæring i naturfag</i> |
| <i>Behandlingsansvarlig</i> | <i>NTNU, ved institusjonens øverste leder</i> |
| <i>Daglig ansvarlig</i> | <i>Eli Munkebye</i> |
| <i>Student</i> | <i>Marthe Trønnes</i> |

Personvernombudet har vurdert prosjektet og finner at behandlingen av personopplysninger er meldepliktig i henhold til personopplysningsloven § 31. Behandlingen tilfredsstiller kravene i personopplysningsloven.

Personvernombudets vurdering forutsetter at prosjektet gjennomføres i tråd med opplysningene gitt i meldeskjemaet, korrespondanse med ombudet, ombudets kommentarer samt personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter. Behandlingen av personopplysninger kan settes i gang.

Det gjøres oppmerksom på at det skal gis ny melding dersom behandlingen endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for personvernombudets vurdering. Endringsmeldinger gis via et eget skjema, <http://www.nsd.uib.no/personvern/meldeplikt/skjema.html>. Det skal også gis melding etter tre år dersom prosjektet fortsatt pågår. Meldinger skal skje skriftlig til ombudet.

Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en offentlig database, <http://pvo.nsd.no/prosjekt>.

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 31.12.2017, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen

Kjersti Haugstvedt

Ida Jansen Jondahl

Kontaktperson: Ida Jansen Jondahl tlf: 55 58 30 19

Vedlegg: Prosjektvurdering

Dokumentet er elektronisk produsert og godkjent ved NSDs rutiner for elektronisk godkjenning.

Personvernombudet for forskning



Prosjektvurdering - Kommentar

Prosjektnr: 50063

INFORMASJON OG SAMTYKKE

Utvalget skal informeres skriftlig om prosjektet og samtykke til deltakelse. I meldeskjemaet var det krysset av for at det ikke skulle være samtykke fra alle, men dette var en misforståelse, og er lagt til i skjemaet. Det reviderte informasjonsskrivet mottatt 30.09.2016 er godt utformet.

DATAINNSAMLING

Data skal blant annet samles inn og registreres ved hjelp av videoopptak. Vi minner om at deltakelse er frivillig og at det legges til rette for at det kun registreres personopplysninger (inkl. ansikt og stemmer) om barn som har samtykket til å delta. Vi anbefaler at barn som ikke skal delta i prosjektet gis et reelt alternativ, ved at de for eksempel får undervisning i et annet rom mens opptakene pågår. Eventuelt at elevene som filmes sitter i et annet rom, mens opptakene gjøres.

INFORMASJONSSIKKERHET

Personvernombudet legger til grunn at student og veileder følger NTNU sine rutiner for datasikkerhet.

PROSJEKTLUTT OG ANONYMISERING

Forventet prosjektlutt er 31.12.2017. Ifølge meldeskjemaet skal innsamlede opplysninger da anonymiseres. Anonymisering innebærer å bearbeide datamaterialet slik at ingen enkeltpersoner kan gjenkjennes. Det gjøres ved å:

- slette direkte personopplysninger
- slette/omskrive indirekte personopplysninger
- slette digitale lyd-/bilde- og videoopptak

Vedlegg B

Endrings skjema til NSD

Endringsskjema

for endringer i forsknings- og studentprosjekt som medfører
meldeplikt eller konsesjonsplikt

(jf. personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter)

Endringsskjema sendes personvernombudet@nsd.uib.no
per e-post til:

| 1. PROSJEKT | |
|--|---|
| Navn på daglig ansvarlig: Eli Munkebye | Prosjektnummer: 50063 |
| Evt. navn på student: Marthe Trønnes | |
| 2. BESKRIV ENDRING(ENE) | |
| Endring av daglig ansvarlig/veileder: | <i>Ved bytte av daglig ansvarlig må bekreftelse fra tidligere og ny daglig ansvarlig vedlegges. Dersom vedkommende har sluttet ved institusjonen, må bekreftelse fra representant på minimum instituttnivå vedlegges.</i> |
| Endring av dato for anonymisering av datamaterialet: | <i>Ved forlengelse på mer enn ett år utover det deltakerne er informert om, skal det fortrinnsvis gis ny informasjon til deltakerne.</i> |
| Gis det ny informasjon til utvalget? Ja: <input checked="" type="checkbox"/> Nei: <input type="checkbox"/> Hvis nei, begrunn: | |
| Endring av metode(r): Ja. Skulle egentlig ta videoopptak av undervisning og benytte lydopptak under individuelle intervju med elever. Nå ønsker jeg å gjennomføre videoopptak av grupper på 2-4 elever (trolig 3 elever i hver gruppe, 2 grupper) som arbeider med diskusjonsoppgaver (muntlig). Skal ikke ta videoopptak av undervisning, men vil ta lydopptak av det læreren sier i undervisningen (har fått muntlig samtykke av lærer til dette). Lydopptaket vil trolig også fange opp elevers stemmer når de er nærme mikrofonen, men har forstått at dette ikke regnes som personvernopplysninger? Både de muntlige og skriftlige oppgavene jeg skal gi elevene vil være av faglig karakter og vil handle om temaet bioteknologi. I tillegg vil jeg analysere skriftlige arbeider til elevene (få innsyn i skriftlig prøve og/eller gi dem en skriftlig oppgave) og muligens gjennomføre individuelle intervju med elever og lærer (vil i så fall ta lydopptak av intervjuene). | <i>Angi hvilke nye metoder som skal benyttes, f.eks. intervju, spørreskjema, observasjon, registerdata, osv.</i> |

| | |
|--|--|
| <p>Endring av utvalg: Ja, skulle egentlig gjennomføre datainnsamling i en 8. klasse. Nå skal jeg gjennomføre datainnsamling i en Vg3-klasse med elever født i 1998. De har dermed fylt 18 år. Tenker jeg trenger ca. 6 forskningsdeltakere/elever.</p> | <p><i>Dersom det er snakk om små endringer i antall deltakere er endringsmelding som regel ikke nødvendig. Ta kontakt på telefon før du sender inn skjema dersom du er i tvil.</i></p> |
| <p>Annet:</p> | |

| | |
|---|--|
| <p>3. TILLEGGSOPPLYSNINGER</p> | |
| <p>20. desember fikk jeg beskjed om at datainnsamlingen jeg hadde planlagt skulle skje i 8. klassen ikke kunne skje på planlagt tidspunkt (januar) og derfor har jeg nettopp kommet i kontakt med læreren til en Vg3-klasse jeg skal få samle inn data i. Jeg bør så absolutt samle inn data i januar og derfor hadde jeg satt stor pris på rask saksbehandling! Ønsker å gjennomføre datainnsamlingene i slutten av januar.</p> | |

| | |
|---|---|
| <p>4. ANTALL VEDLEGG</p> | |
| <p>1 (Nytt informasjonsskriv til Vg3-elevene) *</p> | <p><i>Legg ved eventuelle nye vedlegg (informasjonsskriv, intervjuguide, spørreskjema, tillatelser, og liknende.)</i></p> |

* 05.05.2017: Se vedlegg D i masteroppgaven.

Vedlegg C

**E-post-korrespondanse med
NSD etter ny endring**

5.5.2017

E-post – martht@stud.ntnu.no

50063 - Bekreftelse på endring

Ida Jansen Jondahl

on 11.01.2017 10:33

Til: Marthe Trønnes <martht@stud.ntnu.no>;

Kopi: Eli Munkebye <eli.munkebye@plu.ntnu.no>;

BEKREFTELSE PÅ ENDRING

Hei, viser til endringskjema registrert hos personvernombudet 09.01.2017.

Vi har nå registrert følgende endringer i prosjektopplegget:

- Endring av utvalg fra en 8.klasse til en VG3-klasse der alle elevene er fylt 18 år.
- Endring av metoder fra videoopptak av undervisning og lydopptak av individuelle intervjuer med elever til videoopptak av grupper på 2-4 elever som arbeider med diskusjonsoppgaver.
- I tillegg skal skriftlige elevarbeider analyseres, og det skal muligens gjennomføres individuelle intervjuer (med lydopptak) av elever og lærer.

INFORMASJON AV SAMTYKKE

Elevene skal informeres skriftlig om prosjektet og samtykke til deltakelse. Informasjonsskrivet er godt utformet. Lærer har mottatt muntlig informasjon og har samtykket til deltakelse.

LYDOPPTAK AV UNDERVISNING

I endringskjemaet oppgir du at du skal ta lydopptak av det læreren sier i undervisningen. Dette har læreren samtykket til. Lydopptaket vil trolig også fange opp elevenes stemme når de er nær mikrofonen. For at stemme skal regnes som personidentifiserende, må denne bli registrert i kombinasjon med andre opplysninger, slik at personer kan gjenkjennes. Det er sannsynlig at elever vil bli nevnt med navn, eller at andre opplysninger som navn på skole vil komme med på lydopptakene. Vi forutsetter at du informerer elevene i bruken av lydopptak av lærerens undervisning, og at de samtykker til dette. Dette har du anledning til å gjøre muntlig.

Personvernombudet forutsetter at prosjektopplegget for øvrig gjennomføres i tråd med det som tidligere er innmeldt, og personvernombudets tilbakemeldinger. Vi vil ta ny kontakt ved prosjektslutt.

Vennlig hilsen

--

Ida Jansen Jondahl

Seniorrådgiver | Senior Adviser

Seksjon for personverntjenester | Data Protection Services

T: (+47) 55 58 30 19

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS | NSD – Norwegian Centre for Research Data

Harald Hårfagres gate 29, NO-5007 Bergen

T: (+47) 55 58 21 17

postmottak@nsd.no www.nsd.no

5.5.2017

Gmail - 50063 - Bekreftelse på endring

Marthe Trønnes <marthe.troennes@gmail.com>
Til: Ida Jansen Jondahl <Ida.Jondahl@nsd.no>

18. januar 2017 kl. 18:34

Hei igjen,

Etter å ha snakket med elevene er det mange som er ukomfortable med at jeg ønsket å ta videoopptak av den muntlige aktiviteten i grupper på 2-4 elever. Dette har også gjort det vanskelig å få nok informanter. I tillegg skulle denne aktiviteten egentlig skje utenfor undervisningen og det var også en grunn til at de fleste elevene i VG3-klassen ikke ønsket å delta. Læreren til klassen jeg er inne hos i undervisningen har vært så snill og gitt meg timen på førstkommande mandag 23.01 til å gjøre denne undersøkelsen (muntlig aktivitet i grupper).

Jeg vil tilpasse meg situasjonen ved å benytte lydopptak av elevarbeidet i grupper i stedet for videoopptak. Nytt samtykke til dette vil innhentes førstkommande fredag 20.01 og undersøkelsen må altså skje 23.01, det er min eneste mulighet.

Må jeg melde fra om endringen fra videoopptak til lydopptak med endringsskjema eller er det nok å melde fra direkte til deg?

Jeg har vært så heldig å fått raskt svar fra deg før og håper også jeg kan være så heldig å få det denne gang, siden det som vanlig haster.

På forhånd, tusen takk!

Vennlig hilsen
Marthe Trønnes
[Sitert tekst skjult]

Ida Jansen Jondahl <Ida.Jondahl@nsd.no>
Til: Marthe Trønnes <marthe.troennes@gmail.com>

19. januar 2017 kl. 07:44

Hei.

Du behøver ikke sende endringsskjema. Jeg noterer bare at du ikke skal bruke videoopptak likevel.

Ida

[Sitert tekst skjult]

Marthe Trønnes <marthe.troennes@gmail.com>
Til: Ida Jansen Jondahl <Ida.Jondahl@nsd.no>

19. januar 2017 kl. 08:00

Hei igjen,

Flott! Tusen takk.

Vennlig hilsen Marthe
[Sitert tekst skjult]

Vedlegg D

Informert samtykke – skjema nr. 1

Marthe Trønnes
[Min adresse]
[Mitt mobilnr.], martht@stud.ntnu.no

Trondheim, 20.01.2017

Til elever i biologi 2-lassen ved [navn på den videregående skolen]

Anmodning om tillatelse til lydopptak av undervisning, lydopptak av gruppearbeid og innsyn i skriftlige elevbesvarelser

Bakgrunn og formål

Jeg er student ved lektorutdanningen i realfag ved NTNU, og våren 2017 skal jeg gjennomføre en masterstudie i biologididaktikk. Masterstudien vil være en undersøkelse av elevers kunnskapsutvikling og lærerens tilrettelegging av denne. Bakgrunnen for at jeg ønsker å få mer kunnskap om dette er personlig motivert av mitt fremtidige læreryrke i biologi. I tillegg ønsker jeg å bidra med kunnskap i fagfeltet. Jeg ønsker å undersøke elevers kunnskapsutvikling gjennom elevers muntlige og skriftlige kommunikasjon. For å få innsikt i elevers muntlige kommunikasjon ønsker jeg å observere elever som arbeider med muntlige oppgaver i grupper på to til fire elever. For å få innsikt i elevers skriftlige kommunikasjon ønsker jeg å få innsyn i en kapittelprøve.

Hva innebærer deltakelse i studien?

Deltakelse i studien innebærer at du og 1-3 andre medelever arbeider med muntlige oppgaver om emnet dere arbeider med i kapittel 7. Gruppearbeidet vil ha en varighet på maksimalt 30 minutter. For å få så godt dokumenterte data som mulig er det ønskelig å gjøre lydopptak av gruppearbeidet. Deltakelse vil også innebære at det blir tatt kopi av besvarelsen din på den skriftlige prøven i kapittel 7 som du skal gjennomføre 7. februar og at besvarelsen blir benyttet som datamateriale i studien. For å få så godt dokumenterte data som mulig av lærerens undervisning er det ønskelig å gjøre lydopptak av undervisningen. Etter krav fra Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD) må jeg innhente din og de andre elevenes samtykke til at lydopptakene benyttes som datamateriale i masterstudien. Dette fordi mikrofonen kan fange opp stemmen din når læreren (og dermed mikrofonen) er nær deg.

Hva skjer med informasjonen om deg?

Det samles ikke inn personopplysninger utover alder og kjønn. Lydopptak vil ikke offentliggjøres og vil kun bli sett/hørt av meg og mine to veiledere. Lydfiler vil lagres på en ekstern lagringsenhet som vil låses inn i et skap som bare jeg har tilgang til. Alle personopplysninger vil behandles konfidensielt. Det vil si at personlige opplysninger vil være aidentifisert, og publisering og formidling av forskningsmaterialet vil være anonymisert, slik at data som publiseres ikke vil kunne knyttes til deg. Masterprosjektet skal etter planen avsluttes 01.06.17. Prøvebesvarelsen vil makuleres og lydopptak og videoopptak vil slettes innen 01.12.17.

Når vil undersøkelsen gjennomføres?

Undersøkelsene vil gjennomføres i tidsrommet uke 4-6. Den muntlige aktiviteten vil gjennomføres i biologitimen mandag 23. januar.

Frivillig deltakelse

Det er helt frivillig å delta i studien og man kan til enhver tid trekke seg fra deltakelse uten å måtte oppgi noen grunn til det. Dersom deltakeren trekker seg, vil alle opplysninger om deltakeren bli anonymisert.

Hvis du vil vite mer om dette, eller hva det innsamlede materialet skal brukes til, så er det bare å ta kontakt med meg på telefon eller e-post (se øverst for detaljer). Studien er meldt til

Personvernombudet for forskning, NSD (Norsk senter for forskningsdata AS), med prosjektnummer 50063.

Jeg håper du synes dette er interessant og viktig, og at du er villig til å avsette en liten halvtime i biologitimen 23. januar til prosjektet. Jeg ber deg derfor om å fylle ut svarslippen på neste side om hvorvidt du gir eller ikke gir tillatelse til din deltakelse i studien.

På forhånd takk!

Vennlig hilsen
Marthe Trønnes

Samtykke til deltakelse i studien

For å få så godt dokumenterte data som mulig, er det ønskelig å gjøre lydopptak av det muntlige gruppearbeidet, og at det tas kopier av skriftlige besvarelser. Derfor ber jeg om tillatelse fra deg til å gjennomføre datainnsamlingen. Forutsetningen for tillatelsen er at alt innsamlet materiale blir behandlet med respekt og blir anonymisert, og at prosjektet ellers følger gjeldende retningslinjer for etikk og personvern.

Elevers samtykkeskjema

Jeg bekrefter at jeg har lest informasjonsarket.

Mitt fornavn og etternavn (skriv med blokkbokstaver):

Jeg samtykker i at (kryss av alle som passer):

- Stemmen min kan fanges opp på lydopptak i undervisningen. Anonymiserte sitater fra meg, der jeg ikke skal nevnes eller identifiseres, kan brukes i masteroppgaven.
- Det kan tas kopi av besvarelsen min på den skriftlige prøven i kapittel 7 som gjennomføres 07.02.2017. Deler av besvarelsen kan publiseres i anonymisert form slik at det ikke er mulig å identifisere meg.
- Jeg sammen med 1-3 andre elever arbeider med muntlige oppgaver i maksimalt 30 minutter i biologitimen 23. januar og at det tas lydopptak av meg (i likhet med de andre elevene) under gruppearbeidet. Det jeg har uttrykt i intervjuet, der jeg ikke nevnes eller identifiseres, kan brukes i masteroppgaven så lenge informasjonen anonymiseres.

Jeg forstår hva det innebærer å delta i aktiviteter knyttet til masterstudiet, og jeg aksepterer å delta i disse aktivitetene.

Sted og dato: _____

Min underskrift: _____

Vennligst returner svarslippen til Marthe Trønnes eller lærer [navn på lærer] i løpet av dagen.
Tusen takk!

Vedlegg E

**Informert samtykke – skjema
nr. 2**



SAMTYKKE TIL SKRIFTLIG UNDERSØKELSE

Det er ønskelig at du gjennomfører en skriftlig undersøkelse som en forberedelse til den muntlige undersøkelsen. Formålet med den skriftlige undersøkelsen er å få innsikt i din skriftlige kommunikasjon av det du har lært i tillegg til din muntlige kommunikasjon.

Det blir ikke innhentet personidentifiserende informasjon i den skriftlige undersøkelsen. Det er bare jeg og mine to veiledere som vil ha innsyn i besvarelsen din. Når masterprosjektet er avsluttet vil besvarelsene makuleres, senest 01.12.2017.

Jeg bekrefter at jeg har lest informasjonen som er gitt ovenfor og at jeg aksepterer å gjennomføre den skriftlige undersøkelsen. Jeg samtykker i at besvarelsen min kan brukes som datamateriale i masterstudien. Dette krever at det ikke kan være mulig å identifisere meg og at det innsamlede datamaterialet blir anonymisert og behandlet med respekt.

Sted og dato: _____

Min underskrift: _____

Vennligst returner svarslippen til meg. Tusen takk!

Vennlig hilsen Marthe Trønnes

Vedlegg F

Spørreundersøkelse

DEL 1

I denne delen av undersøkelsen skal du svare på spørsmål knyttet til 13 begreper. Du skal bare sette kryss i de to første kolonnene dersom det passer. I den tredje og siste kolonnen skal du skrive én setning som viser hvordan du forklarer begrepene. Du skal altså *ikke* sette kryss i denne kolonnen.

| | Jeg har sett eller hørt dette ordet før undervisningen i biologi 2 (f. eks. i naturfag vg1) | Jeg har sett eller hørt dette ordet i undervisningen i biologi 2 | Dersom du har sett eller hørt ordet før: Skriv én setning hvor du gir en kort definisjon av ordet. |
|----------------------|---|--|--|
| Antibiotikaresistens | | | |
| Bakterie | | | |
| DNA-isolering | | | |
| DNA-sekvensering | | | |
| Klebrige ender | | | |
| Limeenzym | | | |
| Markørgen | | | |
| Mutasjoner | | | |
| PCR | | | |
| Plasmid | | | |

DEL 1

| | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|
| | | | |
| Restriksjonsenzym/ klippeenzym | | | |
| Triplett | | | |
| Vektor | | | |

Fornavn:

Vedlegg G

Hovedoppgaven

DEL 2

FLAVR SAVR-tomat ble fremstilt i California i 1987 og var den første genmodifiserte matvaren som ble kommersialisert. I vanlige tomater gjør enzymet polygalakturonase (PG) at tomatene blir mykere under modningsprosessen ved å svekke celleveggen. I FLAVR SAVR-tomaten er genet for PG byttet ut med et gen som gjør at tomaten ikke blir myk selv om den modnes. Dette gjør at en ikke trenger å høste tomatene mens de fremdeles er grønne for at de skal tåle lagring og transport.

Forestill deg at du var med og fremstilte FLAVR SAVR-tomaten i 1987. Forklar hvordan du gikk frem for å lage disse genmodifiserte tomatene med genet som hindrer at tomatene mykner. Prøv å bruke flest mulig av begrepene du kjenner igjen i listen nedenfor i forklaringen din.

| | | |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| <i>Antibiotikaresistens</i> | <i>Limeenzym</i> | <i>Restriksjonsenzym/klippeenzym</i> |
| <i>Bakterie</i> | <i>Markørgen</i> | <i>Triplett</i> |
| <i>DNA-isolering</i> | <i>Mutasjoner</i> | <i>Vektor</i> |
| <i>DNA-sekvensering</i> | <i>PCR</i> | |
| <i>Klebrige ender</i> | <i>Plasmid</i> | |

I tillegg til disse begrepene står du helt fritt til å tilføye andre begreper i forklaringen din. Skriv en **sammenhengende tekst** og tegn en **enkel skisse** av hvordan du ville fremstilt FLAVR SAVR-tomater.

Fornavn:

Vedlegg H

Transkripsjonskoder

Transkripsjonskoder

| | |
|---------------------|---|
| Vanlig tekst | Det læreren sa, og det elevene sa |
| <i>Kursiv tekst</i> | Det elevene sa i undervisningen |
| Fet tekst | Det læreren skrev på tavlen i time nr. 1-3 |
| .. | En liten nøling, drar på ordet |
| ... | Stillhet inntil ti sekunder |
| | Avbrytelse. For eksempel at A avbrytes av B: A: pluripotente celler er B: hva var det du skrev nederst på tavlen der? |
| _ | Stopper opp, avbryter seg selv. |
| \tekst\ | Tilgjort stemme, sitatstemme |
| [tekst] | Min forklaring |
| NN | Navn på elev er anonymisert |
| NNN | Erstatter stedsnavn, navn på bedrift etc. |
| <tekst> | Læreren snakker samtidig som at det blir skrevet på tavlen |
| * | Ett uhørlig ord |
| ** | To til ti uhørlige ord |
| *** | Flere enn ca. ti uhørlige ord, opptil flere setninger |

Delvis basert på transkripsjonssymbolikken til Thea Lien Espeland/Heidi Strømsskag og Jon-Abraham Lie Leinæs.

Vedlegg I

Transkripsjon av lærerens undervisning

Transkripsjon av lærerens kommunikasjon i undervisningen

Transkripsjon av undervisning økt 1-2

Basert på observasjon, feltnotater og hukommelse. Transkripsjonene ble skrevet ca. 1 time etter at øktene var ferdige.

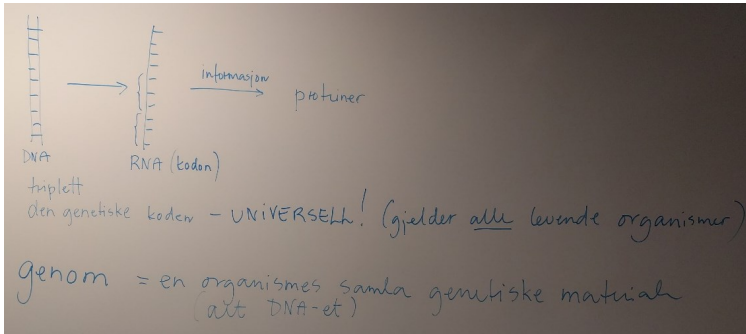
Økt 1 – time nr. 1

Tirsdag 3. januar 2017 kl. 13.10-13.55

- 1 **BIOTEKNOLOGI**
- 2 Hva er det?
- 3 **Eksempler fra julen: Ost, yoghurt (bakterier), øl (sopp – gjær), vin.**
- 4 Stikkord: å klippe og å lime gener.
- 5 Stamceller er ikke-spesialiserte celler. Har stamceller fra bukspyttkjertelen alle gener?
- 6 *Ja.*
- 7 Vi kan klippe ut gen for insulinproduksjon fra stamceller og lime det inn i en bakterie.
- 8 **Genteknologi – en type/spesialisering av bioteknologi.**
- 9 Hva er forskjellen på bioteknologi og genteknologi?
- 10 **Utnytte levende organismer til å lage «noe» = bioteknologi**
- 11 **Utnytte DNA, klippe/lime = genteknologi**
- 12 Vi skal lære mer om genteknologi og nanoteknologi på NNN 20. januar.
- 13 Hvordan kan vi få sauer eller kuer til å lage melk med medisin?
- 14 *Genmanipulering.*
- 15 Hva er forskjellen på genmanipulering og genmodifisering?
- 16 **Genmanipulering – , Genmodifisering +**
- 17 [Lærer diskuterte dette med elevene og de kom frem til at genmanipulering har flere negative
- 18 assosiasjoner enn genmodifisering (at genmanipulering betyr å «tukle» med gener). Lærer anbefalte
- 19 elevene å passe seg for å bruke genmanipuleringsbegrepet under f. eks. muntlig eksamen].
- 20 **GMO**
- 21 Hva betyr GMO?
- 22 *Genmodifisert organisme.*
- 23 Hva kjennetegner en genmodifisert organisme?
- 24 *Inngrep i arvestoffet.*
- 25 **DNA-teknologi**

26 Det brukes flere begreper om det samme, f. eks. rekombinant genteknologi og genspleising.

27 [Lærer tegnet opp]:



28

29 [Lærer brukte begrepene 'triplett' og 'den genetiske koden'. Spurte elevene hva som skjer i de ulike trinnene markert med piler. Hun sa at hun forstår at elevene trenger å repetere hvordan dette foregår i cellen og repeterte dette sammen med elevene]:

32 DNA er i kjernen. [Læreren spurte elevene, men de husket ikke dette]. RNA fraktes ut til cytoplasma. Hva skal skje i cytoplasma?

34 *Proteinsyntese.*

35 Tripletter er tre og tre baser som blir aminosyrer. Slå opp på s. 154 i boka.

36 Den genetiske koden er universell og gjelder alle levende organismer. Hva har dette å si for bioteknologi?

38 **Genom = en organismes samlede genetiske materiale, alt DNA-et.**

39 Hvor har du DNA en annen plass enn i cellekjernen? I hvilken organelle?

40 *Mitokondrie.*

41 **TEKNIKKER:**

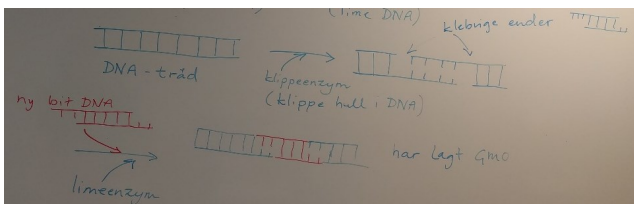
42 **Isolere DNA – mandag 9. januar (forsøk)**

43 Knuse vev, såpe, sprit, ta ut DNA, veldig enkelt.

44 **Restriksjonskutting/ligering – klippe og lime DNA** [Læreren koblet klippe til restriksjonskutting og lime til ligering].

46 Klippeenzym er det samme som restriksjonsenzym.

47 [Lærer tegnet opp restriksjonskutting med klippeenzym og ligering med limeenzym]:



48

49 Hva har vi laget nå?

- 50 *Vi har genmanipulert.*
- 51 *Vi har klippet hull i DNA-et og laget GMO.*
- 52 Enzymene kan kjøpes i butikken eller på internett!
- 53 Hvorfor vil vi klippe klebrige ender?
- 54 *Fordi endene må festes sammen.*
- 55 [Lærer var enig og forklarte at det er enklere å feste sammen bitene fra et papir som er revet enn et papir som er klippet rett av, og at det på tilsvarende måte er enklere å feste sammen to klebrige ender].
- 57 **PCR = polymerase chain rx.**
- 58 PCR er en maskin på størrelse med en printer. Kan kopiere eller lage mange DNA.
- 59 I hvilken sammenheng har du en eller 20 celler du vil undersøke? Når du gjerne skulle hatt mange.
- 60 [Elevene svarte ikke]. I hvilket yrke? [Elevene svarte ikke]. Har dere hørt om CSI? DNA-analyse.
- 61 **Kriminalsaker, arkeologi og slektsundersøkelser.**
- 62 I dag er det nok med bare en celle for å identifisere en person.

Økt 2 – time nr. 2-3

Fredag 6. januar 2017 kl. 10.00-11.35.

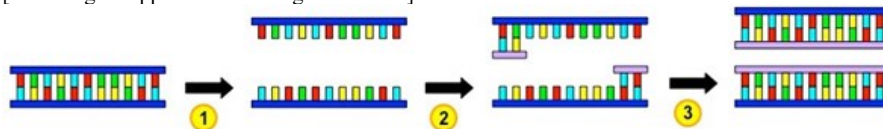
63 Dagens plan:

- 64 • Eksamensoppgaver (oppgave 2-10 del I V2016)
- 65 • Tema 7.2
 - 66 ○ Elektroforeseoppgave
 - 67 ○ YouTube: DNA-sekvensering
- 68 • Oppgaver (se plan)

69 [Lærer gikk gjennom flervalgsoppgavene 2-10 fra eksamen i biologi 2 vår 2016 (del 1). Ingen av oppgavene dreide seg om bioteknologi. Lærer gikk deretter videre til tema 7.2].

71 7.2 PCR

72 [Lærer tegnet opp en forenklet figur av denne]:



- 73
- 74 [Lærer forklarte så vidt 5'-3'-retningen. Tegnet opp at primere festes til 3'-enden på templatet].
- 75 [Lærer kalte første trinn for kopiering (pilen mellom hel DNA-tråd og to separerte DNA-tråder)].
- 76 [Lærer forklarte at primere trengs fra andre trinn og at de må festes på hver sin DNA-tråd].
- 77 [Lærer forklarte at et enzym trengs for å forlenge primerne og lage ny DNA-tråd].
- 78 Hva betyr PCR?
- 79 *Polymerase chain reaction.*

- 80 DNA åpner seg til to enkle DNA-tråder. [Tegnet to DNA-tråder med ulike farger].
- 81 Så tilsetter man primere som fester seg til de to DNA-trådene.
- 82 **Primer = liten startbit av DNA.**
- 83 Hva er nukleotider?
- 84 *Baser med to fosfor og sukker?*
- 85 Hva skjer med enzymer ved høy temperatur? [Elevene svarte ikke]. Hva er det fancy ordet?
- 86 *Denaturering.*
- 87 Er de to DNA-kopiene som har blitt laget like?
- 88 *Ja.*
- 89 [Lærer forklarte hvorfor de to DNA-kopiene er like. Deretter forklarte hun at det hun har tegnet opp
90 kan repeteres f. eks. 30 ganger].
- 91 Hvor mange kopierer får vi hvis vi repeterer det jeg tegnet 30 ganger? [Elevene svarte ikke]. [Lærer
92 forklarte at det blir eksponentiell vekst. 2^{30} , altså ca. 1,07 milliarder kopier. Hun forklarte også at det
93 tar 4-5 minutter per kopiering].
- 94 **GELELEKTROFORESE**
- 95 **Kriminalsak:**
- 96 • **DNA fra offer**
- 97 • **DNA fra mistenkt 1**
- 98 • **DNA fra mistenkt 2**
- 99 Vi vet ikke hvem som er gjerningsmannen og trenger PCR. Hvor leter vi etter spor når noen har blitt
100 antastet, for eksempel forsøkt voldtatt eller voldtatt?
- 101 *På åstedet?*
- 102 Ja, eller for eksempel under negler. Før var cirka 20 celler nok for å bli identifisert. Nå kan én celle
103 være nok.
- 104 [Lærer fortalte om en sak som nylig ble løst i Norge. Etterforskerne hadde tatt vare på neglene til
105 offeret. Før kunne de ikke analysere så lite DNA-materiale. Nå klarte de å identifisere
106 gjerningsmannen på grunn av ny DNA-teknologi].
- 107 **Trenger PCR og enzymer for å klippe DNA fra alle prøvene i biter.**
- 108 [Læreren tegnet opp en agarosegel med tre brønner på tavlen. Kalte en brønn for offer, en for m1
109 (mistenkt 1) og en for m2 (mistenkt 2)].
- 110 **Gel: gele som transporterer DNA-biter.**
- 111 Hvorfor tegnet jeg opp tre brønner?
- 112 *Det er én brønn til hver prøve.*
- 113 Nå vi har hatt prøvene i hver sin brønn setter vi på strøm – 9 V som i et vanlig 9V-batteri. DNA-bitene
114 har svak negativ ladning. Hva vet vi om ladning?
- 115 *Negativ trekkes mot positiv.*
- 116 [Lærer forklarte at gelen består av tynne tråder som holder på vann. Vanlig gele vil tørke ut, men gelen
117 som brukes i gel elektroforese tørker ikke ut. Det er hulrom mellom geletrådene].

- 118 Hva tror dere skjer? Hvilke DNA-biter tror dere går raskest til den positive polen?
- 119 *De små.*
- 120 Ja, små DNA-biter går forttere til den positive polen.
- 121 [Lærer tegnet opp en gel etter at den har blitt kjørt en times tid og det har oppstått bånd. Hun tegnet
122 båndene slik at DNA fra offeret (f. eks. fra under offerets negler) og DNA fra m2 matcher (har like
123 band på gelen)].
- 124 **m2 har gjort det.**
- 125 **Kalles et genetisk fingeravtrykk = DNA-spor.**
- 126 Går det an å ta feil?
- 127 *Hvis utstyret ikke funker?*
- 128 La oss si at alt teknisk utstyr funker.
- 129 *Alt må være helt rent?*
- 130 Ja, alt må være helt sterilt.
- 131 [Lærer forklarte at hvis labteknikerne mister en celle fra deres egen kropp eller lignende i prøven, vil
132 prøven ødelegges. Deretter delte hun ut et oppgaveark om gelelektroforese som elevene fikk arbeide
133 med individuelt i 4-5 minutter. Læreren gikk gjennom oppgavearket med elevene].
- 134 **DNA-SEKVENSERING**
- 135 Dette er veldig dårlig forklart i boken. [Lærer ville derfor vise elevene hvordan DNA-sekvensering
136 foregår med en YouTube-video].
- 137 [Lærer tegnet opp en liten DNA-sekvens].
- 138 **DNA-sekvensering = å finne rekkefølgen av baser. Tidkrevende = finner kun én og én base.**
139 **MASKIN. Tok tiår å sekvensere menneskets genom for 5 år siden. Triplet → protein (s. 154).**
- 140 Forskere prøver å finne ut hvor triplettene starter i sekvensert DNA. Det er vanskelig.
- 141 [Klassen så på YouTube-videoen som forklarte DNA-sekvensering på engelsk. Den varte i ca. 2
142 minutter].
- 143 *Splittes DNA-trådene fra hverandre bare ved hjelp av varme?*
- 144 Ja.
- 145 [Lærer forklarte at det er ulike farger for A, T, C og G. Slik kan en lese DNA-sekvensen].
- 146 Det viktigste er at en klarer å lese DNA-sekvensen.
- 147 [Elevene arbeidet med oppgaver fra tekstboken som var skrevet opp på planen i 30 minutter. Læreren
148 avslutter deretter timen].

Transkripsjon av undervisning økt 3-6

Basert på lydfiler

Økt 3 – time nr. 4-5

Mandag 9. januar 2017 kl. 14.05-15.40.

149 Vi skal <isolere DNA fra hvitløk>. Jeg skal si litt mer om det. To elever samarbeider, ikke flere. Og vi
150 skal ha lese_ se <DNA-bibliotek s. 227, mitokondrie-DNA s. 231 og så 7.3>. Og så skal dere ta å lese
151 for dere selv, og så skal vi oppsummere i fellesskap. Dere har fått utdelt ny utgave av
152 eksamensoppgavene 2016, ikke sant, som betyr at de svarene dere hadde fra forrige gang, de fører dere
153 over på den der. I tillegg har dere fått utdelt oppskrift for isolering av DNA. Og så skal vi gå gjennom
154 følgende oppgaver_ eksamensoppgaver_ 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18. Sett gjerne ring rundt den så skal
155 vi se om vi får tid til å oppsummere alt i fellesskap i morgen.

156 Når dere skal isolere DNA så er det slik at vi trenger noe vi kan knuse, noe vev, og det betyr at_ dette
157 her er en såkalt kinesisk hvitløk [en elev åpner døren og læreren hilser eleven velkommen til timen].
158 Den består av fire fedd, så dere tar av skallet, og det kommer til å være en aldeles nydelig matlukt her
159 etter hvert. Og de som synes det her er forferdelig får bare stappe noe annet i nesen, en Fisherman
160 friend for eksempel. Men nå har jeg altså delt den i fire, så skal jeg kjøre den med denne her som jeg
161 har tatt med fra hjemme [en stavmikser]. Så står det at dere skal ta å blande oppi et begerglass, og så
162 må dere ta å blande med en væske som jeg har laget. Det er en blanding av salt og natron og en liten
163 dæsj med hårshampoo! Det er fordi det skal endre spenningen over cellene, dette her som dere vet en
164 del om, ikke sant, å lettere få knust cellene skikkelig og få ut DNA. Dere må brette den litt sånn
165 [kaffefilteret]. Hvis de er litt for små .. det tror jeg de er [læreren snakker om de minste traktene]. Hver
166 gruppe tar altså en hvitløk og moser oppi her, tar den væska .. det står sju teskjeer i oppskrifta, men
167 bare en sånn liten skvælp, tømmer oppi her og venter slik at det blir filtrert gjennom. Da vil altså
168 DNA-et fra hvitløkscellene gå gjennom, og de havner med å bli noen dråper i bunnen her [i
169 reagensglasset]. Når dere har tatt hvitløken oppi her [i begerglasset] og har tatt oppi den væska, som
170 sagt det står i oppskriften, bruker dere en glasstav og rører skikkelig rundt. Så vil det være slik at i de
171 dråpene dere har her, da har vi kommet til punkt fire, ser dere det står \sett kaffefilteret oppi trakten,
172 filteret løsningen over i et reagensrør, nå blir restene av cellevegger, fettmembraner og proteiner igjen
173 på filteret mens DNA-molekylene følger med væsken gjennom filteret\ . Så de små dråpene dere ender
174 opp med å ha i bunnen av det reagensrøret må blandes med isopropanol som står ferdig i fryseren. Så
175 står det \ta isopropanolen ut av fryseboksen. Bruk pipetten og sprøyt den forsiktig langs veggen ned i
176 reagensrøret som inneholder usynlige DNA-molekyler. Det lønner seg å holde røret litt på skrå fordi
177 isopropanol er lettere enn vann, legger den seg på toppen. Følg nøye med på hva som skjer i
178 overgangen mellom vannfase og alkohol. Ser dere noen små hvite tråder? Så ser dere videre at det
179 skal altså bli en sånn seig, slimaktig sak, og det er altså det som er DNA-et. Nå skal jeg gå og hente_
180 isopropanol, men dere kan bare begynne. Så om noen grupper begynner å lese eksamensoppgavene og
181 andre begynner med det her så er egentlig det ganske greit, at man gjør litt forskjellig sånn. For alle
182 kan ikke stå her og mose samtidig. Kanskje flere grupper kan samarbeide om å mose hvitløk så går det
183 litt fortere. Dere skal arbeide to og to sammen.

184 [Elevene starter med forsøkene. Læreren sier ikke noe og holder seg i bakgrunnen. Få elever satt med
185 eksamensoppgavene, de fleste gikk frem til kateteret og moste hvitløk med stavmikseren etter tur].

186 [Lærer snakker litt med noen elever om gangen. Forklarer og gir råd].

187 Tenk at det er 15 meter DNA i hver hvitløkselle, dere!

188 [Lærer går rundt og snakker med elevene individuelt. Svarer på spørsmål om både forsøket og om
189 eksamensoppgavene].

- 190 [Når elevene har arbeidet med forsøket i 18 minutter]: Har alle gruppene fått ut væsken? Så tar den
191 siste gruppen og moser hvitløken og når alle har gjort det henter vi isopropanolen og så setter dere
192 dere her.
- 193 [Lærer henter isopropanolen].
- 194 Denne isopropanolen da, som vi skal bruke .. slå opp på punkt fem. Det er viktig at alle følger med nå.
195 \Ta isopropanolen ut av fryseboksen\. Dette her er en sånn type sprit som brukes til kondensfjerner.
196 Det er et stoff som kommer til å gjøre at vannet skilles. Man har kondensfjerner, ikke sant, i biler, for å
197 få vekk vannet som eventuelt har kommet ned i kjølesystemene. Lærte dere det da dere tok lappen? Her
198 er i vertfall et triks. Det står også at det \lønner seg å holde røret litt på skrå\. Det betyr at før dere gjør
199 dette her nå og kommer frem og forsyner dere, dere trenger en sånn en, og jeg tømmer det oppi her
200 [tømmer isopropanolen oppi et stort begerglass]. Så tar dere å kvitter dere med det her rusket og rasket
201 – i søpla! Da er det bare siste gruppa som står igjen og dere andre kan altså begynne å rydde. Kjør på,
202 så vasker dere ting etter hvert og rydder på plass, ikke sant.
- 203 [Lærer går rundt og snakker med elevene mens DNA-et i reagensrøret kommer til syne].
- 204 Har alle så de ser DNA-et? [Elevene svarer ikke, men virker ivrige med sitt].
- 205 Dere ser det, ikke sant, veldig tydelig, en klump med arvestoffet til hvitløk! Er ikke det litt
206 fascinerende?
- 207 Hvis noen har lyst til å ta med hvitløks-DNA-et ned i kantina og vise det fram nå i pausen, så vær så
208 god, gjerne det! Dere må bare vise det fram. Det er ikke farlig!
- 209 [Pause fra 14.40-14.45].
- 210 Ok, vi starter med disse eksamensoppgavene. Altså, noen kom godt i gang med disse oppgavene nå i
211 sted. Etterpå skal jeg dele dere inn i seks grupper, så må alle forberede en liten bit til neste time, altså i
212 morgen. Den av dere som står her. Så vi kommer gjennom 7.3. Vi tar det når vi kommer så langt. Men
213 la oss starte med oppgave 11. Ta vare på dette eksamenssettet og ta det med til hver time. Vi kan starte
214 med nummer 2 [oppgave nr. 2]. ... Vil dere repetere? Ok, det er greit, vi kan gjerne repetere litt.
215 [Repeterer oppgavene som ble gjennomgått i forrige time].
- 216 [Læreren går gjennom oppgaver fra eksamenssettet i fellesskap med elevene: både oppgaver de gikk
217 gjennom i økt 2 og oppgaver elevene skulle arbeide med før pausen i denne økten. Gjennomgangen
218 varer i 16 minutter].
- 219 [Etter 16 minutter med gjennomgang av oppgaver]: Neste oppgave, 14, <fullstendig dominant allel>.
220 Ja, hva var ufullstendig dominant allel? NN? [Eleven svarer noe uhorlig]. Det med øyefarge og slik, er
221 det fullstendig dominant? [Småprat]. Hvor mange er enige i at det er C? ... Holder vi på å å
222 gjennomgå noe som bare fler_ fåtallet har gjort? ... NN? Har du gjort det? Men da stopper vi da. Det
223 er ikke vits å gjennomgå noe når dere ikke får tenkt. Så tar vi [avbrytes av et uhorlig spørsmål fra en
224 elev]. På 14 så er det C som er riktig svar. Men vi tar nå heller de andre i morgen.
- 225 Men nå skal vi fordele.
- 226 <GMO>
227 <E. Coli>
228 <Planter>
229 <Dyr>
230 <cDNA-bibliotek>
231 <Mitochondrie>
- 232 Jeg skal ha, skal vi se. En, to, tre, fire, fem, seks, syv, åtte .. da sier vi det at dere som er .. NN, NN og
233 NN, dere tar den biten der, forbered det til i morgen. Bare gjør det hver for dere, dere trenger ikke å

- 234 samarbeide. Eee .. NN og NN, dere tar den. Og så tar vi NN og .. eee, NN og NN, tar den. Og så sier
235 vi at dere to tar denne biten her, ikke sant. Og så tar dere tre det med planter, og dere tre og NN og NN
236 tar det med dyr. Og dere andre kan ligge og slappe av. Men dere bruker tid nå. Dere som ikke fikk
237 oppgaver, dere skal bla gjennom hele greien. Bruk_ dere bruker ikke mer enn de 20 minuttene som er
238 nå. Dere kan samarbeide om å få det fram.
- 239 [Elevene forbereder seg til neste time i 20 minutter].
- 240 Da sier vi at dere pakker sammen! [Elevene pakker sammen]. Og så, bare så det er sagt. Vent nå litt.
241 Jeg skal ikke ha inn rapport. Ingen vits i, dere tar vare på notatene og det arket, ikke sant. Slik at når
242 dere får en oversikt på slutten av året, så kommer det til å stå alle forsøkene vi har gjort, blant annet
243 dette her. Og da skal dere ha oversikt over alle forsøkene vi har gjort når dere møter opp på muntlig
244 eksamen. Jeg holder på å lage muntlige eksamensoppgaver nå, jeg! [Læreren småsnakker med elevene]

Økt 4 – time nr. 6

Tirsdag 10. januar 2017 kl. 13.10-13.55

- 245 mens elevene setter stolen sin opp på skrivepulten].
- 246 Ok, da starter vi. Og aller først skal Marthe [meg] bare komme med litte grunn informasjon om den
247 masteroppgaven sin.
- 248 [Jeg informerte elevene om hensikten med masterprosjektet og forklarte hvordan jeg hadde planlagt å
249 samle inn datamateriale til prosjektet].
- 250 Greit. Vi starter med NN og NN og NN, var det ikke det? Dere som var samla, sant? Som altså hadde
251 om <cDNA>. Hva sier dere? Om dere vil komme fram så gjør dere det, så kan jeg ta notater når dere
252 snakker, eller om dere vil skrive selv. NN og NN? Jeg skal prøve å få til en oppsummering på tavla.
253 Alle – følg med! Hvem vil starte med å si noe?
- 254 *Det starter med at noen tar cellevev som knuses og mRNA-et fra de cellene isoleres fra de cellene vi*
255 *ønsker å undersøke nærmere på. Og så blir det ved hjelp av enzymet revers skriptase, så blir det*
256 *dannet enkeltrådet DNA som da er komplementært til det mRNA-et som ble isolert. Og det er for å*
257 *studere arvestoffet i en celle, cellens egenskap, da.*
- 258 Hva er sammenhengen mellom det bestemte vevet og mRNA-et? Ville det vært samme mRNA fra alle
259 typer vev, eller er det en kob |
- 260 ***
- 261 Så hva er da sammenhengen? Om man kan si det sånn?
- 262 *Det er få aktive gener som på en måte gjør at, for eksempel at brystkreft, at vi kan ikke ha brystkreft i*
263 *tommelen.*
- 264 Altså en kan isolere det aktive RNA-et i realiteten når en da, som du sier, man fjerner intronene, og så
265 får en_ Altså hvis en ser for seg det DNA-et som ikke brukes i det konkrete cellevevet, og noe som
266 brukes i det cellevevet. Og så tar man ut mRNA, for mRNA lages bare fra de genene som er aktive i
267 de cellene, ikke sant. Man lager ikke alt mRNA i alle celler. Og så kan det settes inn i plasmider slik at
268 bakteriekulturene som gror i slike skåler, de fungerer som et slags bibliotek. Så hvis en trenger å
269 undersøke den typen gener senere, så kan en altså gå og hente den skålen som har akkurat det der.
- 270 ***

- 271 Ja, du kan jo for eksempel jobbe videre for å prøve å klippe og lime gener inn i noe _ La oss si at du
272 fant gener for .. altså for å være frisk, på ett eller annet vis, altså å ikke være syk, så kunne en se for
273 seg at en kunne lage de genene og kjøre de i PCR også og kopiere opp, og så sette dem inn i cellene
274 hos en syk person.
- 275 **** brystkreft ****
- 276 Ja, rent bortsett fra at det aldri ville blitt brukt tid og energi og penger på noe som _ altså, puppene
277 henger bare utenpå, det er ikke farlig. Men man kunne lage noe, altså skape noe som, og få inn gener, i
278 noe som, hvor det var feil på dem, da. Det neste som noen hadde, nei, det var ingen på dem. Det var
279 <genetiske fingeravtrykk>, vi kan ta det. Genetiske fingeravtrykk er det samme som <DNA-profil>.
280 Er det noen som husker hva det der instrumentet vi.. og hva det gjorde? Den lille plastikkboksen som
281 jeg ikke tok frem og viste dere, men som jeg sa noe om? Den hadde en sånn gele?
- 282 *Gele..*
- 283 Gel? Var det noe med elektroner?
- 284 *Gelelektroforese!*
- 285 Ja. Og det sier vi ikke noe mer om nå for det gjennomgikk vi såpass grundig. Vi kan ta NN og NN..
286 <mitokondrie-DNA>? Kom igjen.
- 287 *Ja, det er jo ** identifisering. Og det nedarves kun som.. avkom. Og det gjør det mulig å ** |*
- 288 Slektskap altså?
- 289 *Ja. Og forskere får muligheten til å aldersbestemme forskjellige levende organismer. Det kan være*
290 *mennesker, dyr, katter for eksempel.*
- 291 Mennesker .. i hvilken sammenheng er det interessant å undersøke slektskap hos mennesker?
292 Hvordan _ i hvilke..
- 293 *Adapsjon |*
- 294 Adapsjon, familiegjengforening i forbindelse med flyktninger og asylsøkere. Men hvilke dyr, har du
295 noen eksempler på det?
- 296 *Ehm.. altså, det har blitt laget genetisk fingeravtrykk fra alle ulvene. På denne måten går det an å*
297 *bestemme ***
- 298 Jeg skriver bjørn også jeg, for det stod det noe om i boka deres, ikke sant? Når man er på elgjakt så
299 samler man inn elgmøkk og så prøver å se om de kan spore hvor dette dyret har vandret fra og hvem
300 det er i slekt med ... Er det mer dere vil si?
- 301 *Ja, det stod at jo lenger tilbake i tid, jo lengre avstand i slektskap.*
- 302 Ja [skriver det opp på tavla og gjentar det eleven sa]. Mitokondrielt DNA skrives som mt-DNA.
303 Husker dere det der med at mitokondrie-DNA alltid arves fra moren, så man arver kondisen til moren
304 sin? Hvor blir det av faren sine mitokondrier? NN?
- 305 ******
- 306 Mhm, for den skal svømme så sabla fort og er så liten at den brenner opp hele motoren. Ehm, neste!
307 <GMO> .. Og det var, hvem var det som hadde det igjen? Det var dere, ja.
- 308 *Det var den genetiske koden, og den er universell. Det vil si at fremmede gener har like egenskaper i*
309 *en organisme som i den tidligere organismen. Det her betyr da at det er mulig å fremstille ønskede*
310 *egenskaper, og det kalles en genmodifisert organisme. Og-e, med genteknologi, så vil det da være*
311 *mulig å overføre gener fra et *for eksempel en sopp, til bakterier. Og de overføres da med vektorer,*
312 *for eksempel et plasmid eller et virus. Slike vektorer har da plass til fremmed DNA og når det har blir*
313 *satt inn overføres det til *.*

- 314 <Vektor (plasmid/virus)> Eee, er det noen av dere som har hatt vektor i maten? Det er akkurat det
 315 samme, at noe bæres fra ett sted til et annet. Og sånn sett er det altså slik at begrepet vektorer her
 316 brukes om virus eller plasmid i bakterier som NN sa, bærer DNA-biten. Men det var, jeg så gjennom
 317 her og tenkte_ det er kanskje viktig å få med her, det her med_ Er det lett? Er det_ husker dere, da vi
 318 snakket om mutasjoner.. NN og dere. Så snakket vi om å miste en base eller å få inn en base ekstra.
 319 Hvorfor er det_ kan det være veldig dramatisk?
- 320 *Fordi at det kan påvirke gen_ genfunksjonen.*
- 321 Mhm, alle gentripletene blir feil etterpå, ikke sant? Så det er bedre å få inn tre baser da, eller å miste
 322 tre baser. Selv om man klarer å lage og klippe ut her og sånn .. så er det altså_ jeg tror vi skal sette opp
 323 det som et spørsmål. <Få inn DNA-biten på rett plass> og så spørsmålsteget. Der er problemet. Mer
 324 dere vil si?
- 325 **
- 326 Så sånn sett så ser dere jo at alle disse teknikkene henger litt sammen. Sant. Enzymer [skriver på
 327 tavla], og så skriver jeg bare <enzymer> og så <r og l> og hva står det for?
- 328 *Ehm .. restriksjonsenzym og ligeringsenzym?*
- 329 Ja, klippe og lime. Mer da? Nei. Da hopper jeg [over på den andre tavla] så vasker vi bort etterpå. <E.
 330 Coli> eller \Escherichia coli\ og det var .. NN, var det dere som hadde den?
- 331 *Ehm, ja, men NN har notatene og jeg har bare denne figuren.*
- 332 Det går bra, bare si noe om den du. Du kan henvise til figuren i boka bare, og forklare litt.
- 333 *Ja, ok. Jeg må finne ut hvilken side den er på ...*
- 334 Ja, nå synes jeg dere har gjort en bra jobb.
- 335 *Side 235.*
- 336 Hva sa du NN?
- 337 *Ja, der var den, ja. Side 235.*
- 338 [Skriver på tavla]. Hva vil du si?
- 339 *På den figuren her da, så starter vi med at vi har en bakterie med en plasmidring som det har blitt satt*
 340 *inn et markørgen i, og det er et gen som på en måte skal sjekke om det genet vi satte inn der da, at vi*
 341 *** etterpå. Det som gjøres her er at-te det ønskede genet klippes ut av en menneskecelle og isoleres*
 342 *for det blir puttet inn i plasmidringen og det blir da igjen puttet inn i E. Coli-bakterien som blir lagt i*
 343 *en skål med næring og antibiotika. Og så har vi lagt antibiotika der for at de bakteriene som ikke har*
 344 *det genet vi satte inn, de dør, fordi de har ikke genet for antibiotikaresistens. De bakteriene som har*
 345 *genet vi ønsket å sette inn, de overlever i den skålen.*
- 346 Stemmer. Altså, jeg ser at dere der borte skriver, så jeg skal ta det litt kuli her. Som, dette her er jeg
 347 helt sikker på at dere har vært borti i 1. klasse i naturfag, men så er det jo det dilemmaet_ at det er-e
 348 mange lærere som tar det her helt på tampen. Og så tror jeg faktisk at en del lærere i naturfag ikke kan
 349 det her så veldig godt, så det enkleste er å si at nå klipper vi det kapitlet opp i så og så mange biter, og
 350 så tar dere elevene en bit hver. Men det er som NN sa, man ønsker å sette bakterien_ et gen inn i et
 351 plasmid inn i en bakterie, for eksempel for å få bakterien til å dele seg mange ganger slik at den får
 352 mange stykker. Det er nesten som PCR altså. Den andre tingen – hvordan kunne dette vært gjort med
 353 for eksempel insulinproduksjon? Hvis man for eksempel ønsket å få bakterien til å begynne å lage
 354 menneskeinsulin som skulle være slik designet insulin? La oss si at jeg har fått diabetes og at min
 355 insulin er litt annerledes fra NN sin og NN sin, ikke sant. Bittelitt annerledes, kanskje bare et par
 356 aminosyrer. Men jeg skulle ha mitt eget insulin. Går det an å se for seg at det går an å bruke den
 357 metoden? Skjønner dere hvordan det ville fungere? At vi også klarte å designe medisiner til hvert
 358 enkelt menneske? Nå skal dere få et eksempel hvor det faktisk har blitt gjort. <EPO>, husker dere hva

- 359 EPO var? Ingen som husker det? Eee, det er et stoff som heter erytopoeitin, det er et stoff som gir
360 mange røde blodceller som er i stand til å transportere mye oksygen og drive mye celleånding.
- 361 *Er det ikke doping da? Bloddoping?*
- 362 Ja, vi snakker doping. Det betyr at det finnes noen idrettsutøvere som får sin egenproduserte designede
363 EPO, sånn at man bare tar ut noen EPO fra de, fra meg, eller fra hvem av dere som har lyst til å bli
364 verdenskjent idrettsutøver. Så tar en bare ut litt blod og kjører gjennom en maskin som får ut akkurat
365 rekkefølgen, baserekkefølgen, altså DNA-sekvensering. Dere skjønner hva jeg snakker om nå? Altså
366 orda? [Elevene nikket, og sa ja]. Det er så bra når dere har lært teknikken! Eee, DNA-sekvensering, og
367 så klippes dette inn i en bakterie, som kan drive der og holde på å produsere EPO. Altså, eksempel ..
368 <EPO>. Og det gjøres, og det er umulig å ta, ikke sant. Man kan ikke ta en idrettsutøver for det, for
369 når man kjører tester så vil altså EPO-en være akkurat likedan som den man lager selv. Så det sier noe
370 om idrettsindustrien etter hvert.
- 371 *Er det derfor de blir dopet, da?*
- 372 Ja, og det er fordi verdiene blir så høye. De klarer ikke å styre seg, ikke sant, får for mye røde
373 blodceller og .. det er for eksempel som dere som går og gir blod, dere blir testet hver gang. Og det
374 finnes jo folk som er helt normale og ikke tar EPO, men som har så høye blodverdier at de ikke vil
375 kunne være idrettsutøver! Sant. Så var det det markørgenet ditt, da. La oss gjenta det, NN.
- 376 *Det er et gen som man kan sette inn, som i det her eksemplet gen for antibiotikaresistens. Slik at når vi*
377 *legger dem i en skål med antibiotika så vil vi se hvem som har fått det genet vi har ønsket å sette inn,*
378 *da.*
- 379 For når en kobler på det genet for antibiotikaresistens, så vil de bakteriene som ikke har fått inn det her
380 dø med det samme, ikke sant. Så driver man ikke å dyrker på noe man ikke skal ha. Neste var
381 plantene. Og det var?
- 382 *Det var oss.*
- 383 Det var dere.
- 384 *Ja. Det var greia med at man bruker plasmider til å overføre gener fra planter, da. Eehm og at det*
385 *mest brukte for dette var en jordbakterie som har et veldig rart navn .. som jeg ikke skal prøve å*
386 *uttale. Eehm, ja. Og dersom man setter inn et valgt gen i plasmider, så blir genene overført til DNA i*
387 *planteceller. Ehm, så hvis man setter inn et gen for antibiotikaresistens |*
- 388 Mhm, akkurat sånn som det NN sa |
- 389 *Mhm, ja. Så fører til at de ** som er genmodifiserte har antibiotikaresistens som fører til at de som*
390 *vokser på næringsmedium med antibiotika har fått satt inn genet.*
- 391 Men angående det som du sa og det som NN sa, er det antibiotikaresistensen som er målet, eller er det
392 noe annet som er målet? Hva slags gen satte de for eksempel inn? Her også satte de for eksempel inn
393 et slik markørgenet fordi de ikke gidder å fore på planter som ikke fikk inn det opprinnelige genet de
394 ønsket seg, men hva slags gen kunne de ha ønsket seg?
- 395 *Eee..*
- 396 Så de ønsker å sette inn et gen i en plante og de bruker verktøy og bruker altså vektorer, plasmid, for å
397 få det inn. Og når de får det inn får de samtidig med inn det antibiotikaresistensgenet for å teste_ og da
398 tilfører, bare sprøyter de over litt antibiotika og ser om planten dør eller klarer seg. Men det var ikke,
399 det var ikke antibiotikaen de var ute etter, var det det? Stod det noen eksempler i boka om hva de var
400 ute etter? Hva de ønsket å sette inn?
- 401 *Eee |*
- 402 Hvis de ikke gjorde det så setter jeg på et eksempel. <Gen for produksjon av A-vitamin i ris (Asia)>.
403 Hva er hovedkostholdet for folk i Asia? Hvor får vi A-vitaminene fra?

- 404 *Vi?*
- 405 Ja. Er det noen som tar tran? [Noen elever rekker opp handa]. Jeg også. Hele året. Jeg trodde det var
406 mer vanlig, det var bare tre som rakk opp handa med meg. Eeehm, dere som ikke tar tran, hvordan kan
407 dere få i dere A-vitamin?
- 408 *Fisk.*
- 409 Fisk? Hvor mange av dere spiser fisk minst tre ganger i uka? [En del elever rekker opp handa]. Ja, det
410 var imponerende mange. For-re, kan ikke bare de asiatene spise fisk, da? Har dere hørt om Marie
411 Antoinette? \Kan ikke bare de spise kaker om de ikke har brød? \ Er store deler av Asia forsynt med
412 fisk? NN?
- 413 **
- 414 Mhm. Og A-vitamin som vi blant annet trenger for å holde oss friske for å ha et godt immunforsvar,
415 men som vi i tillegg trenger for å se. Og forskere oppdaget at i innlandet i Asia var det folk som så
416 ekstremt dårlig og delvis ble rammet av blindhet, da. Så de har altså limt inn det genet der, sånn.
417 Neste, det var vel NN og.. NN |
- 418 **
- 419 Nei, NN er borte.
- 420 <Dyr>
- 421 *Ehm, i motsetning til planter så_for å være sikker på at overføringen skal skje så må man overføre*
422 *arvestoffet til en befruktet eggcelle. Eeehm, og det som er at man, man sprøyter inn ønsket DNA i*
423 *cellekjernen i en sædcelle eller i en eggcelle før de smelter sammen. Og det gjøres med*
424 *mikroinjeksjon, de bruker sånne bitte sånne små kapillærrør av glass. Så man da sprøyter det inn i*
425 *kjernen før dem smelter sammen til en zygote.*
- 426 Ja.
- 427 *Og når det her DNA-et er injisert er det stor sjanse for at det her DNA-et blir en del av kromosomene.*
428 *Og videre etter det så settes den_ zygoten inn i en surrogatmor |*
- 429 Dette [henviser til injiseringen av DNA i celle] foregår i skål.
- 430 *Ja. Hvis DNA-et har blitt en del av kromosomene, så blir alle cellene, de vil inneholde det ønskede*
431 *genet. Men det er en ganske krevende teknikk, så det er bare mellom en og 30 prosent av zygotene som*
432 *overlever og blir til et genmodifisert dyr, da. Og når ** så kan DNA-et settes inn tilfeldig og det kan*
433 *føre til at ** er maskert da, så organismen ikke kan leve.*
- 434 Mhm, for da får vi det samme problemet som vi var inne på i sted. For man må treffe akkurat der én
435 triplett slutter og en annen begynner, ikke sant. Hvis ikke går det ikke an. Men tilbake til det du sa om
436 gener og DNA. Og så_ sprøytes inn nokså tilfeldig. Gener for hva da?
- 437 *For ønskede egenskaper.*
- 438 Mhm. Så hvis noen altså har en genfeil de har oppdaget. Et par, en i et par har en genfeil. En genfeil.
- 439 *Nå skjønnte jeg ikke ..*
- 440 La oss si det er et par. En har en genfeil som ikke rammer den personen, men som altså vil ligge i
441 eggcellene eller i sædcellene. Går det an å bruke det her da?
- 442 *Eee, ja, dersom det genet du sprøyter inn er dominant, så..*
- 443 Mhm, ikke sant. Sånne genfeilsykdommer er ofte recessive .. Ja. Trøbbelet her er jo ofte å lage_ å
444 plukke ut_ ikke sant, å finne ut akkurat hvilken DNA-sekvens vi snakker om, ikke sant, og hvordan
445 den ser ut_ nå snakker vi om alle de ordene vi har holdt på med, og så oppkopierer vi med PCR, og må

- 446 få det inn i en sånn sprøyte og sprøyte det inn, og så deretter, at den_ de små DNA-bitene treffer på
447 rett plass. Det er kjempekomplisert.
- 448 *Men er det mest vanlig at man setter inn sædcelle eller eggcelle, da?*
- 449 Det jeg har hørt mest om er at det går inn i sædcellen, for det er så innmari mange sædceller. Det ville
450 jo komme an på_ det er jo bare på forskningsstadiet det her, ikke sant. Så det er jo litt enklere fordi det
451 kommer jo 350 millioner sædceller på hver sædutløsning. Det er liksom bare å velge og vrake, sant
452 [ler]. Mens det kommer ett egg per måned, med mindre man bruker hormoner å få ut flere. Så, men
453 hvis sykdommen er i egget .. så må man jo ta utgangspunkt i det, ikke sant. Så det vil være avhengig
454 av hvor sykdommen ligger hen.
- 455 *Men vil det være slik at det er forskjell på om sykdommen ligger i egget og sædcella så lenge **.*
- 456 Nei, egentlig ikke. Det har du jo rett i, slik teknisk. Ehm .. Skal vi google da, se ut om, hvor det mest
457 brukes. Mikroinjeksjon, jeg tror at det er mest i sædcellen. Ehm .. Mer å si om dette her?
- 458 *Eee, jeg har ikke mer å si i alle fall.*
- 459 Kan dere mer på siste'n? Det er bilde av det i boka. Siste delkapitlet her, det handler om <genterapi>.
460 Siste delkapittel som sagt. Og det har vi så vidt diskutert da vi holdt på med det forrige kapitlet. Det er
461 det tek_ <teknikk>. Og det er disse teknikkene vi har snakket om. Og så er spørsmålet egentlig ..
462 <hvem skal få det?> <hva er lov per i dag?> og <hvem skal bestemme?>. Mmm, altså, skal vi for
463 eksempel, skal det være lov å drive med gendoping, sånn som i det eksemplet her oppe? Synes dere at
464 vi like gjerne skulle slippe det løs? Hvis folk har lyst til å bruke kroppen sin til å dope seg, er det
465 egentlig helt i orden? Hva tenker dere om det?
- 466 **.
- 467 Ja, like mye som at hvis en eller annen har lyst til å bare gå ut i gata og bli påkjørt?
- 468 *Ja, men det her blir jo noe annet. Det med bloddoping er jo **.*
- 469 Mhm. Mhm. Hva tenker dere andre?
- 470 [Flere elever sier seg enige].
- 471 Men hvis vi kommer til et stadié der det er veldig komplisert å oppdage om folk har gendopet seg. Er
472 dere enige i at da må vi bare si at <ok, da kan bare alle gjøre det>?
- 473 *Hva er forskjellen da, da blir jo bare nivået høyere, men alle er på det samme nivået ..*
- 474 Ikke sant.
- 475 *Det krever jo ressurser å .. ** det har jo ikke alle.*
- 476 Ja, men tenk på hva de idrettsutøverne vi har i dag koster av ressurser da. Det er jo etter hvert_ for meg
477 som en gang var barn og var veldig ivrig på å følge med på idrett og visste at folk hadde en jobb ved
478 siden av, så er det en ganske snodig idé nå at folk altså har det som jobben sin og slutter mens de går
479 på ungdomsskolen for at de skal bli idrettsutøvere, ikke sant. Eller vi har jo elever her som går på
480 NNN og som er mer opptatt av NNN enn av skolen, kanskje?
- 481 *Ja, men på den andre siden så er det jo, man får tilgang på alle de ressursene og ** og hvis man
482 bruker ti år på å bli proff, så er jo ressursgrunnlaget ganske annerledes.*
- 483 Mhm. Men hvis vi kommer til et sånn stadium tidsmessig om noen år. At-te det er nesten umulig å
484 oppdage. Om folk har laget seg sin egen EPO, altså leid inn leger og .. inn i apparatet sitt. Fått laget
485 sitt eget EPO eller andre medikamenter som gjør at .. ja, at de kan dope seg, sånn som nå for
486 eksempel, Sotsji og de andre .. hvor de altså får bedre og bedre metoder til å oppdage doping. Det er jo
487 det som gjør at så mange nå plutselig har mistet medaljen, ikke sant. Så hvordan skal vi holde på med

- 488 det der? Er det noen som har en idé om det? Skal vi pløye mer og mer ressurser og penger inn i hele
 489 systemet?
- 490 ***
- 491 Mhm. Men til en helt annen sak. Det er slik i Norge at .. et veldig moralsk dilemma, et etisk dilemma,
 492 som vi var så vidt inne på en gang før. Det er sånn i Norge at det er lov å ha sædbank, ikke sant. Vet
 493 dere det? Det er lov å ha sædovertføring, det er tillatt. Det gjøres blant annet nede på NNN [en klinikk]
 494 nede i_ ved NNN, der kan folk, hvis det er par og de ikke har funksjonelle sædceller, så kan de gå dit
 495 og så få overført sæd. Men en-eee kvinne uten en mann har ikke lov. Altså, det er strenge regler, men i
 496 Danmark kan de det. I Spania så_ eller la oss ta .. I Norge er det ikke lov til å være, til å ha
 497 eggdonasjon, eeehm. I USA har det vært ganske vanlig både blant kvinnelige og mannlige studenter,
 498 at de har finansiert studiene sine ved å være egg- og sæd-donor. Ikke sant. Det er mye lettere for
 499 guttene, det vet dere jo. Jentene må jo også ha en hormonbehandling, og så tar de_ og så modnes det
 500 masse egg på en gang, og så bruker de en slik tynn, tynn pipette og går inn i eggstokken og så tar de
 501 og suger ut en god del mer eller mindre modne egganlegg. Og det å gjennomføre det et par-tre ganger,
 502 det kan altså, for jentene da_ guttene får ikke så mye penger for det, men for jentene så kan det være
 503 nok til å finansiere studier. Men det er lov i USA.
- 504 *Så i Norge, må man være ***
- 505 Hvis ikke så må du signere på samboerskap, så før måtte man jo være gift, og det må man ikke lenger.
 506 Ikke sant. Men .. hvordan kan vi, hvordan kan vi forholde oss til at det er så forskjellige regler? Og da
 507 kommer vi til det der [henviser til det hun skrev på tavlen tidligere] \hvem skal få det? hva er lov?
 508 Teknisk sett, hva er forskjellen her egentlig? Det her er en slik diskusjon som er hjemme hos oss noen
 509 ganger, som gjerne ender i en skikkelig krangel, siden voksne folk også krangler. Fordi |
- 510 *Diskuterer!*
- 511 Ja, vi diskuterer litt høylydt. Eee .. skal det være lov å gi, å være sæ_ altså å få sæd? ... Så er det
 512 ganske nylig, for noen år siden, kommet regler om at når ungen er 18 år, så kan en få vite hvem som_
 513 hvem sæden kom fra. Og så er det ikke lov å gi egg. Er det en rettferdig greie? ...
- 514 *Men begrunnelsen deres er at med egg så er det større inngrep?*
- 515 Større inngrep, og man må hormonbehandles. Sånn at det kan-ne, det har vært vist at det kan være litt
 516 trøblete i forhold til hormonproduksjon etterpå, men det .. et fåtall.
- 517 *[Flere elever kommer med uhørlige kommentarer].*
- 518 Så dere mener at så lenge det er lov å være sæddonor så bør det være lov å være eggdonor også?
- 519 *Ja, i alle fall så lenge man er klar over konsekvensene og likevel er villig til å gjøre det.*
- 520 Dere andre?
- 521 **
- 522 ... Men det her skal vi ta opp med ulike mellomrom når det dukker opp, for det er noe som det er greit
 523 å ha litt peiling på. Og det er slik at for veldig mange som diskuterte saken for noen få år siden, så var
 524 det slik at de gjorde en stor forskjell, det ble veldig mye vanskeligere å få sæddonor. Fordi etter 18
 525 år kan det stå noen og banke på døren, ikke sant. Og si \hallo, pappa\. Selv om det, det er jo ikke
 526 nødvendig, det trengs ikke. Nå skal dere få servert den som stod i avisa i går. Den kan jo .. altså, nå
 527 skal ikke jeg si hvem som synes hva hjemme hos oss, da, men jeg hører at han .. jeg hører jo at han jeg
 528 bor sammen med, er gift med, har flere meningsfeller her. Her .. [holder opp en papiravis] St. Olavs
 529 hospital i Trondheim. Og der er det en veldig godt oppbygd avdeling for fødsler for svangerskap,
 530 gjerne til folk som trenger hjelp for å bli gravide og slik. Veldig bra utbygd. Og det er også den .. den
 531 avdelingen i Norge som har mest tillatt at for eksempel man får lov til å fjerne ett av to fostre. Hvis det
 532 altså .. det kommer av og til utenlandske kvinner her .. fra land hvor det ikke er lov. Hvor det altså er
 533 slik at-te hvis man har blitt gravid og man er gravid med to eller tre fostre, så kan man gå inn med og_

- 534 og alle tre er friske .. så kan man gå inn og få fjerna det ene fosteret. Fordi man ikke vil ha tvillinger,
535 ikke sant. ... Stod i avisa i går.
- 536 *Så det er ikke lov?*
- 537 Det er lov.
- 538 *Ja, men i deres land?*
- 539 I deres land er det ikke lov. Men her er det lov. Skjønner dere sammenhengen mellom at vi har lov til
540 å ha_ få sæddonasjon, men ikke eggdonasjon, men vi kan få lov å fjerne et friskt foster? Er ikke det
541 noe som skrangler? Eller er dere uenige med meg?
- 542 *Hmm, **.*
- 543 *Det er nesten så at det er lov å ta liv, men ikke å gi liv, da ..*
- 544 Mhm.
- 545 *Men kan de i de andre landene, kan de fjerne ett foster hvis det er sykt?*
- 546 Ja. Ja. Det hender jo noen ganger at et foster dør eller .. eee, altså, dør og bare skrumper inn og blir
547 borte nærmest av seg selv, men av og til kan det være en sykdom som gjør at de kan klare å ta bort_
548 det kan ikke være eneggede tvillinger fordi eneggede tvillinger ligger i den samme sekken, i den
549 samme fostersekken. Det må være toeggede, som altså ligger i hver sin sekk, så tar de altså ut den ene
550 .. ungen. Men i forhold til at dere skal opp til en eksamen hvor dere har genterapi, etikk, eee .. på
551 timeplanen, så skal dere følge med på slike ting. Hvor mange av dere har avis hjemme, forresten? [En
552 del elever rekker opp hånda]. Følg med på det her. Greit, da er det velkommen på prøve på fredagen.

Økt 5 – time nr. 7-8

Mandag 16. januar 2017 kl. 14.05-15.35

- 553 [Læreren starter timen med praktisk informasjon rundt en planlagt ekskursjon fredag 20. februar].
- 554 Da var det prøven. Da er det slik at av dere 20 som går her i gruppen, så ble det et ganske bredt spekter
555 med resultat, og det som var tydeligvis den aller vanskeligste oppgaven da .. Jeg var overrasket over at
556 veldig, veldig mange fikk til den langsvarsoppgaven. Veldig mange gjorde det veldig bra på den.
557 Mens det som eee .. som veldig mange trøbler med, der er jo en slik oppgave som den der'e
558 gendiagnostikken og så komme med slik pro og kontra. Og da er det en eee .. et par stykker som har
559 levert en veldig bra oppgave og som jeg har skrevet kommentar på som jeg_ skal ha én til å lese opp.
560 Eee .. det var jo da, av de .. av de.. 20 som sagt, sju borte .. det er ikke så greit å vite hva en skal gjøre
561 med det, for det her er stoff som-mee alle skulle vært testet i. Og det betyr at måten vi gjør det på neste
562 mandag, om en uke, det er at de som hadde prøven, de skal få sitte her og jobbe med oppgaver, og de
563 andre sju, de skal få bli med og løse en oppgave som skal leveres. Og det er fra kapittel 6 og handler
564 om krysningsforsøk. Fordi når det ble så mange så blir det egentlig ganske komplisert å .. det som jeg
565 først sa, at vi tar spørsmål derfra når vi skal ha kapittel 7. Sant. Og så var det noen som sa at de holdt
566 på med musikalen så de kan ikke det heller. Altså det er så mange forutsetninger, så måten vi gjør det
567 på i neste uke når det er programfaguke, så sier vi at mandag i 8. og 9. timen så har dere en slik test,
568 ikke akkurat en prøve, men i alle fall å løse en oppgave. Dere andre får tilbake nå. Og dere har kanskje
569 sett på It's learning hvordan det gikk? ... [Lærer deler ut prøvene]. Jobbe med kapittel 6. Den dere skal
570 gjøre på mandag, da skal dere sitte hver for dere. Og det er ikke denne her [prøven], ikke sant. [Lærer
571 bruker et par minutter på å dele ut prøvene og gi elevene muntlige tilbakemeldinger]. Da skal vi bruke
572 litt tid på den drøftingsoppgaven. Det betyr at-te .. Jeg skal ha_ Først skal jeg ha NN til å lese opp
573 besvarelsen sin. Hør etter alle sammen nå. [Lærer leser opp en oppgave fra prøven]. <Formuler en

574 problemstilling knyttet til gendiagnostikk (en genetisk undersøkelse). Drøft problemstillingen>. Altså
 575 eee .. det å drøfte en slik problemstilling, siden vi har hatt opp to ganger tidligere, sant, hvor kanskje
 576 mange har bidratt til å snakke og dere har oppfattet det som en konstruktiv diskusjon .. Men jeg tror
 577 kanskje at folk ikke har tatt så mye notater. Så jeg tror kanskje at folk ikke har klart å sortere fordeler
 578 og ulemper, og det er det vi er ute etter, sant. Så det skal vi ta å se på etterpå, men aller først vil jeg
 579 at NN skal lese opp besvarelsen sin. ... Nå må dere høre etter dere andre da, den er som sagt veldig
 580 god.

581 *Eee .. et eksempel på gendiagnostikk er når man tar fostervannsprøver for å finne ut om barnet har*
 582 *noen sykdommer og om barnet er genetisk disponibel for ** om det er bærer for **. En*
 583 *problemstilling som finnes er om det å abortere bort barn **. Eee, et eksempel er downs syndrom, det*
 584 *er en person med tre utgaver av kromosom nr. 21 som gjør at de har 47 kromosomer i stedet for 46,*
 585 *som fører til mindre intelligens, men hvor stor grad **I Danmark er det nesten ingen barn med downs*
 586 *syndrom lenger. Og hva skjer dersom det blir fostervannndiagnostikk som kan selektere bort barn med*
 587 *down syndrom. Forskning viser at dersom det blir en rutine så vil prosentandelen abort øke, og det er*
 588 *det vi kaller en selektiv abort, fordi den er ikke absolutt nødvendig og det er noe en velger selv. Og det*
 589 *er jo slik at ** .. hvem som skal få bestemme hvem som skal leve og hvem som ikke får leve. For det er*
 590 *en etisk problemstilling man må tenke over. Og er det virkelig et sorteringssamfunn vi vil ha? Hvis det*
 591 *er mulig å ekskludere, hvor vil da grensen gå for hvem som skal få leve og hvem som får leve, da ..*
 592 *Eee, og satt på spissen så blir for eksempel hårfarge og øyefarge typiske trekk være ideelle og hvor*
 593 *blir det da av mangfoldet? Eee, hvis det er lov å perfektisere verden, men naturen er ikke perfekt, og*
 594 *det burde man godta. Enkelte vil legge vekt på at individer med downs koster for mye for samfunnet,*
 595 *men er det da bedre å bruke penger på å for eksempel å få rette * og at det er mer verdifullt enn et liv,*
 596 *da .. Men på en annen side så er det jo mer jobb og det krever ekstra mer energi av foreldrene, og*
 597 *biologisk sett så kan du jo ta abort, og .. senere få et friskt barn, da. Så sjansen er jo der. Eee .. ja. Og*
 598 *så har jeg skrevet at **. Det var det.*

599 Da foreslår jeg at vi tar akkurat det eksemplet. Det var ganske mange som hadde skrevet om downs
 600 syndrom også, så det er noe som folk vet litt om, og da sier vi altså at det handler om
 601 <gendiagnostikk>. Og .. andre har skrevet om <fostervannsprøve> som altså også kommer inn under
 602 det samme, og så sier vi at det som drøftes frem og tilbake, det er <downs>. Så skal vi sette opp en
 603 liste med <for/fordeler> med altså fostervannsprøven og gendiagnostikken, og så .. <kontra> ulemper.
 604 Da kan dere jo ser på hva dere har svart nå. Nå sitter jo mange av dere med en ferdig løst oppgave. Eee
 605 .. det var slik at-te eee .. en av de tingene som du brukte_ ett av de begrepene du brukte, NN, ett av de
 606 begrepene du brukte, det var med det der om du kan påtvinge .. ikke sant. Eee .. så sånn sett kan vi jo
 607 si at-te vi snakker om noe som enten kan være <frivillig> eller <påtvunget>, da, og det må også
 608 kanskje drøftes. <Abort>. Kom med noen argumenter for og mot_ dere som sitter nå med litt
 609 forskjellig. Plukk litt av det dere har. NN.

610 ***

611 Mhm. [Skriver på tavlen]. Nå snakker vi om .. i en familie. Flere? Ja? Pro, kontra? ...

612 *Eee, det kan jo være at-te dem har .. er humørspredere som gir veldig mye glede og slik. Og-e_for*
 613 *menneskene rundt seg.*

614 Mhm. [Skriver på tavlen]. Andre fordeler eller ulemper?

615 **

616 Mhm. [Skriver på tavlen]. NN?

617 *Det er ikke **.*

618 [Skriver på tavlen]. Flere som vil si noe?

619 ***

- 620 Mhm, mhm. Alt sammen som sauses sammen, ikke sant, som må ryddes i slik .. hvor dere, eller jeg sa
621 en gang du var borte i forrige uke, eller en gang vi hadde en slik diskusjon. Det er viktig å presentere
622 hva som er for og hva som er mot, og alle forskjellige aspekter her. Og så er det viktig å ikke være for
623 bastant i meningene. Det må gjerne komme fram hva dere mener, sant, altså, på en måte hva veier_ på
624 hvilken vektskål dere veier tyngst. Mhm. Kom med det.
- 625 *Eee, det er grunnlag for **.* Da får man på en måte alltid sett om barnet er sykt eller ikke og det er
626 ikke sikkert at alle har lyst til det. Jeg vet ikke jeg, men det er kanskje bedre å være uviten fremfor å
627 vite **, når du får vite at barnet har downs, hvis du har tenkt **.
- 628 Mhm ... Fordi da blir det slik press for abort, det er det du sier noe om, ikke sant?
- 629 *Ja.*
- 630 NN, hadde ikke du noe også?
- 631 *Fordeler eller ulemper?*
- 632 Ja, hva du vil.
- 633 ***
- 634 Søsken har vi snakket om. Da skriver vi pluss foreldre her bare.
- 635 *Ja, er det **.*
- 636 Mhm, ja. Og så kobles jo det til søsken fordi det betyr at det blir mindre tid på søsken, sant. Mhm.
- 637 *Og forholdet |*
- 638 Ja, forholdet, det kan en også tenke. For det er klart at det er komplisert og arbeidsomt og mindre tid
639 på .. på .. seg selv, da. Eee, er det ingen som har noe mer på fordeler? NN?
- 640 **
- 641 Mhm. [Skriver på tavlen]. Flere? NN?
- 642 ***
- 643 Det er veldig sjelden. Altså, noen av dem kan ha en slik liten jobb et par timer eller en dag i uken på
644 en butikk eller rydde i lageret eller .. i hyller og slik, ikke sant.
- 645 ***
- 646 Men da setter vi det her da, selvfølgelig. [Skriver på tavlen]. Hvis jeg skriver det så generelt som
647 <ressurs for samfunnet> så kunne vi jo skrive <jobb spørsmålstejn>. Og så kunne vi også skrive et
648 ord som dukker opp i hodet mitt, da. <Diversitet>. Skjønner dere hva jeg mener med det? Hva betyr
649 diversitet?
- 650 ***
- 651 Mhm. Mhm. Det er noen som sier at kvaliteten på et samfunn kan måles i hvor godt_ hvor gode de er
652 til å ta seg av de svakeste i samfunnet, sant. Slik at det er noe med_ hva slags betydning der er. Finnes
653 det noen flere argumenter, for eller mot? NN?
- 654 ***
- 655 Mhm. På fordeler? Mhm. [Skriver på tavlen]. Da kunne jeg bare føye til <færre, desto bedre skråstrekk
656 verre tilbud>, så slik sett slår en sammen hele .. NN?
- 657 *** hvis dem trenger hjelp .. så får de jo ** arbeidsoppgaver da **.*
- 658 Ja. [Skriver på tavlen]. Har vi fått med det meste nå? Det her er et slik eksempel på noe vi må jobbe
659 ganske mye med når det nærmer seg eksamen. Og også fordi at-te slutten av boken handler om miljø,

- 660 og da blir det mye av det samme. For eller mot ulv er jo en diskusjonen som går i Østerdalen nå, ikke
661 sant. Og det er slik at der også må vi klare å sette opp fordeler og ulemper. Og så diskutere de frem og
662 tilbake. Og det tror jeg ut fra blant annet den prøven nå og ut fra det jeg har sett tidligere i år, at veldig
663 mange får trøbbel med å sette opp en slik argumentasjonsliste på egenhånd, hvis vi ikke har holdt på
664 og jobbe på den måten: Jeg tror det er en viktig arbeidsmåte. Noen som har noe før vi går videre? ...
665 Da er det slik at-te vi skal altså gå gjennom noe teori. Men før det så skal jeg si litt om ... hva skal jeg
666 si. Plasseringen av Marthe [meg] her.
- 667 [Lærer gir informasjon om min plassering i klasserommet før jeg får ordet selv og forklarer elevene
668 hvordan jeg ønsker å samle inn datamateriale. Jeg leverer ut skjema for informert samtykke som
669 elevene får beskjed om å levere inn innen timen neste dag, tirsdag 17. januar. Bruker 10 minutter på
670 denne biten].
- 671 Da er det greit å begynne å ta notater for nå skal jeg gå gjennom litt teori først og så skal vi ha oss en
672 pause. Eee .. men skal starte med, hvis dere blir opp på side 235 i boka. Altså, det er stadig vekk feil
673 som dukker opp i en slik bok. NN og NN, var dere forresten på det foredraget på .. var ikke det bra?
674 Lærte dere noe? Dere lærte noe?
- 675 *Ja, det var kjempebra!*
- 676 Dere lærte noe?
- 677 [*Det de to elevene sier er uhørlig.*]
- 678 Kan dere forklare hva CRISPR-teknologi er for noe? Så kan dere andre notere navn og google.
- 679 *Det var noe sånn der Cas9-enzym som man bruker til å åpne DNA-tråder og finne ut akkurat der hvor*
680 *dem klipper ut gener, eeehm .. og enten lime det inn i andre DNA-tråder, for eksempel på bakterier, og*
681 *.. ja .. hva skal jeg si, da? For at de skal få den egenskapen som de kan bruke det til, for eksempel*
682 *menneske-DNA, da .. Ehm .. eller for å ta bort sykdommer. ** Eller ..*
- 683 For i boka deres nå så står det .. vi hadde litt slik gruppearbeid, ikke sant, hvor dere fortalte om
684 bakterier som fikk satt inn eee .. satt inn gener for for eksempel å lage menneske-insulin. Vi snakket
685 for eksempel om å få satt inn gener for å lage medisiner. Det som den teknologien der går ut på, som
686 er fem år gammel bare, og som kommer til å gå rett til værs i forhold til forskning, det er helt presist å
687 klippe ut sykdomsgener, akkurat på rette basen i den her-e klebrige enden, ikke sant. Klippe ut, og så
688 sette inn helt presist. Mens det man likevel har klart å gjøre er å sette det inn ett eller annet sted, og så
689 vet jo dere dette med punktmutasjoner .. hvis du ikke treffer da, så blir alt feil, ikke sant. Så hvis en har
690 forsøkt å gjøre det titusen tanger så kan det hende at det går an én gang.
- 691 ***
- 692 Å, kanskje? ... Det er et dilemma. Jeg satt og tenkte på det da de snakket om å fjerne, da vi var på det
693 foredraget, å fjerne alt som var av sykdommer og .. problemer, ikke sant. Både fra planter og dyr og
694 mennesker. Men-ne, uansett, det de så for seg, det var .. for eksempel i en del familier hvor det er ..
695 tenk på det dere kan nå om X-kromosomer og en kvinne som er bærer, ikke sant. Og så er det femti
696 prosent sjans for at ungen tåler det og hvis det er en jente_ dere henger med nå? Hvis det er en jente så
697 gjør det ikke så mye, hun får et normalt X-kromosom fra faren sin. Hvis det er en gutt så får han den
698 sykdommen. Det vi tenkte på nå som mulighet var å gå inn i sædceller eller eggceller og så klippe ut
699 det genet hos noen som allerede har fått en unge med sykdommen, ikke sant, og som synes det er
700 slitsomt og vanskelig og ungen lever kanskje bare et par år .. i nød og smerter. Og så vil de kanskje ha
701 et barn til, men tør ikke fordi de er så redde for at det kan skje det samme. Så jeg vet ikke om .. hva
702 tenker du? Tror du at det blir født mange flere unger hvis vi tar det bort? Hvis vi tar vekk slike
703 sykdommer?
- 704 **
- 705 Men vi snakker jo stort sett om den vestlige verden. Er det_ er dette_ gjelder det bare den vestlige
706 verden at det blir født mange unger eller er det |

707 **

708 Det er vanskelig å .. så jeg er ikke sikker. NN?

709 *Ja, eller de snakket om at dem ikke vil, på en måte tilsette unger egenskaper da, men at de bare skulle*
710 *ta bort de syke .. og selv om kanskje ikke det er nødvendigvis mange barn som **. Men det var flere*
711 *folk der som, eller det var en ** som var veldig positiv til det her og tenkte at vi kan tilsette*
712 *egenskaper og at-te man på en måte endrer ideal ** så veldig slik rart å høre på.*

713 Mhm. Jeg er sikker på at de av dere som_ hvis det er noen som er interessert i å vite litt om det så er
714 det eee .. slike typer oppgaver som kan dukke opp på eksamen. Det er ikke noe jeg kan stille spørsmål
715 om på en prøve i kapittel 7, ikke sant, fordi det står ingenting i boka fordi det er som sagt [et uhørlig
716 ord]. Men hvis en går inn og ser på den bioteknologirådet sin nettside så vil en helt sikkert finne noe
717 der. Der står det informasjon, vertfall litt om hva det er. Og det var jo også helt den andre
718 virkeligheten, å bare fjerne en sykdom som er bundet til X-kromosomet for eksempel, men det å
719 nærmest designe unger, da .. at-te som han ene snakket om, det å få en skihopper med en_en høy,
720 mørk skihopper med vanvittig gode akademiske egenskaper, ikke sant .. Så det var et lite slik foredrag.
721 Det var bare dere to fra denne gruppen her som var der, ikke sant? [Respons fra elevene]. Nei, jeg
722 skjønner at folk har nok å drive med, så det var ikke noe med det. Eee, da hopper vi over til denne her.
723 Det er slik at her skal dere gå inn og rette, og det skal jeg si i fra om til de på biblioteket. Det er altså
724 slik at man bruker eehm, en-ne .. jeg skal ta å gå gjennom det skikkelig. Planter .. utgangspunktet er
725 planter. Planter er noe som heter <totipotente>. <Har ikke spesielt_ spesialiserte celler lenger>.
726 <Eksempel .. avlegger>. Vet dere hva en avlegger er? Hva gjør en da, NN, når en skal lage en
727 avlegger?

728 **

729 Mhm, det gjør man. Og det man gjør i dette tilfellet her er at-te man bruker planter med sykdommer ...
730 for eksempel <sopp, virus, stort problem innen landbruket>. Dere har planter som har slike brune
731 flekker på bladene, det er ofte sykdommer. Så bruker man en-e .. en <bakterie .. klipper inn friske
732 gener> Altså friske gener, det vil si gener som er mot sykdommen. Det er sykdommen vi snakker om
733 her, altså. Så tar man en helt slik alminnelig petrisskål som vi har og har brukt mange ganger. Oppi her
734 [tegner en petrisskål på tavlen] er det <most plantemateriale>, altså most plante. Det er det første man
735 gjør, å tar oppi den, punkt én. Det neste som gjøres er å <sprøyte over bakterien med friskt gen>. Det
736 er punkt to. Så vil <noen av de bakteriene gå inn i plantecellene og det friske genet settes inn i plante-
737 DNA-et>. Og det man har fått da er en <frisk plante>. Så kan man altså bruke alle de tynne
738 plantecellene eller det laget med plantecellene og så kan, eee .. tilføre forskjellig småteri og så få hver
739 av de cellene_ de plantecellene til å bli en ny, frisk plante. NN?

740 **

741 \Går inn i plantecellene komma og det friske genet settes inn i plante-DNA-et\ . Altså går inn i plante-
742 DNA-et av seg selv. Så før vi tar en pause så tar dere, i den boka .. og så ser dere på den tredje siste
743 linjen som begynner med \om vi så i tillegg setter inn et gen\ så stryker dere over \for
744 antibiotikaresistens i det samme plasmidet eller et annet gen\, altså stryk over \for antibiotikaresistens i
745 det samme plasmidet eller et annet gen\ . Side 235 nederst. Tredje nedenfra. Sett strek over i boken.
746 Stryk ut feil. \Om vi så i tillegg setter inn et gen\ og så stryker dere vekk der hvor det står \for
747 antibiotikaresistens i det samme plasmidet eller et annet gen\ og så lar dere som stå der, så setningen
748 blir som følger: \Om vi så i tillegg setter inn et gen som kan brukes til å skille ut de cellene som har
749 fått innsatt genet sikrer vi at bare celler som har mottatt fremmed DNA kan vokse\ . Så_ henger dere
750 med? Neste, linje to da på side 236, fjerner dere \på et næringsmedium med antibiotika\ . Det brukes
751 ikke antibiotika for å skille det her slik som vi holdt på å snakke om når det gjaldt bakterier. Altså,
752 setningene er slik som de er nå_ blir_ jeg blir tilbake .. \Om vi så i tillegg setter inn et gen som kan
753 brukes til å skille ut de cellene som har fått innsatt genet, sikrer vi at bare celler som har mottatt
754 fremmed DNA kan vokse\ . Og når dere kommer til å få regning fra skolen om at dere har skrevet i
755 boken, så henvis til meg igjen, men jeg skal snakke med de på biblioteket så vi får ryddet opp i det der.
756 For det er mye viktigere at dere leverer inn en ny_ en bok. Da tar dere en pause.

- 757 [Pause i 7 minutter].
- 758 Da skal vi ta å sette opp hele det kapitlet, 7.5, som er genmodifiserte organismer i landbruket. Og også
759 med argumenter. [Lærer skriver på tavlen]. Skal vi se ... Hvorfor er det så lett å lage genmodifiserte
760 bakterier og planter, mens det er ganske vanskelig i forhold til dyr, tror dere?
- 761 *Enklere celler?*
- 762 Ja, enklere celler, og så er det litt knyttet til det som har med totipotens, altså den \totipotent\, det
763 ordet betyr at en plante alltid kan lage røtter for seg selv. Man kan skjære av, som NN sa, en liten
764 plantebit og så sette den i litt vann, og så kommer det røtter. Det til og med skjer med juletreet, ikke
765 sant. Men så husker dere at det bare er de enkleste dyrene som det altså vokser ut armer på.
766 Sjøstjerner, ikke sant, enkelt bygde. Hvis vi kunne fått til, for eksempel at-te hvis jeg kappet av meg
767 hånden, og så bare smurte på noen greier, med hormoner og litt slik forskjellig, og så pakker det inn,
768 så ut kom det en ny hånd. Det hadde vært kjempesmart, ikke sant! Men det er det ene .. den ene
769 årsaken til at de genmodifiserte plantene er lette å lage. Den andre går jo på etikk. Slik at-te .. det ene
770 går på <totipotens> og det andre går på <etikk>. Hvis du lager noe som blir en monsterplante, hva gjør
771 jeg med den da, NN?
- 772 **
- 773 Mhm. Det kan du gjøre. Vertfall destruere den på ett eller annet vis, sant. Mens det kan du jo ikk_ hvis
774 du holder på å lage en masse dyr og limer inn en masse gener på dyr, så kan du jo ikke drive å lage nye
775 sauer, eller unger altså, og hive dem i søpla. Sant. Så det går på etikk og moralen vår, egentlig. Ehm ...
776 så kommer neste spørsmål da. <Skal vi lage genmodifiserte planter>, eventuelt dyr, selv om det er
777 vanskeligere? Argumentene, skal vi sette dem opp, noen av fordeler og ulemper. NN?
- 778 *Fordeler - mer mat.*
- 779 <Mer mat>. Vi kan også si at vi har <mer næringsrik mat>. Vi kunne si for å lage <mer smakfull
780 mat>. Flere argumenter, for eller mot? NN?
- 781 *Altså hvis det er feil folk som bruker det her, da. **.*
- 782 Hva mener du med \feil folk\?
- 783 *De som har andre hensikter enn å gjøre noe godt med det, da. Hvis det er å lage mennesker og slikt ..
784 ja, jeg vet ikke helt. **.*
- 785 Mhm. Kunne en se for seg at en gjorde det med planten?
- 786 *Ja.*
- 787 Hva hvis en så for seg at en også produserer planter som også produserer giftige stoffer?
- 788 *Da vil en jo ødelegge for andre arter, da.*
- 789 Mhm. Den enkleste måten .. nå skal jeg kaste opp et slik annet dilemma som ikke henger helt sammen
790 med det der med planter. Hvis_ eee .. innenfor biologisk krigføring som brukes, så kan altså livsfarlige
791 bakterier dyrkes i slike små plastikkskåler. Og det var noen som lette etter dette i Irak da Saddam
792 Husein var der. Sant, så de var og_ men jeg regner med at de ikke lette inni kjøleskapene der. Dere
793 dyrket bakterier i fjor, sant? Milliarder av bakterier i én skål. Hvis dere skulle gjøre det verst mulig
794 for NNNs befolkning. Og la oss si dere kunne tømme slike genmodifiserte planter, nei_ bakterier_ i
795 drikkevannet. Vanligvis så kommer det_ pumpes det på litt klor oppå der, da, på NNN [et vann]. Men
796 av og til er den pumpa ødelagt. Ville du limt inn et gen som gjorde at alle i løpet av noen timer døde,
797 eller ville du limt inn et gen som virket på synsnerven så alle ble blinde? [Elevene ler]. Tenk på de
798 spørsmålene. De som driver og lager slike .. altså de som driver krigføring, de tenker slik. Så hva ville
799 du gjort, NN? Hvilken av de strategiene ville du valgt? ... Vet ikke? NN?
- 800 *Blind, fordi da kunne man tatt dem til fange.*

- 801 Mhm, flere argumenter og flere synspunkter? NN?
- 802 *Hvis man tar det at de dør og så er det jo ikke alle som **.*
- 803 La oss si at hvis du hadde det i deg i løpet av et par døgn så døde du en ukes tid etterpå. Så la oss si at
804 det var lengre tid så vi var sikre på at alle fikk det i seg, da. NN?
- 805 *Hvis eee .. hvis de dør da, så er det jo ikke noe mer samfunnet kunne gjort * egentlig, mens hvis de er*
806 *blinde så er det jo **.*
- 807 Så hvis du var despoten, hva ville du gjort?
- 808 ***
- 809 Ser dere, det går altså teknisk an å gjøre slike ting, og det er klart at hvis en ville skade et stort
810 samfunn da tydeligvis, eller for eksempel i mye større grad skader dem ved å gjøre alle sammen blinde
811 .. eller ved å gjøre at alle fikk en eller annen sykdom som virkelig gjorde at en måtte ut av arbeidslivet,
812 sant. Tenk om hele NNN var nærmest en slik helsestasjon, holdt jeg på å si [ler].
- 813 *De snakket jo om noe slik dere på foredraget og .. hvis den dere CRISPR-greia når langt så kan de*
814 *lage **.*
- 815 Ja .. Men .. det går an? Det er det som blir så vanvittig for dere å tenke på nå .. mange av de tingene
816 her er teknisk mulig og går altså an. Og som det var sagt her, hvis en da skyller over et samfunn med_
817 eller sender en drone med ett eller annet virus eller bakterie eller noe sånt så er det kjempelett å spre.
818 Kjempelett å få det til. Men la oss gå tilbake til det sunne her, da. Ehm .. \mer smakfull mat\, eee ..
819 slippe .. en kan jo <slippe å sprøyte gift mot sopp, insekter og så videre>. Dere vet at all maten dere
820 spiser, alle grønnsakene dere spiser, er sprøytet? Sant, så godt som, med mindre det er rent økologisk.
821 Og alle dyrene dere spiser har spist planter som er sprøytet, hvor da_ det altså hopper seg opp i
822 næringskjeden. Tenk det .. så jeg bare gir dere noen eksempler så kan vi se om det er bra eller dårlig,
823 det da .. <Konkrete eksempler>. ... <Som allerede finnes>. Da var det snakk om .. da snakker vi om
824 <USA, Canada> de driver med mye sånt noe, eee .. ja .. <Kina> er veldig ivrige på å lage GMO-mat,
825 <diverse søramerikanske land>. Jeg bare kommer med noen eksempler. Ehm .. <Japan - tofu> Vet
826 dere hva \tofu\ er? NN, du har vært litt borti slik?
- 827 *Eee, er det ikke soya og litt vann?*
- 828 Det er .. melke_ altså, mer som soyaost-aktig ..
- 829 *Ja .. Ja.*
- 830 Litt i gåseøyne-ost, da, litt_ det faste stoffet. Som en kan kjøpe. Og det regnes å være ekstremt sunt,
831 blant annet i Asia hvor mange ikke tåler melkeprodukter, som vi var borti før. Hvor vanlig ost gjør at
832 folk blir syke. Men hvorfor er det soyaen regnes som sunt? ... Den soyaen kommer fra USA, og den er
833 genmodifisert. Så hvis du drar til Japan som heller ikke har noe særlig genmodifisert mat, hvor du ikke
834 oppfatter det som noe problem, så er det slik at japanerne kjøper soyaen sin, genmodifisert soya,
835 gjennom de plantene som nesten bare finnes genmodifisert i USA. Eee .. og nesten all soyaen du
836 kommer borti i USA er genmodifisert. Så har de blant annet soya .. så kan en jo tenke seg tanken nå.
837 <Soya med gen som gjør at plantene tåler mye sprøytemiddel>. Et sprøytemiddel som heter
838 <glysofat> som man får kjøpt på Plantasjen. \De tåler mye sprøytemiddel\ <og plantene sprøytes bare
839 én gang. Normalt så må planter sprøytes mange ganger i løpet av en sesong. Så hvis jeg nå påstår ..
840 \Jeg ville helst spist mat som de sprøytet liksom med små porsjoner mange ganger .. enn noen som er
841 sprøytet med en kjempeporsjon i én gang\ . Er det noen argumenter for det, tror dere? Egentlig ville jeg
842 ikke hatt noe sprøytemiddel i det hele tatt, altså ..
- 843 *Eee .. kanskje ***.*
- 844 Mhm. Fordi, hvis det da blir sprøytet med store mengder og så kommer det et regnskyll, ikke sant. Og
845 så vil soyaplanten som er der egentlig tåle det, men det skylles ut både insekter i nabolaget der som
846 også blir påvirket av glysofaten. Så det er klart at-te det .. det kan være [to uhørlige ord]. Men så er det

- 847 også slik at <matplanter med innsatt resistensgen mot sopp, insekter trenger ikke å sprøytes>. Er det
 848 bare bra? ... Hvis vi i .. kan det spre seg, slike gener? ... Hvis vi altså har satt inn et slikt gen i
 849 matplanter. Kan slike gener spre seg? NN, du nikker. Hva mener du med det?
- 850 *E .. man må ***.*
- 851 <Via pollen> med nærstående planter, ikke sant. Hvorfor kan det være dumt?
 852 **
- 853 Men er ikke det bra, da? Ingen planter som i det hele tatt dør av soppangrep eller bakterier eller noen
 854 ting? Er det meningen at planter skal dø, da?
- 855 *Nei .. nei, glem det.*
- 856 Men hva skjer om høsten, da? Hva skjer med planterestene ute om høsten? Skal det dø? Hvorfor skal
 857 det dø? Det skal tilbake i sirkulasjon, så hvorfor er det et stort poeng å ha bakterier og sopp? Det skal
 858 brytes ned, sant. Så har det også vært laget .. <matplanter som tåler frost>. Er det bare bra? ... Hva tror
 859 du om det, NN?
- 860 *Eee, det er ikke slik naturen vil ha det ..*
- 861 Hva er det naturen vil da?
- 862 *Den vil at det skal gå i en syklus. Og at det om høsten så kommer det ** om våren, og hvis den lever
 863 hele vinteren så .. blir ikke alt som før?*
- 864 Så vi får jo altså_ i begge disse tilfellene så får vi altså <trøbbel med sirkulasjon og næringskjeden>,
 865 da. Jeg tror det ikke, men det er mye diskutert om .. hvis en konsument spiser det, så tror de ikke at
 866 genet går inn i konsumentens egne celler, men de antar at genet går inn i bakteriecellene som er i
 867 magetarmen. Altså at det sprer seg. Så kan vi ta i .. <Canada>. [Skriver på tavlen]. Der har de laget
 868 <laks med innsatt gen for produksjon av veksthormon>. Det må jo være bra .. eller? Da blir det mer
 869 mat, da? Har dere sett bilder av slik genmodifisert laks? Si at en normal laks kan være slik [læreren
 870 illustrerer normal lengde på en laks med begge armene] så kan altså en genmodifisert laks være fire
 871 ganger så diger, kjeeempdigre lakser med et enormt stort .. altså en enorm stor vekst. Blir ikke det
 872 bare mer mat til folk, da? ... De produserer sitt eget veksthormon slik at de altså, etter at det ble satt inn
 873 et gen først, og så .. innsatt [to-tre uhorlige ord] gen. Er det bra?
- 874 *Hvis en sier ** så er det vel bra, men hvis det sprer seg til laks som **.*
- 875 Mhm, så egentlig går veldig mye av det på det med kontroll og at det ikke sprer seg og .. Og så har vi i
 876 <Asia>. Der er det noe som heter <golden rice> som jeg så vidt nevnte før. <Ris som lager A-
 877 vitamin>, jeg nevnte så vidt det før at trøbbelet i deler av Asia er at folk bor i innlandet hvor de i
 878 veldig liten grad får i seg fisk og A-vitaminer. Og A-vitamin, det .. [Skriver på tavlen] Går i kroppen
 879 til noe som heter <synspurpur inn i øynene> og det er noe som <hindrer dårlig syn og blindhet> ..
 880 blindhet. Flere eksempler .. <høner produserer medisiner i egg> som altså betyr at det er limt inn et
 881 gen for å produsere medisiner inni eggene, slik at i stedet for at folk kanskje må spise medisiner, så
 882 spiser de egg og får i seg det .. og det er også eksempel på <sauer>|
- 883 *[Noen elever ler og påpeker at læreren har skrevet 'sau' i stedet for 'egg'].*
- 884 Nei, i sau sier jeg .. i egg! Takk! Ja. <sauer produserer medisiner i melk>. Altså det finnes egentlig
 885 ingen grenser for ideer til hvordan man kan klippe og lime inn en hel masse forskjellige gener og
 886 hvordan man altså .. kan-ne .. lage nye organismer som altså er i stand til å lage nye produkter. Og
 887 dette her er slik som dere vet fordi dere kan det som gjelder tripletter, aminosyrer, genetisk kode,
 888 universell, sant ..
- 889 ***
- 890 Ja, man kan jo se for seg at det går an. Men det er bare så veldig .. i de fleste land så tukler de med
 891 menneskeegg, da. Det gjøres en ganske mange eksperimenter på menneskeegg og menneskessæd i en

- 892 del andre land som ikke har de samme grensene som oss. Hos oss så er det rett og slett blitt forbudt,
893 eller er .. vedtatt forbudt, da. Men hvis jeg_ hvis vi bruker ordet <tukle>, annet ord, <evolusjon går
894 normalt sakte>. Er det noe problem at vi .. at vi altså tukler med evolusjonen og får den til å gå fortere?
895 ... Er det noen som synes at de eksemplene som jeg har satt opp nå .. Om noen av dem kanskje kan
896 være bra?
- 897 **
- 898 Neeei .. [Skriver på tavlen]. Mener du når en ..
- 899 ***
- 900 Er dere redde for at vi skal miste kontrollen? NN?
- 901 ***
- 902 **
- 903 Kunn_ vi har jo snakket om det å .. om en kunne sette bort gen som noen på sett og vis kunne styre
904 slik at man kunne skru av hele den organismen, sant, så det er litt av det samme .. Men, dere som hørte
905 etter hva NN sa, det er litt farlige tanker, er det ikke?
- 906 *Mine tanker, eller |*
- 907 Det du sa .. Hvem skal ha kontroll på den knappen, hvis vi nå sier at vi setter inn et gen som er slik at
908 vi veldig fort kan ødelegge genmodifiserte organismer. Det er veldig uproblematisk å gjøre det. Hvem
909 skal sitte med den killer-knappen? Du? Jeg holdt på å si Trump? Putin? Ser dere hvor vanskelig dette
910 er? Og den holdningen som .. det som du sier, NN, som også NN var inne på i stad, det at det blir for
911 mye folk, for mange unger .. Eee .. Hva er det som forårsaker den store barnedødsraten som også gir
912 stor barnedødelighet i verden da, NN? Er det at vi ordner_ altså er det i Norge? ... Er det for mye unger
913 i Norge, NN?
- 914 **
- 915 Nei .. NN?
- 916 **
- 917 Så .. det mangler blant annet informasjon, da. På det med sosialveksten [et utydelig ord] plasser. Det
918 der også .. slik som jeg ønsker å ha synspunkt på her nå. Tenk på hvor mange milliarder som brukes
919 innenfor denne forskningen her hvert eneste år .. på hvor mange land som driver å forsker på det her.
920 Hvor mange tusener av forskere som egentlig er veldig flinke folk, som altså driver med slikt fordi det
921 er veldig lett å bli litt besatt av det, tror jeg .. og klart at mye av det de gjør er jo bra, slik som_ jeg vil
922 jo si at av disse eksemplene her borte, så ett av de som virkelig har gitt folk et bedre liv, er altså_ er vi
923 inne på det med blindhet igjen. Det koster samfunnet mye, men hvis en kan unngå det, så klart .. det er
924 jo egentlig en bra bruk av genmodifiserte organismer. Men er det noe .. har dere noen synspunkter på
925 dette her?
- 926 ***
- 927 Fordi de bor .. altså, jeg holdt på å si, kystlinjen til blant annet India er forholdsvis kort i forhold til
928 resten av landet. Også det å få tak i sjømatfisk, sjøfisk, sjømat .. sant, det er vanskelig.
- 929 **
- 930 Mhm. NN?
- 931 *Jeg lurer på det med evolusjon, er det ** ?*
- 932 Vi akselererer jo evolusjonen veldig da, siden vi klipper og limer gener selv, ikke sant, i stedet for at
933 .. NN brukte ordet naturlig. Jeg husker en politiker her for noen år siden som snakket i mot stort sett

- 934 det meste som ble gjort innenfor landbruk eller GMO eller noe annet. Og så sa han at det var ikke noe
935 bra for det var ikke noe naturlig. Så tenkte jeg, \jamen det er ikke kondomer heller, da\ Skjønner?
936 Grensen for hva som er naturlig er ganske .. altså, det å bruke prevensjonsmidler, det er jo ikke
937 naturlig, er det vel det? For det naturlige er jo at vi skal drive å ha sex og få unger og befolke verden,
938 skulle jeg til å si .. så vi driver jo hele tiden med slikt. Når hunden er for gammel så drar vi til dyrlegen
939 for å avlive den, ikke sant. Vi driver jo med slikt. Ser dere hvor vanskelig dette her er? NN, hva tenker
940 du? Skal vi holde på slik .. tukler vi, synes du?
- 941 *Altså .. noe gjør det jo bedre, men det kan jo gå for langt.*
- 942 Klarer du å se hvor det har gått for langt og hvor det ikke |
- 943 *Nei.*
- 944 Nei |
- 945 **
- 946 Er det et problem for flere enn NN? Å vite hvor grensa går? [Flere elever sier 'mhm']. Hva av det som
947 står her nå som eksempler synes dere ville vært akseptabelt, eller er akseptabelt? Synes dere det dere ..
948 når jeg sa at jeg synes det her er bra .. dere behøver ikke å være enige med meg. Det spiller ingen rolle
949 for karakteren det, altså. Du hadde opp hånda igjen.
- 950 *Ja .. det med risen synes jeg er greit.*
- 951 Hva med dere andre, synes dere det er greit?
- 952 *Tja, det med fisken i alle fall, det .. hvis det blir slik at det ikke er ordentlig kontrollert da og at de*
953 *farer ut og **.*
- 954 Mhm. NN?
- 955 *Eee .. hvis man kunne ha ** i Asia så hadde jo de kunne spist fisk og det kunne blitt overfisket, men*
956 *hvis man hadde gjort de små fiskene større, så hadde man jo **.*
- 957 Mhm, så de kan på en måte kobles sammen, Canada og Asia?
- 958 *Ja, hvis det går an.*
- 959 Ja, det er vel mulig. Hva synes dere med det her at det blir lett vint å dyrke fordi plantene bare trenger å
960 sprøytes en gang, fordi plantene tåler mer sprøytemiddel, er det .. og det her brukes som sagt veldig
961 mye. ... Vi har igjen et kvarter. Ta frem ett eller annet, e .. eee .. digitalt medium. PC eller telefon eller
962 hva det nå enn .. og så søke opp <GMO planter> og noen andre kan se på <Monsanto>. Monsanto er et
963 privatfirma som lager genmodifiserte planter. Søk opp de ordene der og se hva dere finner. ... Sitt og
964 snakk litt med sidemannen om hva dere finner ut av og så forteller dere det til resten etterpå. Og hvis
965 dere ikke finner noe interessant på de ordene kan dere jo også sjekke opp <GMO dyr> eller \animals\
966 om dere vil lese på engelsk.
- 967 *[Elevene søker opp ordene].*
- 968 Er det noen som finner noe om planter? ... Kommer det opp mange koblinger? Et stort emne, altså ..
- 969 *[Elevene søker mer og læreren småsnakker med elevene].*
- 970 Men gi meg noen eksempler på eee .. Luis Monsanto, hvem er det? NN, hva finner du ut om
971 Monsanto?
- 972 ***
- 973 Noen som har funnet ut noe annet om Monsanto?
- 974 **

- 975 Er det bra eller dårlig det, da? Hva tenker du, NN?
- 976 ***
- 977 Ja, det er .. hvis da klimaet endrer seg den andre veien, så .. og man har fjernet alt som [et par uhørlige
978 ord] det klimaet som var før. NN, rakte du opp hånda?
- 979 *Nei, jeg bare strakk meg.*
- 980 Hva fant dere, dere som søkte på 'GMO planter' da? Dere sa det var alt for mye .. NN, fant du noe?
- 981 *Eee .. nei, eller ..*
- 982 Hva fant du da?
- 983 *Det der'e .. om Monsanto.*
- 984 Mhm. Monsanto er altså et privat firma som har ansatt en masse dyktige forskere som klipper og limer
985 gener inn i planter. Og gjør slike eksperimenter blant annet knyttet til det med glysofat og slike
986 sprøytemidler. Og limer inn gener slik at planten smaker vondt for insekt som prøver å gå til angrep på
987 den, og så videre .. står det noe mer der?
- 988 *Eee, nei, men hvis det smaker vondt for insekt, smaker det vondt for oss?*
- 989 Ikke sikkert, de kan ha helt andre smaksløker. Mhm. Hva mer finner dere ut? NN, du sitter med PC'en
990 åpen ..
- 991 *Jeg holder på å se på **.*
- 992 Mhm, så de skal bruke det til å lage biodrivstoff, bensin, altså?
- 993 *Ja, de forsker nå på det, da .. men så koster det **.*
- 994 Dere som søkte på genmodifiserte dyr, finner dere noe? NN?
- 995 ***
- 996 Nå snakker vi en kjapp evolusjon, altså. NN?
- 997 ***
- 998 Mhm. Mhm. Det er en av de tingene som ble nevnt på det foredraget, var jo at om man tar griser, og
999 skrur av en del grisegener og putter inn en del menneskegener, så kan kanskje grisens organer brukes ..
1000 vi mangler jo organer, ikke sant, store organer som nyrer og lever og så videre, sant. Så hvis en da får
1001 fjernet litt av griseegenene og satt inn litt menneskegener så kommer ikke vi til å avstøte de organene.
1002 Så kan det kanskje bli kurant og normalt etterhvert å sette inn grisenyrer for folk som mangler nyrer,
1003 ikke sant. Du kunne velge om du kunne, om du kunne få .. grisenyrer eller_ NN, hvis du kunne fått
1004 grisenyrer, ville du hatt det hvis du trengte nyrer?
- 1005 **
- 1006 Hvis de ikke var sikre? Ja, for vi trenger jo noen forsøkspersoner først. Mhm, mhm.
- 1007 *E1: Men skal vi menneskene liksom bruke dyrene til det da, til å sikre våre liv og ta deres liv ..*
- 1008 Men mye av det som stod der handler jo om det samme.
- 1009 *E1: Jajaja, alt gjør jo det, men hvis vi da skal gjøre det så vil grisene på en måte vokse opp og bli*
1010 *laget av oss for at vi skal bruke dem da ..*
- 1011 *E2: Det skjer jo hele tiden ..*
- 1012 *E1: Jajaja, det gjør jo det ..*

- 1013 Hva ville du si, NN?
- 1014 *Det som er litt kult er at de har mekka det slik at geiter får gener for edderkoppsyke i melken, og man*
1015 *kan ordne skuddsikre vester med det og |*
- 1016 Tenk at noen kommer på det! Det imponerer meg når jeg får høre det noen ganger altså. Tenk på at de
1017 setter inn geiter for silkeproduksjon, eller silkeproduksjonsgener inn i geiter slik at de kan bruke
1018 pelsen på geiter til å lage skuddsikre vester |
- 1019 *Jeg tror det var melken |*
- 1020 Det var melken de brukte ja, stemmer det! Det var også nevnt ja, på det der'e .. Men hvis dere sitter og
1021 fikler på den mobiltelefonen eller på PC'en før vi skal ha neste time .. se om dere kommer på noe, se

Økt 6 – time nr. 9

Tirsdag 17. januar 2017 kl. 13.10-13.55

- 1022 hvor syke ting som går an å bruke GMO-modifisering til. Jo sykere, jo bedre! Da er vi ferdig.
- 1023 Men i all verden, hvorfor skravler dere slik? I dag skal vi holde på med <7.6 Stamceller>. Vi skal
1024 Neimen ikke, jeg har øyer i nakken jeg, så ikke snakk selv om jeg snur meg. Eee .. dette er et blad som
1025 kom for en tid tilbake. Dette bladet er Aftenposten Innsikt som er slike temanummer. NN? Som ofte
1026 handler om interessante ting, og dette temanummeret her handler altså om genmodifiserte organismer,
1027 masse artikler her. Jeg tenkte at hvis det er noen som har lyst til å låne det så kan de få låne, men jeg
1028 må bare være sikker på at jeg får det tilbake, for det er viktig for meg å ha. Her har vi .. i USA så går
1029 nå diskusjonen om genmodifiserte organismer, både kjøtt, planter og så videre, skal merkes. I Europa
1030 og i Asia så er det slik at hvis man genmodifiserer organismer, altså setter inn og klipper ut gener, så
1031 skal det stå på at dette er en GMO. Hvis noen av dere drar på ferie til Spania og kjøper slike bokser
1032 med tomater, eller bokser med soyabønner, så kan dere se med bitteliten skrift på en del av det at her
1033 står det at det inneholder GMO. Og så er jo spørsmålet om man er redd for det. Så snakket jeg om
1034 firmaet Monsanto i går. Og så sjekket noen av dere er det noen som har googlet det mer? ... Ingen?
1035 Monsanto er et firma som klipper og limer gener i så mange som mulig organismer som de .. som de
1036 har, la oss si, det er en stor fabrikk, altså forskere, fordi de har råd til å drive med det. Når de klipper ut
1037 eller setter inn gener for produksjon av ett eller annet, enten det er snakk om å sette inn i en plante,
1038 eller som vi snakket om i går .. for eksempel frostresistens, næringsinnhold og så videre, så .. tar de
1039 patent på det. Og det betyr at når folk kjøper frø for å så de frøene og få nye planter opp, la oss si en
1040 afrikansk bonde får tak i slike frø hvor det står Monsanto, det er en frøfabrikk óg, da. Så kan en kaste
1041 ut de frøene på jordet, men når det kommer opp planter så kan en spise dem, ikke sant, men en kan
1042 ikke gi .. ta frø derfra, og gi til naboen. Da gjør du noe ulovlig, så kan det hende at det ikke alltid blir
1043 oppdaget, da. De tar altså patent, og når de limer inn gener i dyreorganismer også, som betyr at alle
1044 dere som sitter her helt sikkert har gener inni dere som Monsanto har patent på. Og det er en slik stor
1045 diskusjon som går, om man også faktisk kan gjøre det. Men diskusjon per nå i USA den går på om mat
1046 skal merkes slik at folk kan si nei også. Det er et skikkelig flott bilde av hun skikkelig gamle damen
1047 her .. hun er kanskje på min alder når jeg tenker meg om. Eee .. her står det .. hun er jo ute og går i
1048 demonstrasjonstog, ser ut som at hun går med rulator, så det er jo ikke .. eee, demonstrasjonstog. Så
1049 skal jeg sende rundt den og her står det \Monsanto I will not eat your crap\. Sant. Så dere kan bla litt i
1050 det hvis dere vil. Det var det ene, det skal vi ta litt slik her. Og så skal vi .. i tillegg så skal jeg si litt om
1051 den der oppgaven [to-tre uhorlige ord]. Dere husker på når dere hadde papegøyeoppgaven på prøven
1052 forrige fredag og dere andre fikk [et uhorlig ord] i går, så er det slik at-te noen skrev eee .. at det var en
1053 diploid krysning, hvorfor var det en diploid krysning? ... Neimen, kom igjen, da! Hva er en diploid
1054 krysning? NN, du som var borte i går? Hva er en diploid krysning?
- 1055 *Eee ..*

- 1056 NN, du var også borte i går.
- 1057 *Eee, nei, det er vel noe **.* 2n, det er noe med 2n.
- 1058 Nei ... Jo, diploid, det er greit! Dihybrid, det er dihybrid, det er jeg som står og sier feil, vet dere! Og
1059 jeg står her og sier feil .. i alle fall, dihybrid, hva er dihybrid? NN?
- 1060 **
- 1061 To gen, mhm. Og dette kryssningen var altså en slik kryssning hvor man ser på to genpar, og så var det
1062 slik at-te noen skrev at det var en ufullstendig dominans, hva er det? Det skrev du blant annet, NN.
- 1063 ***
- 1064 For en blanding? Eee, intermediær kalles det også, ikke sant. Og det enkleste eksemplet i boken, det er
1065 når man har rød pluss hvit som blir rosa. Og så er saken at enten, når man har det der, så kan det være
1066 slik at den lager .. et rødt stoff og et hvitt stoff som altså betyr at hvis en ser på det i mikroskop så ser
1067 en slike små prikker som er røde og slike små prikker som er hvite og som vi altså oppfatter som rosa.
1068 Men hvis det er det så heter det kodominant! Husker dere det når vi har A-B-null-systemet, det er
1069 kodominant .. begge virker. Men intermediær, da slutter planten å lage rødt stoff og hvitt stoff, men
1070 lager rosa stoff, ikke sant. Jeg måtte si den tenkte jeg, for noen skrev intermediær og noen skrev
1071 kodominant og alle har jo fått rett. Sikkert noen lurer på om de .. om de har skrevet noe som jeg har
1072 oversett. Men hvorfor kan vi ikke vite i det tilfellet der om det er intermediær eller kodominant? Hva
1073 er trøbbelet med å vite noe om det? NN? Vet du om det var grønne prikker, eller om det var svart_nei
1074 om det var blå og gule prikker som til sammen så grønne ut?
- 1075 ***
- 1076 Nei .. ergo så kan du altså ikke vite det ofte. I disse fjærdraktene her som eee .. hvor altså de grønne
1077 papegøyene kom fra noen som var blå og noen som var gule, sant. Bare legg merke til forskjellene,
1078 ikke sant. Kanskje de som skal møte opp på mandagen som skal ha en ekstra oppgave kan få spørsmål
1079 om det? Eee .. så står det, det neste. Frem med skrivesaker. <Læreplanen .. diskutere på et faglig
1080 grunnlag etiske utfordringer innenfor biologisk forskning>. Det neste som altså er det vi skal holde på
1081 å se på i dag, det er blant annet å bruke egne PC'er for de som har det. Der står det <Gjøre greie for
1082 den biologiske verdien av stamceller. Drøfte etiske sider ved valg av ulike kilder for stamceller>. Dere
1083 ser hvor ofte det her mer etiske sider går igjen .. Så er det første spørsmålet som dere altså kanskje har
1084 vært borti i naturfaget i 1. klasse, og dere var borti det i fjor .. hva er stamceller?
- 1085 ***
- 1086 Mhm. Mhm. Og de som er i ryggmargen, hva slags type celler skal de bli til?
- 1087 ***
- 1088 Hva slags type blodceller skal de bli til? ... Hvilke tre typer blodceller har dere? NN?
- 1089 ***
- 1090 Plater |
- 1091 *Hæ?*
- 1092 Blodplater. Helt riktig. Eee, hvor ellers har dere stamceller? ...
- 1093 *Når man er foster?*
- 1094 Når man er foster, masse! Embryonale, fra embryo, det er en av de store diskusjonene som vi skal
1095 innimellom her da, innimellom .. og så det der med i hvilken grad, for eksempel, hvis man
1096 gjennomfører en abort, kan like gjerne fosteret med alle disse stamcellene brukes til noe? Til å lage
1097 organer, kanskje? NN?
- 1098 ***

- 1099 Ja. Ja. For alle genene er der, ikke sant. Det som er trøbbelet er å finne ut hva skal vi tilsette for å få til
1100 å få frem de genene, fordi .. hvis at _ hvis en ser på den her nettsiden til Bioteknologirådet da, så vil
1101 dere blant annet finne en slik utrolig kul film der som viser hvordan man bruker stamceller. Driver å
1102 lager øre. Altså å lage et øre, og også hvordan en bruker 3D til å lage et øre, kunstig. Men, så det jeg
1103 tenkte vi skulle gjøre nå, var at de av dere som har .. der ser dere den ørevideoen dukker opp. 3D-
1104 printing, organer. Eee .. jeg tenkte at det vi først gjør nå .. de som har PC tar frem den, og vi skal se på
1105 en video som kanskje er lettest å se på for hver og en, men jeg kan sette den på her hvis jeg klarer å få
1106 lyden til å fungere, for det har jeg trøbbel med. Og så skal dere lese teksten .. altså filmen, og ta ut
1107 stikkord. Med andre ord .. <Søk: stamceller i søkerfeltet. Video og tekst (ta ut viktige ord)>. Hvor
1108 mange av dere har PC? Få frem den de av dere som har det. ... I stedet for at .. altså, dette her er noe
1109 som dere alle sammen jobbet med i naturfag i 1. klasse, og i stedet for at jeg står og gjennomgår noe
1110 nå, så skal jeg ha dere til å gjøre det som ofte gjelder på eksamen .. å klare å plukke essensen av en
1111 tekst. Det betyr at oppi søkefeltet der nå, så skriver vi stamceller, så kommer det til å komme opp en
1112 video, og så er det en tekst rundt den videoen .. eee, altså, i tillegg tekst_ videoen ligger inne i en tekst.
1113 Så skal dere lese gjennom den og plukke ut viktige ord. Skjønner dere det? Henger dere med? Altså,
1114 oppi søkefeltet skriver jeg \stamceller\ så dukker det opp en utrolig innholdsrik tekst. Eee .. det var
1115 altså ikke der hvor jeg skulle ta .. dette var jeg borti i stad. Jeg angrer meg, vi skal ikke ha der hvor det
1116 er stamceller, vi skal gå på temasider, og så skal vi gå nedover her .. legg merke til altså at jeg havnet
1117 feil først.
- 1118 [Elevene arbeider med å komme inn på siden som viser teksten og videoen. Læreren hjelper noen av
1119 elevene].
- 1120 Det er PC'en min det er noe feil med, så lag lyd på deres egen PC, så sitter dere og hører på deres egen
1121 PC. For som sagt, jeg har trøbbel med denne PC'en og koblingen.
- 1122 [I bakgrunnen begynner det å spille musikk fra videoen elevene sitter og spiller av hver for seg. Noen
1123 brukte ørepropper, men ikke alle. Filmen varte i ca. 8 minutter].
- 1124 Når dere er ferdige med å se filmen så ser dere at det .. dere minimerer den og så ligger det altså tekst
1125 over og under. Det er den teksten som jeg mener at dere har her slik, som jeg mener at dere altså skal
1126 skumme gjennom og skal vi se .. bruke 7-8 minutter tenker jeg, på å skumme igjennom og plukke ut
1127 essensen. Dere ser den som jeg viser på tavlen nå ..
- 1128 [Elevene leser teksten hver for seg i 5 minutter].
- 1129 Er det noen som har begynt_ kommet litt langt av gårde så skal vi starte på .. og ta en liten bit ned
1130 gjennom her? Eller fullføre eventuelt resten neste gang? Er det noen som .. eller har dere bare så vidt
1131 fått begynt å lese? Det er et ganske langt stykke da, men har dere skrevet opp stikkord? [Flere elever
1132 sier 'nei' i bakgrunn]. Neste tirsdag blir jo første gangen når vi skal ha om det der igjen da, så dere må
1133 jo ta stikkord, for dere husker vel ikke en hel uke.
- 1134 [Lærer gir mer informasjon om ekskursjonen fredag 20. januar].
- 1135 Kom igjen å les da, så får vi la dere holde på i noen minutter til.
- 1136 [Elevene leser videre hver for seg i 3 minutter].
- 1137 La oss nå ta å plukke ut noen av disse stikkordene som dere også kommenterte. Eee .. noen som spurte
1138 om det underveis på filmen. NN? Du hadde de dere stamcelletypene.
- 1139 Eee .. ***
- 1140 [Lærer skriver på tavlen mens eleven forklarer].
- 1141 Mhm. Husker dere at jeg brukte ordet \totipotent\ i går? Jeg sa at planteceller var totipotente. Hva var
1142 det igjen? NN?
- 1143 Eee, de hadde **

- 1144 Jo, de har det .. da har jeg forklart meg litt dårlig. Mmm, hvis en skulle sammenligne .. ja, nå har jo
1145 ikke dere telefonkataloger, da, men dere vet hvordan en telefonkatalog var. Et godt eksempel og
1146 lettvtint. Hvis jeg altså hadde tatt min telefonkatalog og så hadde jeg brukt slik skikkelig vannfast tussj
1147 og tusjet over alle som jeg ikke ringte noen gang til. Da hadde jeg på en måte hatt min spesialiserte
1148 celle, ikke sant. Men-ne.. mens, din spesialiserte celle også for en annen type celle_ annet spesialisert
1149 ville vært annerledes. Andre navn streket over, ikke sant. Sant, kokebøker, la meg ta det i stedet. Hvis
1150 jeg malte over de oppskriftene jeg aldri brukte, ikke sant .. så vil det være et antall oppskrifter som er_
1151 ville være sammenlignbart med en spesialisert celle, hvor altså noen gener var synlige og kunne
1152 brukes. Mens NN sin kokebok, den ville se veldig annerledes ut, sant. Og så var det to forskjellige
1153 celletyper. Og når jeg hadde malt over den, skikkelig, med enten vannfast tussj eller maling, så alle
1154 kunne fjernes, da sier vi at det er sammenlignbart med en dyrecelle. Sant. Den er ikke totipotent, den
1155 er spesialisert. Mens en plantecelle, da ville jeg ikke gjort det slik. En plantecelle ville jeg bare limt
1156 over lapper og de lappene kunne jeg ta bort, ikke sant. Slik at når jeg kneip over en avlegger, så ville
1157 de cellene som var nederst på avleggeren og som ble satt i vann .. da visket vi bort på en måte lappene,
1158 og så var de ikke-spesialisert, og så kunne de begynne å lage røtter. For da var de i vann og skjønne at
1159 her må vi lage røtter. Det er forskjellen. Så forklar her .. NN. Du noterte deg det her.
- 1160 ***
- 1161 Mhm. Eee .. innimellom der da så er det jo liksom embryo, eee .. embryo er jo bare de første ukene, så
1162 det er mange som tuller litt med hva embryo er, det er bare .. det her kalles jo embryonale celler.
1163 Pluripotente, hva var det? Hva stod det for? Det var sagt på filmen. Det står også i boken deres. Er det
1164 bare du NN som har [uhørlig ord] på det her? Pluripotente, hva var det? ... Hva kunne det blitt?
- 1165 ***
- 1166 [Lærer skriver på tavlen underveis når eleven snakker].
- 1167 Da setter jeg det liksom i gåseøyne. Alt annet, altså alle andre stamcelletyper og alle andre
1168 spesialiserte celler. Multipotente, da? Hvem er det som ..?
- 1169 [Flere elever svarer, men hva de sier er uhørlig].
- 1170 Men multipotente kan bare bli det som man kommer fra. Så du kan, ja, du kan godt si det slik. Den
1171 totipotente kan egentlig bli til en pluripotent som kan bli til en multipotent. Sant. Eee .. gutter, dere har
1172 en spesiell plass med multipotente stamceller. Hvor er det, som ingen jenter har?
- 1173 *Testiklene?*
- 1174 Testiklene? Ja, vet dere forresten hva testiklene heter på latin? ... Det heter faktisk \skrotum\. Er ikke
1175 det et kult ord? Slik at multipotente stamceller fra for eksempel skrotum, hva kan de bli til?
- 1176 *Sædceller.*
- 1177 Sædceller, ja. Så hvordan skulle en forklare multipotente stamceller for .. *.
- 1178 ***
- 1179 Mhm. Som sagt så har noen av dere nå begynt å lese den teksten. Hva sa de for noe ellers på filmen?
1180 Han NN var der, hva var det med han?
- 1181 **
- 1182 Nei, han som var syk.
- 1183 *Han hadde leukemi.*
- 1184 Døde han?
- 1185 *Nei ..*
- 1186 Han døde ikke? Hvorfor døde han ikke?

- 1187 *Han fikk beinmargstransplantasjon.*
- 1188 Ja, og det var den beinmargen som NN snakket om i stad, med de tre celletypene, altså hvite
1189 blodceller, røde blodceller og_ hvite blodceller skal drepe fiender og røde |
- 1190 ***
- 1191 Ja. Er det kurant å finne en beinmargsdonor? Nei? Folk rister på hodet. Eee, dør noen av dette? Mange
1192 eller få?
- 1193 *Mange.*
- 1194 Nesten alle.
- 1195 *Men hva er det_ er det blodtypen som må være lik for at det .. at kroppen ikke skal avstøt |*
- 1196 Og celletypen. Celletypen og blodtypene .. så kroppen ikke skal avvise det. Vi snakket om et slikt
1197 DNA-register som mange er for, ikke sant, at alle mennesker kunne føres i manntall, skulle jeg til å si
1198 [ler], i et DNA-register. Og noen ønsker det samme med for eksempel eee .. beinmargsregister, da. Så
1199 med det samme en person her i NNN fikk beinmargskreft, beinmargskreft kan gå ut på at cellene deler
1200 seg vilt eller at de slutter å dele seg. Det er noe feil med celledelingen der, da. Så kunne de bare taste
1201 inn i et dataregister og så finne .. \OK, det bor en i Sør-Spania\, vi får opp ham. Ikke sant. Det er det
1202 mange som ønsker, og så er det mange som ikke ønsker det.
- 1203 **
- 1204 Hmm?
- 1205 **
- 1206 Fordi mange ikke vil la seg registrere. Altså, det er noe med person |
- 1207 ***
- 1208 Har du sagt fra på sykehuset at du vil være donor? Er det flere her som har gjort det? Er det noen som
1209 har tenkt på det, men ikke gjort det?
- 1210 **
- 1211 Ja, eller du kan bare gå på apoteket og så er det en stiftelse som heter Organdonasjon.no med nettside
1212 som du får tak i kort på.
- 1213 *Det er bare å si til noen i familien at du vil være det, da.*
- 1214 Ja, si ifra til folk, at hvis jeg skulle dø brått og med intakte organer, så bruk meg til noe. Men så må vi
1215 altså da inn og så avgi slik beinmargsprøver óg da, hvis vi skulle vært inne i et register. Hva mer
1216 snakket de om? Nå har vi igjen noen få minutter her. Hva mer snakket de om?
- 1217 *Kloning?*
- 1218 Hm? Kloning? Det blir neste kapitlet, midt ut i neste uke. Hva er kloning? ... NN?
- 1219 ***
- 1220 Hvor mange her i rommet her, hvis dere tenker på at det .. Hvor mange her kan .. altså, vi sprer det
1221 ikke ut altså, ut av dette rommet her. Men hvor mange av dere som sitter her kunne egentlig hatt moro
1222 av å klonet seg? [Lærer og flere elever retter opp hånden].
- 1223 [Noen elever flirer og småsnakker].
- 1224 Kunne ha ... en, to_ hvor mange kunne virkelig ikke tenkt seg det, da? Hvor mange kunne virkelig
1225 ikke tenkt seg det? NN? Hvorfor vil du ikke det?

- 1226 *Æææh, tenk hvis personen er dårlig, da. Bare ha |*
- 1227 Hvis du har laget den selv så må du vel få lov til å kaste den, er det ikke slik?
- 1228 *Jooo .. Altså, hva tenker du hvis det er en som ** og så er han skikkelig dårlig person. Da må det jo*
1229 *være litt kjipt ..*
- 1230 Men hvem var det som rakk opp hånden på at de kunne tenkt seg å kloner seg? NN, hvorfor kunne du
1231 tenke deg å kloner deg, egentlig?
- 1232 *Neei, det hadde jo vært kult å sett hvordan klonen hadde blitt om den vokste opp i et annet miljø, da.*
1233 *** .. hvor lik den hadde blitt meg.*
- 1234 Men hvis du da skulle klonet deg, så da ville du jo .. hvis du skulle drive skikkelig forskning så måtte
1235 du jo laget 10 stykker for eksempel, eller tjue. Dere andre da, som ville kloner dere? NN, ville du
1236 klonet det?
- 1237 *Jeg ville gjort det, ja.*
- 1238 Hva ville du gjort det for? Forskningsmessig ..
- 1239 **
- 1240 Men du er klar over at den du laget ville ha vært 18-20 år yngre nå?
- 1241 *Jamen det hadde vært kult om man kunne vært slik mentor for den så kunne man ***
- 1242 [Lærer og elever ler]
- 1243 Så du tror at dine mentoregenskaper er perfekte?
- 1244 *** en skikkelig perfekt versjon av deg selv ..*
- 1245 [Lærer og elever ler igjen]
- 1246 NN ..
- 1247 *Man kunne jo laste opp ** [Lærer ler] Da kan man jo ** og så kan man ***
- 1248 Ja, da måtte du hatt en hjernetransplantasjon, det er eneste måten du hadde fått til det på. For det er
1249 såpass mye elektriske strømninger som du ikke ville klare å overføre. Men hvis det var slik at jeg for
1250 eksempel skulle bli klonet_ jeg vet at vi er ferdig .. men klonet slik at jeg fikk noe som var akkurat slik
1251 som meg, akkurat slik. Like gamle, så kunne jo hun gått på jobben for meg! Akkurat som at dere
1252 kunne laget noen som gikk på skolen for dere.
- 1253 Et lite øyeblikk bare, har dere med skjemaene til Marthe? [Flere elever sier 'nei' i bakgrunnen].
- 1254 [Elevene går ut av klasserommet].

Vedlegg J

Transkripsjon av gruppesamtaler

Gruppe 1

Mandag 23. januar 2017 kl. 14.53-15.13

Ingrid, Linn, Martin og Julie

- 1 MS Når dere skal si noe, hadde det vært til hjelp om dere kunne sagt navnet deres først .. enten det ekte navnet, eller så har jeg gitt dere pseudonymer, så dere kan få bruke dem hvis dere vil det i stedet for.
- 2 Martin Det har ingen ting å si for meg, altså.
- 3 Ingrid Ikke meg heller.
- 4 MS Jeg gjør om på navnene deres til slutt uansett. Ingrid, hvordan ville du startet?
- 5 Ingrid Må jeg starte?
- 6 MS Vil du starte, Martin?
- 7 Martin Ja, jeg vet jo ikke om noe er riktig da, for jeg har ikke fått finpusset det, men .. jeg ville startet med å funnet .. funnet .. la oss si at det var en annen organisme som hadde det her genet, da. Som man trenger for at celleveggen ikke skal svekkes .. så ville jeg ha utført en DNA-sekvensering for å finne ut hvilke .. for å finne baserekkefølgen hos triplerter i den organismen, for så å prøve å klippe ut det gjeldende genet, da. Ved å bruke slike restriksjonsenzymmer. Deretter ville jeg ha gjort et forsøk på å sette inn genet i bakterier slik at vi kunne fått masseprodusert det genet. Så kommer det som kanskje skorter litt på min oppgave, da .. det er den de_ hvordan man skal få det her inn i tomatene. Og da tenkte jeg først at-te man må prøve å få det inn i arvestoffet på planten .. tomatplanten, da, på ett eller annet vis. Eee, og da-eee .. nå vet ikke jeg hvordan formeringen til planter foregår da, men jeg tenkte at da må man få satt det arvestoffet inn i .. la oss si, om det er .. om du har to haploide celler, så ville jeg satt det inn i den ene haploide ved hjelp av slike ... i alle fall der du bruker slike kapillærrør og sprøyter det inn da, og satse på at den egenskapen er dominant. Eee, for så .. ved at da, at genene da vil komme til uttrykk når det her blir en zygote og vokser opp til å bli en plante som gir tomater, da.
- 8 MS Hva tenker dere andre?
- 9 Julie Det høres bra ut.
- 10 Ingrid Mhm ..
- 11 Linn Mhm, har ikke noe mer å legge på der, nei.
- 12 Martin Det jeg tenker at .. det er jo ikke sikkert i og med at jeg ikke riktig kjenner til .. kjenner til hvorvidt for det første hvordan den planten formerer seg, da .. om det i det hele tatt er to haploide celler som smelter sammen. Da vil jeg tro at det skal fungere ganske bra. Eee .. men dersom det ikke er det, så ... Jeg vet ikke, jeg. Hva tror du da, Ingrid?
- 13 Ingrid Akkurat det samme! [ler].
- 14 MS Hva tenker dere om det Martin sa .. det var ett trinn du [jeg henvender meg til Martin] sa du ikke var sikker på. Hvordan man skal få det genet inn i tomatene ...
- 15 Ingrid Jeg vet ikke ..
- 16 Linn Ikke jeg heller ..

- 17 [Stillhet i 12 sekunder]
- 18 MS Husker dere hva plasmid var, da?
- 19 Ingrid Ja, det er jo_ er ikke det i bakteriene, da? Og det er de som inneholder enzymene? Nei, jeg er litt usikker ..
- 20 Martin Ja, jeg må si at jeg ikke er helt sikker på hva et plasmid er en gang, så det kan du jo |
- 21 Ingrid Det er en organelle i en bakterie, men jeg husker ikke så mye om det ..
- 22 Julie Plasmid ..
- 23 Ingrid Er det ikke det, da?
- 24 Linn Jo, jeg tror det, men jeg vet ikke helt .. Jeg husker ikke så mye.
- 25 Martin Jeg ville i alle fall fått endret .. prøvd å endret arvestoffet til bakterier slik at når de formerer seg så formerer de seg med et arvestoff som inneholder det genet. Det er i vertf |
- 26 Julie Og så kan man få det ut * bakteriene, da |
- 27 Ingrid
- 28 Martin Ja.
- 29 Julie I .. på bakteriene?
- 30 Martin # Nei, på de
- 31 Ingrid # Nei, på_ i den organell |
- 32 Martin I den organismen du har funnet først.
- 33 Ingrid Ja.
- 34 Martin La oss si at de |
- 35 Linn Ja, i det her tilfellet så er det jo PG, da ..
- 36 Ingrid Ja, og så .. ja, jeg er ikke så sikker, men er det ikke bare å ta inn det nye genet og liksom .. lime det inn da? [Ler].
- 37 Martin Ja, # det er jo
- 38 Ingrid # Ja, er det ikke det, da?
- 39 Linn Jo, det er det jeg også tenker ..
- 40 Martin Det du kan gjøre da, er at du først gjør den DNA-sekvenseringen og finner ut hvilket gen det er, eller hvordan_ hva som koder for det genet, og så klipper du det ut ved at du tilsetter .. de |
- 41 Ingrid De enzymene |
- 42 Martin Restriksjonsenzymene, ja. Og så videre får .. får satt det inn i bakterien.
- 43 Ingrid Jeg er enig i det.
- 44 Martin Men hvis dere har noen andre .. en annen prosess, så kan dere jo si det da, så vi får mer ...
- 45 MS Er det andre måter dere kunne fremstilt det genet på?
- 46 Linn Det er vel ..

- 47 Ingrid Er det DNA-isolering, det? Jeg husker ikke helt ..
- 48 Martin Da fjerner man DNA fra kjernen og knuser cellene da, slik at en får DNA-et fritt. ...
- 49 Linn Ja ..
- 50 Julie Mhm. ...
- 51 MS Hva kunne dere gjort med DNA-et hvis dere ville hatt mange flere kopier, da?
- 52 Martin # PCR
- 53 Ingrid # PCR!
- 54 Linn Åjaaa .. Hm ..
- 55 Martin Ja, så at .. i stedet for å bruke bakteriene så kan man utføre PCR for å få produsert mest_ eller så flest mulig .. eee, av det genet da, for så å kunne sette inn på samme måte, da. Eller at, ja, mhm ...
- 56 MS Det begrepet 'markørgen', hva tenker dere om det? Husker dere det?
- 57 Julie # Nei.
- 58 Linn # Nei.
- 59 Julie Hmm ..
- 60 Ingrid Jeg husker bare den rundingen der, fra boken .. så var det en slik bitteliten del av den. Jeg vet ikke, genet, nei, jo .. men, nei, jeg husker ikke helt hva som var med det på en måte.
- 61 Martin Det må jo være noe spesielt med det i og med at det har en spesiell .. et spesielt ord, men jeg husker ikke helt hva det er. Om det er .. jeg tenker jo umiddelbart at det kan være tilknyttet sykdom, men jeg vet ikke om det er rett. Det kan veldig godt hende at jeg tar feil, men jeg prøver å komme på noe ...
- 62 Ingrid Men lå ikke det, det lå på en bakterie, tror jeg, markørgenet .. tror du det? På et virus, men jeg vet ikke helt .. er det, er det slik det blir videreført da, eller? Jeg husker ikke helt, jeg ...
- 63 Noen Åh ..
[Stillhet i 12 sekunder].
- 64 MS Dere har brukt bakteriebegrepet, DNA-isolering, DNA-sekvensering .. hva med klebrige ender?
- 65 Martin Nei, det er vel, er ikke det slik at du .. at du, det er når du deler opp DNA-et, så for å få satt det sammen igjen på en måte som gjør at det ikke overlapper eller .. eller, altså, på en måte så ingenting blir forstyrret da, så er det klebrige ender som gjør at du, at det på en måte .. at det passer perfekt når du limer det på igjen med limeenzym.
- 66 Julie Altså når man limer .. to DNA-bit_ deler sammen?
- 67 Martin Ja, for eksempel når to gener skal settes sammen, da.
- 68 Julie Å-ja ... Og det er klebrige ender på de to genene, da?
- 69 Martin Ja. Men har det noe å gjøre med det tre- og fem-karbonendene på DNA-trådene å gjøre?
- 70 Ingrid Ja ..

- 71 Julie Det har det vel.
- 72 Ingrid Det har jo det. Men .. det er jo bare slik .. det er jo slik DNA-et er bygget opp da, så det er jo ikke .. du klipper jo bort det .. det genet ligger på DNA-et, gjør det ikke det, da?
- 73 Martin Jo det ligger |
- 74 Ingrid Så du klipper jo bort en liten del av den strukturen da, på en måte.
- 75 Martin Mhm. Så de klebrige endene kommer inn ved at du bru_ ved at du limer_ la oss si slik som i sted da, når vi skulle sette inn i en .. når vi skulle sette ett gen som var klippet ut med restriksjonszymer for så å sette det inn i arvestoffet til en bakterie, eller en-e .. ja, til en bakterie da, så bruker man limeenzymet til å lime det inn i arvestoffet til bakterien, slik at det blir en naturlig del av det. Og det er de kle_ eller ja, at man da har klebrige ender slik at det ikke skygger over noen andre gener eller at det ikke blir noen .. noen feilfordeling da, men at det bare glir inn akkurat der det skal.
- 76 Julie Ja ...
- 77 MS Det med antibiotikaresistens, da. Husker dere noe om det? Det var diskutert i to av timene dere har hatt.
- 78 Ingrid Ja, det er jo på bakteriene da, slik at de blir immune mot antibiotika, og det spres jo veldig fort, da. Så hvis .. det er jo hvis .. den bakterien er farlig og den får antibiotikaresistens, eller den blir det, så er den jo veldig farlig, for da har vi ikke noe som kan .. fjerne den da, drepe den.
- 79 Martin I tillegg til at den antibiotikaresistensen fort kan spre seg mellom bakteriene også. At det ikke bare er på en måte at hver enkelt av bakteriene kan utvikle antibiotikaresistens, men at .. de sprer det mellom seg, da.
- 80 MS Blir det med antibiotikaresistens hos bakterier brukt i denne sammenhengen, tro?
- 81 Martin Nei, det var det jeg ikke skjønnte helt, men ... det er jo i forbindelse med bakterier, og det er jo .. i alle fall det jeg snakket om er jo bruk av bakterier, men jeg vet ikke om det er .. hvordan det har en sammenheng med det tilfellet her, da, med produksjon av nye gener. Hvordan det kan knyttes opp mot antibiotikaresistens, det er jeg ikke helt sikker på. ...
- 82 MS Hva med mutasjoner, da?
- 83 Martin Det er jo ..
- 84 Ingrid Varige endringer i baserekkefølgen, da. Er det ikke det som er mutasjoner, da?
- 85 Julie Jo.
- 86 MS Hva tenker du, Linn?
- 87 Linn Tenker du på de forskjellige typene? Det der med mutasjoner .. kan det være det med deresjon og .. substitusjon og ..
- 88 MS Jo, det har sammenheng, forskjellige typer mutasjoner. Men tror du det kunne ha skjedd mutasjoner da dere gjorde dette forsøket her?
- 89 Julie # Kanskje det skjer en feil ..
- 90 Ingrid # Det skjer jo |
- 91 Linn Ja ..
- 92 Julie Det skjer noen mutasjoner ..

- 93 MS Når da?
- 94 Linn Når du |
- 95 Julie Når du tar inn det nye ..
- 96 Linn Det nye genet.
- 97 Julie Ja.
- 98 Ingrid Ja.
- 99 Martin Det er jo på en måte en # mutasjon
- 100 Julie # Men er det ikke |
- 101 Ingrid # Det er jo ..
- 102 Martin .. en programmert mutasjon, da.
- 103 Julie Men den antibiotikaresistens, kan ikke det være en feil_ nei, jeg vet ikke, jeg.
- 104 Martin Ja, da må det vel i tilfelle være at det skjer mutasjoner som fører til antibiotikaresistens, da. Som gjør at bakterien får et sterkere .. eller et gen som gir en egenskap som motstår antibiotika bedre, og dermed .. og dermed blir resistent.
- 105 MS Men tror du bakterien har det genet naturlig, eller et gen som er kunstig?
- 106 Ingrid Kunstig ..
- 107 Martin Ja, det er jo et kunstig gen som blir satt inn for at plantene skal få den egenskapen med at celleveggen ikke svekkes også, da, så slik sett er det jo sammenlignbart. Men .. jeg har ikke hørt om det før, så jeg tenk_ jeg er, akkurat det med antibiotikaresistens i det her tilfellet, så jeg tenker meg bare frem ..
- 108 MS Men du var borte i en av timene, jeg tror du var borte i den timen hvor klassen snakket om dette her.
- 109 Julie Er det lenge siden?
[Ingrid ler].
...
- 110 Julie Jeg husker ikke ..
- 111 Linn Ikke jeg heller ...
- 112 MS Vektorer da, det har vi ikke snakket om enda.
- 113 Martin Jeg tenker at det har noe med retning å gjøre.
- 114 MS Har du matte?
- 115 Martin Ja, men jeg har ikke hatt det i matte heller, men jeg har hatt litt om det i fysikk, men ..
- 116 MS Har dere andre matte?
- 117 Linn Vi har ikke hatt om det ..
- 118 Ingrid Vi har om det nå.
...
- 119 MS Jeg tror kanskje dere lærte om vektorer i første klasse også, i naturfag første klasse?

- 120 Ingrid Det er to år siden, så jeg ..
- 121 Martin Nei, det tror jeg ikke, altså. Jeg har al_ jeg tror ikke_ jeg tror aldri jeg har hørt om vektorer i denne sammenhengen, men det må jo ha noe å gjøre med at ting flyttes, da, vil jeg tro, jeg vet ikke. At vi endrer posisjon.
- 122 MS Hva er det som flyttes her, da?
- 123 Martin Her er det jo gener, da, at du flytter et gen fra en organisme til en annen.
- 124 Ingrid Er det slik at bakterier er liksom vektorer, liksom?
- 125 Linn Eller PCR eller?
- 126 Ingrid Nei, det er metode for å ..
- 127 Noen Hmm ..
- 128 MS Vi kan ta en oppsummering fra start til slutt, for nå har vi jo blitt litt klokere på oppgaven. Hvis vi starter fra starten. Vi har et nytt gen som gjør at tomaten ikke blir myk. Hva gjør dere fra start til slutt for å få det genet inn i tomaten?
- ...
- 129 Julie Fra start til slutt?
- 130 Ingrid Du sa det jo veldig bra .. [henvender seg til Martin].
- 131 Martin Eee, ja.
- 132 Julie Å få produsert det nye genet, da. Man setter det inn bakterien .. en bakterie [ler] som produserer det.
- 133 MS Hva bruker dere for å sette inn genet?
- 134 Julie Ehm, DNA-sekvensering?
- 135 Martin Først i alle fall, for å finne .. for å finne hvilken baserekkefølge det er som koder for det.
- 136 Ingrid Mhm.
- 137 Julie Men hvordan setter man inn i bakteriene, da? Klippeenzym?
- 138 Linn Jeg skjønner ikke hva forskjellen er_ altså, kan man bruke limeenzym også, i stedet for re |
- 139 Ingrid Lime må man gjøre etterpå.
- 140 Martin Først så bruker man klippeenzym for å klippe det ut av |
- 141 Linn Ut, ok, ja ..
- 142 Martin Ut av den gaml_ av den som opprinnelig har det.
- 143 Linn Ja. Så limeenzym handler jo om det der nye genmodifiserte genet, da.
- 144 Martin Ja. Og så kan du vel klippe ut det tilsvarende genet du ikke vil ha hos bakterien for så å lime inn det du vil ha? ... Videre så vil vi la bakteriene formere seg, slik at en får flere eksemplarer .. eller flere ut ..
- 145 Julie Utgaver?
- 146 Martin Ja, flere utgaver da, av det genet, og så videre bruke klippeenzym igjen, for å klippe det ut. Sette det inn i en haploid celle som videre vil danne en zygote sammen med en

annen haploid celle .. som vokser opp til ååå bli en tomatplante som forhåpentligvis lager tomater som ikke har så_ eller som ikke har så svekkede cellevegger, da.

147 MS Da er tiden vår ute. Tusen takk, dere har vært kjempeflinke!

Gruppe 2

Mandag 23. januar 2017 kl. 15.18-15.34.

Anne, Kristin og Silje

-
- 148 MS Slik, da står den på.
- 149 Anne Er den på nå?
- 150 MS Ja. Når dere skal diskutere .. prøv å snakk til hverandre og ikke først og fremst til meg. Jeg skal bare være \flue på veggen\ og hjelpe dere videre når dere står fast.
- [Elevene ler].
- 151 Kristin Hvem har lyst til å starte?
- 152 Anne Du kan gjerne starte hvis du har lyst til det!
- 153 Kristin Egentlig ikke altså [ler], du kan få starte, du!
- 154 Anne Ja, jeg vet ikke hvordan jeg skal starte, jeg [ler].
- 155 Silje Jeg tror jeg misforstod oppgaven litt, jeg.
- 156 Kristin Jeg tror jeg begynte å skrive noe, og så tenkte jeg at \nei, det her kan det ikke være\, og så tror jeg jeg begynte på noe annet [ler]
- 157 Anne Jeg var litt usikker på hvordan metoden egentlig .. hvordan en går frem. Ehm .. jeg vet ikke hvordan man skal begynne, da. Man tar jo det genet da, og så .. jeg føler ...
- 158 Silje Jeg tror jeg misforstod hele oppgaven. Jeg tror jeg skrev liksom bare slik .. eee .. ja, jeg tok egentlig ikke med noen av de der [henviser til begrepene]. Jeg laget meg på en måte en reklame med_ for det produktet da, hvis du forstår, og så prøvde å forklare hva som var gjort.
- 159 MS Det går fint. Men prøv å se på begrepene nå og prøv å bruk begrepene når du forklarer. Hva er det første dere må gjøre? La oss si at dere har en tomat som er spesiell, den blir ikke myk selv om den modnes. Så noen tenker at \det hadde vært interessant å funnet genet som gjør at tomaten ikke blir myk selv om den modnes og puttet dette genet inn i andre tomater\.
- 160 Silje Kan man ta en kopi, da?
- 161 Kristin Jeg brukte det eksemplet der en tar en plasmidring og klipper opp med restriksjonsenzym og så limer inn det genet man ønsker med limeenzym. Og at markørgen også limes inn i plasmidet.. jeg brukte eksemplet med antibiotikaresistens siden det stod her.
- 162 MS Ja, hvorfor bruker dere det markørgenet, da?
- 163 Kristin For å finne ut om det genet man har satt inn faktisk er der i ettertid når de kopierer seg, bakterien. Så dør jo de som ikke har det markørgenet.

- 164 Silje Ja ..
- 165 Anne Ja .. [ler]
- 166 Silje Det hørtes veldig bra ut, det [ler]
- 167 Anne Ja! [ler]
- 168 Kristin Jeg bare husker et eksempel fra boken som bare .. ja vel, det er bedre å skrive noe man kan enn ingenting |
- 169 Silje Men hva .. at du, hva var det du sa?
- 170 Kristin En plasmidring ..
- 171 Silje Ja, og så?
- 172 Kristin Klipper den opp og så limer man inn det genet man ønsker og et markørgen. Og så setter man plasmidringen inn i en bakterie og så legger man den i et_ jeg brukte ordet \beger\ for jeg husket ikke hva det het [ler]. Med antibiotika og så de som ikke har genet for antibiotikaresistens, de dør ..
- 173 Anne Ja, var det det der eksemplet med den der planten? Det var et eksempel i alle fall, i boken, som gikk på akkurat det der.
- 174 Kristin Ja, det var noe slik .. et *E. Coli*-eksempel på det |
- 175 Anne Ja, ja, eee .. jeg husker hvor det er, et eksempel på det, i boken. Med de greiene [ler].
- 176 Kristin Jeg tror det var den tegningen jeg prøvde å tegne også, men ..
- 177 Anne Ja .. men det var ikke det jeg skrev da, for jeg husket ikke.
- 178 Kristin Jeg husker ikke hva PCR er, og det føler jeg at [navnet på læreren] har snakket skikkelig masse om.
- 179 Silje # Mhm.
- 180 Anne # Ja, er det ikke når man kopierer |
- 181 Kristin Jeg er helt blank |
- 182 Anne Når man kopierer genene |
- 183 Kristin Ja, sikkert ..
- 184 Anne Ja, selv om hvis du har bare lite genmateriale, så kan du kopiere det slik at du får mer å forske på, er det ikke? Jeg vet ikke ...
- 185 MS Ja, og kunne du brukt PCR her?
- 186 Anne Ja, jeg kunne kanskje gjort det, da, hvis jeg hadde hatt .. hvis du hadde hatt lite av .. nei, hvordan blir det, jeg husker ikke. Hva kunne jeg bruket det til nå? [ler]. Jeg vet ikke ..
- 187 Silje Hva mente du egentlig [henvender seg til intervjueren], at .. hvor du kunne brukt den her |
- 188 Anne Til å kopiere?
- 189 Kristin Den kriminalgreien, var ikke det slik elektrofo ..
- 190 Anne Forese?
- 191 Kristin Ja, noe slik, ja?

- 192 Anne Ja, men .. åh, hva var det igjen nå, da.
- 193 Silje Hva da?
- 194 Anne Elektroforese.
- 195 Kristin Det vi gjorde på lab'en på NNN, det tror jeg var elektroforese.
- 196 Anne Jo, var det det at molekylene .. at de minste går dit og så minst |
- 197 Silje # De flytter seg til plussdelen
- 198 Kristin # Ja ..
- 199 Anne Ok, ja, det var jo elektroforese, ja, ok ..
- 200 MS Kunne dere brukt elektroforese her, da?
[Anne sukker].
- 201 Anne Man må jo sjekke stamtomatene eller hva en skal si .. [ler] jeg vet ikke hvor man kunne brukt elektroforese akkurat her, men ... [ler]
- 202 MS Men dere har jo snakket om at dere vil lime inn det genet i et plasmid. Men hva gjør dere for å klare å |
- 203 Anne Klippeenzym? Nei, lime_ nei, klippeenzym?
- 204 Silje Mhm ..
- 205 Kristin Klippe- og # limeenzym, begge to.
- 206 Silje # Og lime |
- 207 Anne Ja.
- 208 Kristin Du klipper vel i plasmidet for at det skal være plass til det nye genet?
- 209 MS Klipper du et annet sted, da?
- 210 Anne Man gjør sikkert det, i og med at du spør slik [ler sammen med Silje og Kristin].
- 211 MS [Ler]. Men hva er det dere vil lime inn, da?
- 212 Anne Hva det var vi skulle lime inn?
- 213 Kristin Det nye genet? Heter det ikke ligase eller noe slik?
- 214 Silje # Mhm ..
- 215 Anne # Ja, for å lime det inn, ja. Men ..
- 216 Kristin Kommer denne oppgaven her på eksamen, forresten?
- 217 MS [Ler]. Det er jeg som har funnet på den, så .. jeg tror ikke det.
- 218 Silje # Åja!
- 219 Kristin # Åja ..
- 220 Anne Åja, serr? Kult!
- 221 MS Så nei, det tror jeg ikke.
- 222 Kristin Ikke send den til utdanningsdirektoratet, vær så snill!
[Alle ler].

- 223 MS Vi har snakket om antibiotikaresistens, bakterie .. har dere snakket om DNA isolering? Nei ..
- 224 Kristin Jeg husker ikke helt hva det var .. jeg mener at det er når du skiller DNA-et fra cellen.
- 225 Anne Ja, jeg husker ikke helt hva det var # heller, så jeg bare .. isolering av DNA er ganske opplagt siden det står DNA-isolering [ler]
- 226 Silje # Ikke jeg, heller ..
- 227 Kristin [ler] Ja, det går an å kalle det det ..
- 228 Anne Ja [ler] men det er nok som du sier ja, jeg tror det.
- 229 Kristin Og sekvensering, finner man ikke ut av baserekkefølgen da?
- 230 Silje Jo.
- 231 Anne Ja ..
- 232 Kristin Man kunne kanskje prøve å finne baserekkefølge de triplettene som koder for det enzymet med det spesielle navnet som jeg ikke klarer å uttale .. i tomat-DNA-et, med DNA-sekvensering, og da må du vel isolere det først, med slik DNA-isolering.
- 233 MS Så da vil vi isolere det, og sekvensere det .. hva kan vi gjøre når vi vet basesekvensen?
- 234 Anne Da kan man kanskje bruke det til å finne ut hvor man skal sette inn .. nei, jeg har ikke peiling.
- 235 Kristin Du kan kanskje bruke sekvensen i DNA-et til tomaten til å finne ut hvor du skal sette det nye genet, noen plass ..
- 236 Silje Slik at det passer, tenker du?
- 237 Kristin Ja, du kan liksom ikke ta bort genet for A-vitamin for noe slik, jeg vet ikke om det er et gen en gang ..
- 238 MS Men du [snakker til Silje] sa at det måtte passe |
- 239 Silje Ja, passe med ..
- 240 Anne De andre t |
- 241 Silje Triplettene, tror jeg.
- 242 Anne Men klebrige ender, hva var det igjen?
- 243 Kristin # Jeg vet ikke .. det var den ene jeg ikke husket på.
- 244 Anne # Er det .. når du bruker klippeenzym og klipper ut slik .. et gen for eksempel og du må ha slike klebrige ender for at det skal passe eller noe slikt? Jeg vet ikke ..
- 245 Silje Jo .. var det det der med 3'-er- og 5'-er-ender? Nei, det var ikke det.
- 246 Kristin Nei, det var kapittel fem tror jeg ..
- 247 Silje Åja ..
- 248 Anne Men det handler kanskje om når man skal sette inn .. hvor de .. hvilken vei |
- 249 Silje Om de passer sammen.
- 250 Kristin Det første jeg tenker på er den DNA-stigen og så tre der og fem der og så ..

- 251 Anne Ja, og så står det slik ..
- 252 Silje Motsatt |
- 253 Kristin Tre der og fem der og så motsatt ..
- 254 Silje Ja ..
- 255 Anne Ja.
- 256 Silje Mhm ...
- 257 MS Hva med mutasjoner, tenker dere at det kan oppstå mutasjoner her?
- 258 Kristin Altså, mutasjoner .. er ikke det varige endringer i basesekvensen av noe slag?
- 259 Silje Mhm ..
- 260 Kristin Man kan vel få noen negative bivirkninger vil jeg tro, når man roter oppi dette her, så .. Man kan jo ende opp med å klippe ut noen tripletter som man vil ha der, da, som danner noen viktige # næringsstoffer og vitaminer og slik .. og få mutasjoner.
- 261 Silje * for eksempel!
- 262 Anne Ja, det er sant [ler].
- 263 MS PCR da, har vi snakket om det? Jeg begynner å blande med den andre gruppen ..
- 264 Anne PCR var den kopieringsgreien .. for å kopiere DNA slik at det blir likt da, som det DNA-et du tar utgangspunkt i.
- 265 Kristin Og da har du bedre utgangspunkt for å forske på det, tror jeg ...
- 266 MS Vektorer, da?
- 267 Kristin Nei, jeg har ikke hørt om det, jeg regnet med det i R1, men det er noe annet .. vil jeg tro.
- 268 MS Men læreren deres var inne på det i timen deres en dag, og forklarte at i matte så betyr det |
- 269 Kristin Et punkt som beveger seg dit, eller noe slik? Man tegner det som slike piler ..
- 270 MS Ja, du er inne på noe nå, hva er det dere vil flytte på her?
- 271 Anne Et gen |
- 272 Kristin Det genet her, som skal flyttes til tomaten?
- 273 Silje Ja, sikkert ..
- 274 Kristin Limeenzymene eller noe slik? Skal man lime i plasmidet?
- 275 Anne Åååja, plasmidet er en vektor, fordi du kan overføre det med plasmidet! Jaaaa .. [ler].
- 276 MS Nå skal dere få forklare fra start til slutt, hva dere ville gjort for å sette inn genet som gir tomater som ikke blir myke selv om de modnes .. hva dere ville gjort for å sette inn dette genet i tomater for å lage FLAVR-SAVR-tomater.
- 277 Kristin Jeg kan ta den der plasmidgreien, da.
- 278 Anne Ja, ta det du, Kristin.
- 279 Kristin Ja, man tar et plasmid og så bruker man klippeenzymene til å åpne det opp, slik at man har mulighet til å lime inn det nye genet, samtidig som at en limer inn et markørgen

for antibiotikaresistens, og så setter man plasmidringen og det nye genet inn i en bakterie, og så putter det i en slik glasskål med antibiotika slik at de bakteriene vi ikke trenger, som ikke har det genet vi ønsker, dør .. Og de som har det nye genet, de overlever.

- 280 Anne # Ja.
- 281 Silje # Ja. Og så? [ler].
- 282 MS Hvorfor flytter dere det genet inn i en bakterie?
- 283 Kristin Den deler seg vel fortære der vil jeg tro?
- 284 Anne Ja.
- 285 Kristin Og så kan man sette det inn i tomaten da, ved å bruke både isolering og sekvensering for å finne ut hvor man kan sette det.
- 286 Anne Så det blir jo bare .. blir det en forandring i baserekkefølgen?
- 287 Kristin Ja, altså, det blir jo på en måte en mutasjon, vil jeg si. Man setter inn et gen som koder for noe annet enn det som står der fra før av.
- 288 MS Men kommer ikke det an på hvor man treffer?
- 289 Kristin Man må vel sikkert treffe den riktige plassen, hvis ikke så .. kan du ødelegge hele greien.
- 290 Anne Man må sikkert treffe # på riktig plass ..
- 291 Silje # Det kan vel bli en negativ mutasjon.
- 292 Anne Der det genet_ det normale genet, egentlig, er da? For at det skal bli lest av riktig, eller hva jeg skal si ..
- 293 Silje Mhm.
- 294 Anne Så hadde det vært litt kjipt om man satte det inn på feil sted.
- 295 Kristin Ja, om man setter genet på feil sted og får mutasjon så får man ikke de aminosyrene som egentlig skal lages, da, fordi triplementene blir feil ..
- 296 Silje Det blir mye større endring, da.
- 297 Anne Er det dette som heter insersjon og delesjon og subtitasjon?
- 298 Kristin # Ja.
- 299 Silje # Mhm.
- 300 Anne Ja, me |
- 301 Kristin Ja, vi hadde det på prøven sist ..
- 302 Anne # Ja.
- 303 Silje # Mhm.
- 304 Anne Men er det de samme greiene, da? At det skjer slik punktmutasjon eller hva det er?
- 305 Kristin Vi hadde de setningene på tavlen .. at når det var på slutten så ble det bare ..
- 306 Silje Ja, hadde ikke lik_ ell |
- 307 Kristin Var det ikke noe særlig ..

- 308 Silje Hadde det ikke like stor betydning, nei.
- 309 Kristin Nei, for da var det fortsatt en leselig setning.
- 310 MS Men nå tror jeg vi må avslutte. Dere var kjempeflinke, og denne oppgaven her er vanskelig, altså, så .. jeg synes dere klarte dere bra.

Vedlegg K

Semantisk analyse av begrepssystemet

Resultat fra analysen av begrepssystemet er presentert i tabell K.1.

Tabell K.1: Semantiske sammenhenger i begrepssystemet.
Oversikt over de semantiske sammenhengene i begrepskoblingene (BK) i begrepssystemet. De semantiske sammenhengene er markert eksplisitt med kohesjonsmekanismer (KM) i proposisjoner, det vil si enkle sakspåstander.

| BK | KM | Proposisjon |
|------------------------|-----|--|
| plasmid, vektor | SYN | <u>Plasmid</u> (s1) er en <u>vektor</u> (s2). |
| bakterie, vektor | A-M | <u>Vektor</u> (age) kan overføre gener til <u>bakterie</u> (mål). |
| bakterie, plasmid | A-M | <u>Plasmid</u> (age) kan overføre gener til <u>bakterie</u> (mål). |
| | LOK | Plasmid er ringformet DNA i (lok) bakterier. |
| klippeenzym, plasmid | A-M | <u>Klippeenzym</u> (age) kan klippe i <u>plasmid</u> (mål). |
| klippeenzym, limeenzym | TID | Klippeenzym kan klippe en åpning i DNA som <u>deretter</u> (tid) kan limes sammen med limeenzym. |

Tabellen fortsetter på neste side.

| BK | KM | Proposisjon |
|---------------------------------|-----|---|
| limeenzym, mutasjon | Å–V | <u>Mutasjon (virk) kan skyldes at DNA har blitt limt inn på feil sted med limeenzymer (års).</u> |
| klippeenzym, mutasjon | Å–V | <u>Mutasjon (virk) kan skyldes at DNA har blitt klippet ut fra feil sted med klippeenzymer (års).</u> |
| mutasjon, triplett | Å–V | <u>Mutasjon (virk) kan skyldes forandring i leserammen for tripletter (års).</u> |
| antibiotikaresistens, markørgen | S–G | Gen for <u>antibiotikaresistens</u> (spe) er et <u>markørgen</u> (gen). |
| markørgen, plasmid | LOK | Markørgen kan settes <u>inn i</u> (lok) kunstig fremstilte plasmider. |
| bakterie, DNA-isolering | TID | DNA-isolering kan benyttes <u>før</u> (tid) kloning med bakterier. |
| bakterie, DNA-isolering | A–M | <u>DNA-isolering (age) bør benyttes for å sikre at DNA-et er tilstrekkelig rent og konsentrert før det skal klones med bakterier (mål).</u> |
| DNA-isolering, DNA-sekvensering | TID | DNA kan isoleres med DNA-isolering <u>før</u> (tid) det skal sekvenseres med DNA-sekvensering. |
| DNA-sekvensering, PCR | TID | En DNA-sekvens kan <u>først</u> (tid) sekvenseres med DNA-sekvensering <u>før</u> (tid) den oppkopieres med PCR. |
| bakterie, PCR | VAR | Et gen kan klones med PCR <u>eller med</u> (var) bakterier. |
| DNA-sekvensering, triplett | A–M | <u>DNA-sekvensering (age) finner rekkefølgen av tripletter (mål), det vil si tre og tre baser.</u> |
| klebrig ende, limeenzym | Å–V | <u>Klebrige ender (års) gjør at endene i klippet DNA enklere kan limes sammen med limeenzymer (virk).</u> |

Tabellen fortsetter på neste side.

| BK | KM | Proposisjon |
|--|-------------------|--|
| antibiotikaresistens, plasmid | LOK | Gen for antibiotikaresistens kan limes <u>inn i</u> (lok) plasmider. |
| DNA-isolering, klippeenzym | TID | Når en DNA-sekvens har blitt isolert med DNA-isolering kan et gen med kjent baserekkefølge <u>deretter</u> (tid) klippes ut fra DNA-sekvensen med klippeenzym. |
| limeenzym, triplett | A–M | Et <u>limeenzym</u> (age) kan <u>lime sammen to tripletter</u> (mål). |
| klippeenzym, triplett | A–M | Et <u>klippeenzym</u> (age) kan <u>klippe fra hverandre to tripletter</u> (mål). |
| antibiotikaresistens, bakterie | Å–V Å–V LOK | Bakterier som har gen for <u>antibiotikaresistens</u> (års) <u>dør ikke av antibiotika</u> (virk). Bakterier som <u>mangler gen for antibiotikaresistens</u> (års) <u>dør av antibiotika</u> (virk). Gen for antibiotikaresistens kan settes <u>inn i</u> (lok) bakterier med plasmider. |
| bakterie, markørgen | Å–V | Markørgener kan settes <u>inn i</u> (lok) bakterier med plasmider. |
| DNA-sekvensering, klippeenzym | TID | Når baserekkefølgen til et gen har blitt funnet med DNA-sekvensering kan genet <u>deretter</u> (tid) klippes ut med klippeenzym. |
| DNA-isolering, PCR | TID | Et gen med kjent baserekkefølge kan <u>først</u> (tid1) isoleres og <u>deretter</u> (tid2) oppkopieres med PCR. |
| antibiotikaresistens, vektor | LOK | Et gen for antibiotikaresistens kan limes <u>inn i</u> (lok) en vektor. |
| markørgen, vektor klebrige ender, klippeenzym | LOK A–M | Et markørgen kan limes <u>inn i</u> (lok) en vektor. <u>Klippeenzym</u> (age) kan klippe <u>klebrige ender</u> (mål). |
| limeenzym, plasmid | A–M | <u>Limeenzym</u> (age) kan lime gener <u>inn i plasmider</u> (mål). |

Vedlegg L

Lærerens forklaringer av enkeltbegreper

Tabell L.1: Lærerens forklaringer av enkeltbegreper i undervisningen. Linjenummeret (L-nr.) angir hvor lærerens forklaringer finnes i transkripsjonen av lærerens undervisning (Vedlegg I).

| Begrep | Lærerens forklaring | L-nr. |
|------------------|--|-----------------|
| DNA-isolering | ”Knuse vev, såpe, sprit, ta ut DNA, veldig enkelt” | 43 |
| DNA-sekvensering | Læreren skrev på tavlen: DNA-sekvensering = å finne rekkefølgen av baser. Tidkrevende = finner kun én og én base. MASKIN. | 138 |
| Klebrig ende | Lærer forklarte at det er enklere å feste sammen et papir som er revet som klebrige ender enn et papir som er klippet rett av. Tegnet opp klebrige ender på tavlen. | 55 |
| Limeenzym | Læreren tegnet opp restriksjonskutting med klippeenzym og ligering med limeenzym, og forklarte prosessen. | 47 |
| PCR | Læreren skrev på tavlen: PCR = polymerase chain rx, og sa at ”PCR er en maskin på størrelse med en printer. Kan kopiere eller lage mange DNA”, og forklarte hvordan PCR foregår. | 57-58, 71-93 |
| Klippeenzym | Læreren tegnet opp restriksjonskutting med klippeenzym og ligering med limeenzym, og forklarte prosessen. | 44-47 |
| Triplett | ”Tripletter er tre og tre baser som blir aminosyrer. Slå opp på s. 154 i boka”. | 35 |
| Vektor | Eee, er det noen av dere som har hatt vektor i matten? Det er akkurat det samme, at noe bæres fra ett sted til et annet. Og sånn sett er det altså slik at begrepet vektorer her brukes om virus eller plasmid i bakterier som NN sa, bærer DNA-biten. | 314- 316 |

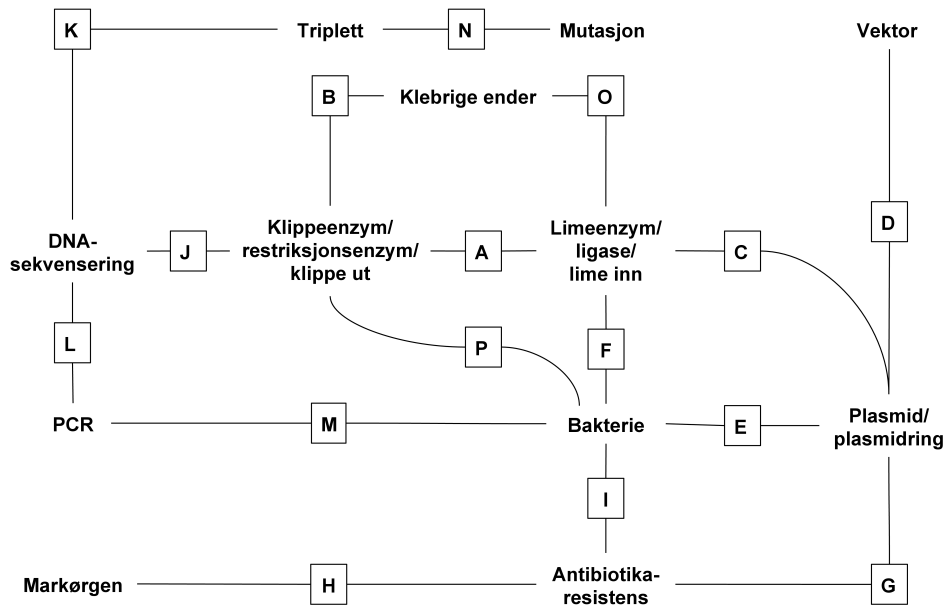
Vedlegg M

Analyse av lærerens begrepskoblinger

Begrepskoblingene som ble identifisert i lærerens undervisning er presentert i skjematisk form i figur M.1. Videre vil del 1 av analysen (forklart i underkapittel 3.5) av lærerens begrepskoblinger gjennomgås. Hvordan analysen skal leses er forklart under *Gjennomføring av analyse del 1*) i underkapittel 3.5. Videre kan en hoppe direkte til analysen av en spesifikk begrepskobling ved hjelp av bokstavene som tilhører hver sin begrepskobling .

A KLIPPEENZYM – LIMEENZYM

Fullverdige begrepskoblinger:



Figur M.1: Lærerenes begrepskoblinger. De store bokstavene viser til analysen av hver enkelt av lærerenes begrepskoblinger i dette vedlegget.

- 7 – Vi kan klippe ut gen for insulinproduksjon fra stamceller og lime det inn i en bakterie.
- Proposisjon En kan klippe ut et gen og lime det inn i en bakterie.
- 44-45 – Restriksjonskutting/ligering – klippe og lime DNA (Læreren koblet klippe til restriksjonskutting og lime til ligering).
- 326-327 HYP Så sånn sett så ser dere jo at alle disse teknikkene henger litt sammen. Sant. Enzymer [skriver på tavla], og så skriver jeg bare enzymer (o) og så r og l og hva står det for?
- 328 *Ehm ... restriksjonsenzym og ligeringsenzym?*
- 329 Ja, klippe (u1) og lime (u2). Mer da? Nei. Da hopper jeg [over på den andre tavla] så vasker vi bort etterpå.
- PA Læreren kunne uttrykt tydeligere at klippeenzymer og limeenzymer er to enzymer som også kalles henholdsvis restriksjonsenzymer og ligeringsenzymer. Forutsatt at elevene kjenner til dette fra da læreren forklarte dette tidligere (44-45) har kohesjonsmekanismen hyponymi blitt identifisert i ytringen, og ytringen har blitt brutt ned til følgende proposisjon:
- Proposisjon To enzymer, r og l, står for restriksjonsenzym og ligeringsenzym, eller klippe og lime.

Ufullstendige begrepskoblinger:

685- TID Det som den teknologien der går ut på, som er fem år gammel
688 bare, og som kommer til å gå rett til værs i forhold til forskning, det er helt presist å klippe ut sykdomsgener, akkurat på rette basen i den her-e klebrige enden, ikke sant. Klippe ut, og så (tid) sette inn helt presist. Mens det man likevel har klart å gjøre er å sette det inn ett eller annet sted, [...]

PA På grunn av lærerens gjennomgående bruk av 'sette inn' i stedet for 'lime inn' eller 'limeenzym', er det ut fra konteksten naturlig å anta at læreren refererer til å lime inn noe med et limeenzym. Hva som skal settes inn etter at sykdomsgenet har blitt klippet ut kommer imidlertid ikke til uttrykk. Dette er sammen med lærerens bruk av 'sette inn' i stedet for å bruke begrepet limeenzym årsaken til at begrepskoblingen har blitt kategorisert som ufullstendig.

Proposisjon Gener kan klippes ut og så settes inn helt presist.

Villedende begrepskoblinger

271- – Ja, du kan jo for eksempel jobbe videre for å prøve å klippe og
274 lime gener inn i noe.

Proposisjon En kan klippe gener inn i noe.

B KLEBRIG ENDE – KLIPPEENZYM

Fullverdig begrepskobling:

53 – Hvorfor vil vi klippe klebrige ender?
54 *Fordi endene må festes sammen.*
55- [Lærer var enig og forklarte at det er enklere å feste sammen bitene
56 fra et papir som er revet enn et papir som er klippet rett av, og at det på tilsvarende måte er enklere å feste sammen to klebrige ender].

Proposisjon Vi vil klippe klebrige ender fordi de er enklere å feste sammen enn ender som har blitt klippet rett av.

Villedende begrepskobling:

683- A-M For i boka deres nå så står det .. vi hadde litt slik gruppear-
688 beid, ikke sant, hvor dere fortalte om bakterier som fikk satt inn
eee .. satt inn gener for for eksempel å lage menneske-insulin. Vi
snakket for eksempel om å få satt inn gener for å lage medisiner.
Det som den teknologien der går ut på, som er fem år gammel
bare, og som kommer til å gå rett til værs i forhold til forsk-
ning, det er helt presist å klippe ut (age) sykdomsgener, akkurat
på rette basen i den her-e klebrige enden (mål), ikke sant. Klippe
ut, og så lime inn helt presist.

Proposisjon En kan klippe ut sykdomsgener i en klebrig ende.

C LIMEENZYM – PLASMID

Ufullstendig begrepskobling:

350- LOK Men det er som NN sa, man ønsker å sette bakterien_ et gen
352 inn i et (lok) plasmid inn i en bakterie, for eksempel for å få bak-
terien til å dele seg mange ganger slik at den får mange stykker.

Proposisjon Et gen kan settes inn i et plasmid.

D PLASMID – VEKTOR

Fullverdige begrepskoblinger:

310- SYN *Og-e, med genteknologi, så vil det da være mulig å overføre gener*
313 *fra et * for eksempel en sopp, til bakterier. Og de overføres da med*
vektorer, for eksempel et plasmid eller et virus. Slike vektorer har
da plass til fremmed DNA og når det har blir satt inn overføres
*det til *.*

314- <Vektor (plasmid/virus)>. Eee, er det noen av dere som har hatt
316 vektor i matten? Det er akkurat det samme, at noe bæres fra ett
sted til et annet. Og sånn sett er det altså slik at begrepet vektorer
(s1) her brukes om virus eller plasmid (s2) i bakterier som NN sa,
bærer DNA-biten.

Proposisjon Begrepet vektor brukes om plasmid.

396- – Så de ønsker å sette inn et gen i en plante og de bruker verktøy
397 og bruker altså vektorer, plasmid, for å lime det inn.

PA Det har ikke blitt funnet noen kohesjonsmekanismer som uttrykker den semantiske sammenhengen mellom *plasmid* og *vektor* i denne ytringen. Den lar seg heller ikke bryte ned til noen proposisjon som sier noe om sammenhengen mellom begrepene. Det ligger implisitt informasjon i 'vektorer, plasmid'. Ytringen kan imidlertid brytes ned til følgende proposisjon:

Proposisjon En bruker vektorer, plasmid, for å lime inn et gen i en plante.

E BAKTERIE – PLASMID

Fullverdig begrepskobling:

351- LOK Men det er som NN sa, man ønsker å sette bakterien_ et gen inn i
352 et plasmid inn i en (lok) bakterie, for eksempel for å få bakterien til å dele seg mange ganger slik at den får mange stykker.

Proposisjon Et plasmid kan settes inn i en bakterie.

F BAKTERIE – LIMEENZYM

Villedende begrepskobling:

7 LOK Vi kan klippe ut gen for insulinproduksjon fra stamceller og lime det inn i (lok) en bakterie.

Proposisjon Et gen kan limes inn i en bakterie.

G ANTIBIOTIKARESISTENS – PLASMID

Ufullstendig begrepskobling:

396- TID Så de ønsker å sette inn et gen i en plante og de bruker verktøy og
398 bruker altså vektorer, plasmid, for å få det inn. Og når de får det inn får de samtidig (tid) med inn det antibiotikaresistensgenet for å teste_ og da tilfører, bare sprøyter de over litt antibiotika og ser om planten dør eller klarer seg.

Proposisjon Når en setter inn et gen i en plante med et plasmid får en samtidig med et gen for antibiotikaresistens.

H ANTIBIOTIKARESISTENS – MARKØRGEN

Ufullstendig begrepskobling:

- 375 – Så var det det markørgenet ditt, da. La oss gjenta det, NN.
 376- *Det er et gen som man kan sette inn, som i det her eksemplet gen*
 378 *for antibiotikaresistens. Slik at når vi legger dem i en skål med*
antibiotika så vil vi se hvem som har fått det genet vi har ønsket
å sette inn, da.
- 379- TREF For når en kobler på det genet for antibiotikaresistens, så vil de
 380 bakteriene som ikke har fått inn det her (tref) dø med det samme, ikke sant.
- Proposisjon Når en kobler på det genet for antibiotikaresistens, så vil de bakteriene som ikke har fått inn det her dø med det samme.

I ANTIBIOTIKARESISTENS – BAKTERIE

Fullverdig begrepskobling:

- 375 – Så var det det markørgenet ditt, da. La oss gjenta det, NN.
 376- *Det er et gen som man kan sette inn, som i det her eksemplet gen*
 378 *for antibiotikaresistens. Slik at når vi legger dem i en skål med*
antibiotika så vil vi se hvem som har fått det genet vi har ønsket
å sette inn, da.
- 379- Å-V For når en kobler på det genet for antibiotikaresistens (års),
 380 så vil de bakteriene som ikke har fått inn det her dø med det samme
 (virk), ikke sant. Så driver man ikke å dyrker på noe man ikke skal ha.
- Proposisjon De bakteriene som ikke har fått inn genet for antibiotikaresistens vil dø med det samme.

J DNA-SEKVENSERING – KLIPPEENZYM

Ufullstendig begrepskobling:

- 364- TID Så tar en bare ut litt blod og kjører gjennom en maskin som får
 368 ut akkurat rekkefølgen, baserekkefølgen, altså DNA-sekvensering. Dere skjønner hva jeg snakker om nå? Altså orda? [Elevene nikket, og sa ja]. Det er så bra når dere har lært teknikken! Eee, DNA-sekvensering, og så (tid) klippes dette inn i en bakterie, som kan drive der og holde på å produsere EPO.
- Proposisjon Med DNA-sekvensering får en ut baserekkefølgen, og så kan dette klippes inn i en bakterie.

K DNA-SEKVENSERING – TRIPLETT

Fullverdig begrepskobling:

138- DNA-sekvensering = å finne rekkefølgen av baser. Tidkrevende =
139 finner kun én og én base. MASKIN. Tok tiår å sekvensere men-
(tav- neskets genom for 5 år siden. Triplet protein (s. 154).
le)

140 Forskere prøver å finne ut hvor tripllettene starter i sekvensert DNA. Det er vanskelig.

PA "Ytringene" ovenfor er ikke direkte gjengivelser av lærerens språklige kommunikasjon, men derimot feltnotater fra observasjon av undervisningen. Det ble derfor ikke utført semantisk analyse på disse. Klassen hadde nylig arbeidet med tripletter, og det kan virke som at læreren går ut fra at elevene har nok bakgrunnskunnskap til å forstå sammenhengen mellom baserekkefølge og tripllett. Gitt at elevene forstår denne implisitte informasjonen i lærerens undervisning kan 138-140 brytes ned til følgende proposisjon:

Proposisjon DNA-sekvensering finner rekkefølgen av baser eller tripletter.

L DNA-SEKVENSERING – PCR

Ufullstendig begrepskobling:

443- TID Mhm, ikke sant. Sånne genfeilsykdommer er ofte recessive .. Ja.
447 Trøbbelet her er jo ofte å lage_ å plukke ut_ ikke sant, å finne ut akkurat hvilken **DNA-sekvens** vi snakker om, ikke sant, og hvordan den ser ut_ nå snakker vi om alle de ordene vi har holdt på med, og så (tid) oppkopierer vi med PCR, og må få det inn i en sånn sprøyte og sprøyte det inn, og så deretter, at den_ de små DNA-bitene treffer på rett plass. Det er kjempekomplisert.

Proposisjon Først må vi finne ut hvilken DNA-sekvens vi snakker om og så kan vi oppkopiere med PCR.

M BAKTERIE – PCR

Fullverdig begrepskobling:

350- BKO Men det er som NN sa, man ønsker å sette bakterien_ et gen inn
352 i et plasmid inn i en bakterie, for eksempel for å få bakterien til å dele seg mange ganger slik at den får mange stykker. Det (bko) er nesten som PCR altså.

Proposisjon Det [Å sette et plasmid inn i en bakterie for å få bakterien til å dele seg mange ganger slik at den får mange stykker] er nesten som PCR.

N MUTASJON – TRIPLETT

Fullverdig begrepskobling:

- 317- – Er det_ husker dere, da vi snakket om mutasjoner.. NN og dere.
 319 Så snakket vi om å miste en base eller å få inn en base ekstra.
 Hvorfor er det_ kan det være veldig dramatisk?
 320 *Fordi at det kan påvirke gen_ genfunksjonen.*
 321- Mhm, alle gentriplettene blir feil etterpå, ikke sant? Så det er
 322 bedre å få inn tre baser da, eller å miste tre baser.

PA I denne ytringen kommer det ikke eksplisitt til uttrykk at mutasjon kan være 'å miste en base eller få inn en base ekstra'. Det kan virke som at læreren går ut fra at elevene har nok bakgrunnskunnskap til å forstå denne sammenhengen. Som følge av å miste en base eller få inn en base ekstra, mutasjon, blir gentriplettene feil etterpå. Hvorvidt proposisjonen nedenfor kan tolkes som eksplisitt eller implisitt informasjon kommer an på mottakerens bakgrunnskunnskap.

Proposisjon Mutasjon, når en mister en base eller får inn en base ekstra, gjør at alle gentriplettene blir feil etterpå.

O KLEBRIG ENDE – LIMEENZYM

Ufullstendig begrepskobling:

- 53 – Hvorfor vil vi klippe klebrige ender?
 54 *Fordi endene må festes sammen.*
 55- [Lærer var enig og forklarte at det er enklere å feste sammen bitene
 56 fra et papir som er revet enn et papir som er klippet rett av, og at det på tilsvarende måte er enklere å feste sammen to klebrige ender].

Proposisjon Det er enklere å feste sammen to klebrige ender enn ender som har blitt klippet rett av.

P BAKTERIE – KLIPPEENZYM

Villedende begrepskobling:

- 362- LOK Ja, vi snakker doping. Det betyr at det finnes noen idrettsutøvere
368 som får sin egenproduserte designede EPO, sånn at man bare tar ut noen EPO fra de, fra meg, eller fra hvem av dere som har lyst til å bli verdenskjent idrettsutøver. Så tar en bare ut litt blod og kjører gjennom en maskin som får ut akkurat rekkefølgen, baserekkefølgen, altså DNA-sekvensering. Dere skjønner hva jeg snakker om nå? Altså orda? [Elevene nikket, og sa ja]. Det er så bra når dere har lært teknikken! Eee, DNA-sekvensering, og så klippes dette inn i (lok) en bakterie, som kan drive der og holde på å produsere EPO.
- Proposisjon Baserekkefølgen for EPO kan klippes inn i og produseres i en bakterie.

Vedlegg N

Analyse av elevenes begrepskoblinger

I dette vedlegget gjennomgås del 1 av analysen (se underkapittel 3.5) av elevenes begrepskoblinger. Hvordan analysen skal leses er forklart under *Gjennomføring av analyse del 1*) i underkapittel 3.5. Noen av begrepskoblingene ble identifisert i transkripsjonene av gruppesamtalene. Disse presenteres derfor sammen med et nummer som angir hvor i transkripsjonen (i hvilken ytring) den gjeldende begrepskoblingen ble identifisert. Andre begrepskoblinger ble funnet i elevenes skriftlige besvarelser på hovedoppgaven. Disse presenteres derfor ikke med noe nummer for ytring, men med 'S' (skriftlig besvarelse på hovedoppgaven).

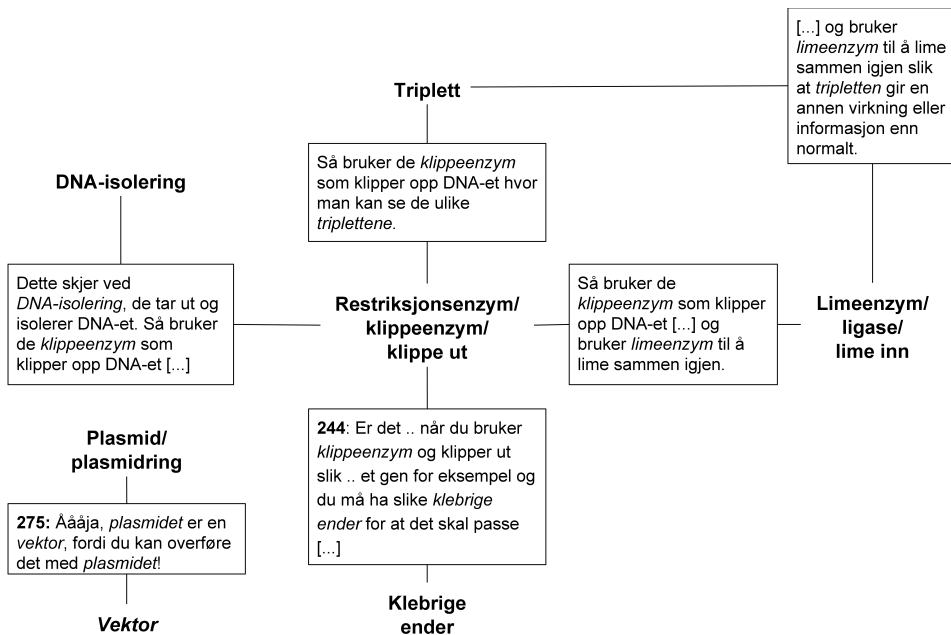
Liste over figurer

| | | |
|-----|-------------------------------------|-----|
| N.1 | Annes begrepskoblinger | 184 |
| N.2 | Ingrids begrepskoblinger | 186 |
| N.3 | Julies begrepskoblinger | 187 |
| N.4 | Kristins begrepskoblinger | 188 |
| N.5 | Linns begrepskoblinger | 194 |
| N.6 | Martins begrepskoblinger | 195 |
| N.7 | Siljes begrepskoblinger | 199 |

N.1 Anne

PLASMID – VEKTOR

275 HYP Åååja, plasmidet (u) er en vektor (o), fordi du kan overføre det med plasmidet!



Figur N.1: Annes begrepskoblinger. Begrepskoblingene som ble identifisert i Annes muntlige kommunikasjon i gruppesamtalen er markert med nummer fra transkripsjonen av gruppesamtalen (Vedlegg J). De begrepskoblingene som ikke er markert med nummer er hentet fra Annes skriftlige besvarelse på hovedoppgaven.

Proposisjon Plasmid er en vektor.

KLEBRIG ENDE – KLIPPEENZYM

244 Å–V Er det .. når du bruker klippeenzym og klipper ut slik .. et gen for eksempel. Og du må ha slike klebrige ender (års) for at det skal passe (virk).

Proposisjon Du må klippe klebrige ender for at det skal passe.

DNA-ISOLERING – KLIPPEENZYM

S TID Dette skjer ved DNA-isolering, de tar ut og isolerer DNA-et. Så (tid) bruker de klippeenzym som klipper opp DNA-et [...]

Proposisjon DNA kan først isoleres med DNA-isolering og så klippes opp med klippeenzymer.

KLIPPEENZYM – LIMEENZYM

S TID Så bruker de klippeenzym som klipper opp DNA-et [...] og så (tid) bruker de limeenzym til å lime sammen igjen.

Proposisjon DNA kan klippes opp med klippeenzym og så limes sammen igjen med limeenzym.

LIMEENZYM – TRIPLETT

S Å–V [...] og så bruker de limeenzym (års) til å lime sammen igjen [DNA-et] slik at tripletten gir en annen virkning eller informasjon enn normalt (virk).

Proposisjon Limeenzym brukes til å lime sammen DNA-et slik at tripletten gir en annen virkning eller informasjon enn normalt.

KLIPPEENZYM – TRIPLETT

S LOK Så bruker de klippeenzym som klipper opp DNA-et hvor (lok) man kan se de ulike triplettene.

Proposisjon Klippeenzym klipper opp DNA-et hvor en kan se triplettene.

N.2 Ingrid

ANTIBIOTIKARESISTENS – BAKTERIE

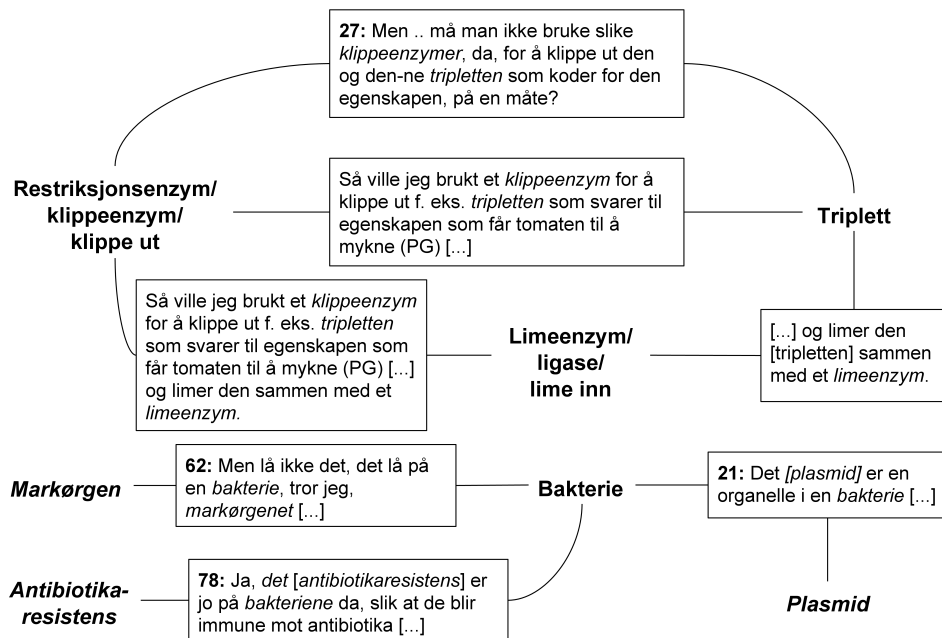
78 Å–V, LOK Ja, det [antibiotikaresistens] (års) er jo på (lok) bakteriene da, slik at de blir immune mot antibiotika (virk) [...]

Proposisjon Antibiotikaresistens er på bakterier.
Antibiotikaresistens gjør bakterier immune mot antibiotika.

BAKTERIE – MARKØRGEN

62 LOK Men lå ikke det, det lå på (lok) en bakterie tror jeg, markørgenet [...]

Proposisjon Et markørgen ligger på en bakterie.



Figur N.2: Ingrid's begrepskoblinger. Begrepskoblingene som ble identifisert i Ingrid's muntlige kommunikasjon i gruppesamtalen er markert med nummer fra transkripsjonen av gruppesamtalen (Vedlegg J). De begrepskoblingene som ikke er markert med nummer er hentet fra Ingrid's skriftlige besvarelse på hovedoppgaven.

BAKTERIE – PLASMID

21 LOK Det [*plasmid*] er en organelle i (lok) en bakterie [...]

Proposisjon Plasmid er en organelle i en bakterie.

LIMEENZYM – TRIPLETT

S TREF Så ville jeg brukt et klippeenzym for å klippe ut f. eks. *tripletten* som svarer til egenskapen som får tomaten til å mykne (PG) og bytte den mot det nye genet, og limer den (tref) sammen med et limeenzym.

Proposisjon Den [*tripletten*] kan limes sammen med et limeenzym.

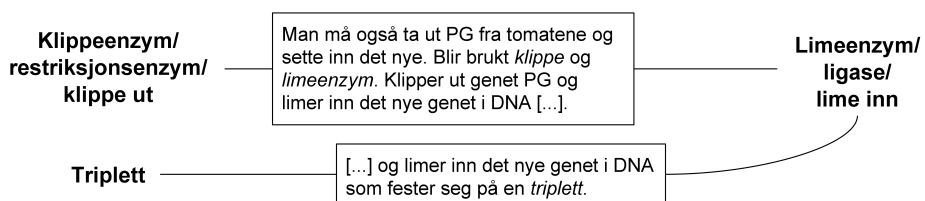
KLIPPEENZYM – LIMEENZYM

- S – Så ville jeg brukt et klippeenzym for å klippe ut f. eks. tripletten som svarer til egenskapen som får tomaten til å mykne (PG) og bytte den mot det nye genet, og limer den sammen med et limeenzym.
- Proposisjon En tripplett kan klippes ut med klippeenzym og limes sammen med et limeenzym.
- PA Selv om Ingrid's språkbruk gir uttrykk for proposisjonen ovenfor, kan hun ha ment at limeenzym brukes til å lime sammen 'det nye genet' med genmaterialet som tripletten ble klippet ut av.

KLIPPEENZYM – TRIPLETT

- S A–M Så ville jeg brukt et klippeenzym (age) for å klippe ut f. eks. tripletten (mål) som svarer til egenskapen som får tomaten til å mykne (PG) [...]
- 27 A–M Men .. må man ikke bruke slike klippeenzym (age), da, for å klippe ut den og den-ne tripletten (mål) som koder for den egenskapen, på en måte?
- Proposisjon Klippeenzym kan brukes til å klippe ut en tripplett.

N.3 Julie



Figur N.3: Julies begrepskoblinger. Julies begrepskoblinger ble identifisert i hennes skriftlige besvarelse på hovedoppgaven.

KLIPPEENZYM – LIMEENZYM

- S TID Man må også ta ut PG fra tomatene og sette inn det nye. Blir brukt *klippe* og *limeenzym*. Klipper ut genet PG og så (tid) limer inn det nye genet i DNA [...]

Proposisjon Klippeenzym kan brukes til å klippe ut genet PG og så kan limeenzym brukes til å lime inn det nye genet i DNA.

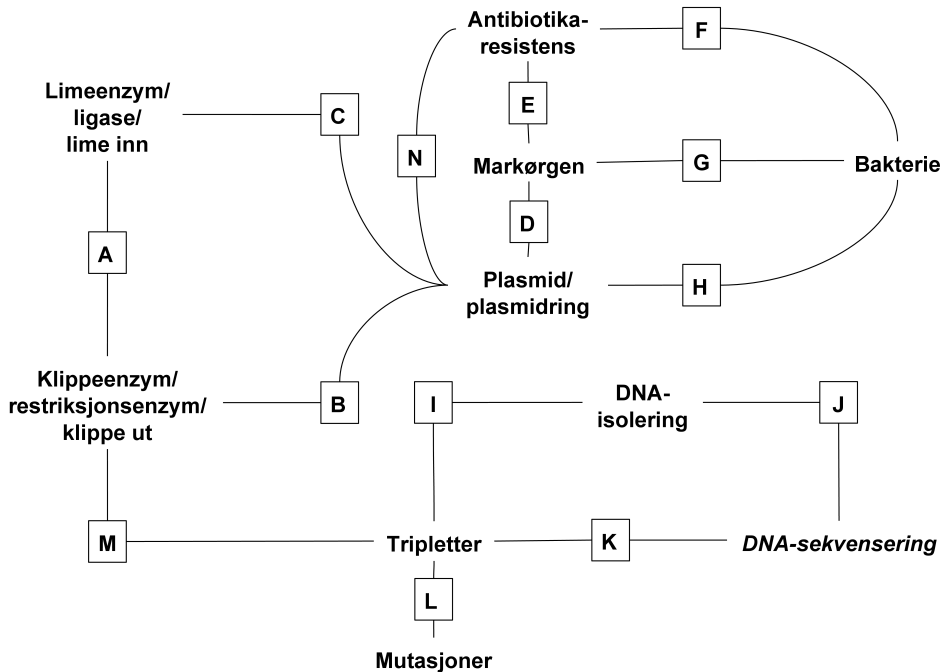
LIMEENZYM – TRIPLETT

S TREF [...] og limer inn det nye genet i DNA som (tref) fester seg på en tripplett.

Proposisjon Det nye genet kan limes inn i DNA som fester seg på en tripplett.

N.4 Kristin

A KLIPPEENZYM – LIMEENZYM



Figur N.4: Kristins begrepskoblinger. De store bokstavene viser til analysen av hver enkelt av Kristins begrepskoblinger i dette vedlegget.

- 172 TID Klipper den [en plasmidring] opp og så (tid) limer man inn det genet man ønsker [...]
- 161 TID Jeg brukte det eksemplet der en tar en plasmidring og klipper opp med restriksjonsenzym og så (tid) limer inn det genet man ønsker med limeenzym.
- 279 – Ja, man tar et plasmid og så bruker man klippeenzymerne til å åpne det opp, slik at man har mulighet til å lime inn det nye genet [...]

Proposisjoner En plasmidring kan åpnes opp med restriksjonsenzym/klippeenzym og så kan en lime inn et gen med limeenzym. En plasmidring kan åpnes opp med klippeenzymer slik at en kan lime inn et gen.

S TID [...] for så å klippe det [triplettene som koder for enzymet polygalakturonase] ut med klippeenzymer. Så (tid) ville jeg ha tatt genet som sørger for at tomaten ikke blir myk og limt det inn ved hjelp av limeenzym.

Proposisjon Klippeenzymer kan klippe ut et gen og så kan limeenzymer lime inn et annet.

B KLIPPEENZYM – PLASMID

161 – Jeg brukte det eksemplet der en tar en plasmidring og klipper opp med restriksjonsenzym [...]

- PA I denne ytringen (161) kommer det ikke eksplisitt til uttrykk at det er plasmidringen som skal klippes opp med restriksjonsenzym. Dette kommer imidlertid til uttrykk i tre andre ytringer (170-172, 208, 279) ved bruk av ulike kohesjonsmekanismer:
- 170, TREF En plasmidring [...] Klipper den (tref) opp [...]
172
- Proposisjon Den [en plasmidring] kan klippes opp.
- 208 LOK Du klipper vel i (lok) plasmidet for at det skal være plass til det nye genet?
- Proposisjon En kan klippe i et plasmid.
- 279 A – Ja, man tar et plasmid og så bruker man klippeenzymene (age)
M til åpne den [plasmidet] opp (mål)
- Proposisjon En kan bruke klippeenzymer til å åpne opp et plasmid.

C LIMEENZYM – PLASMID

- S A–M Så for å masseprodusere genet for at tomaten ikke blir myk ville jeg ved hjelp av klippe og limeenzymer (age) satt det [genet] inn i en plasmidring (mål)
- Proposisjon Limeenzymer kan sette et gen inn i en plasmidring.
- 172 LOK Klipper den [en plasmidring] opp og så limer man inn (lok) det genet man ønsker og et markørgen.
- Proposisjon En kan lime inn et gen i en plasmidring.

D MARKØRGEN – PLASMID

- 279 LOK Ja, man tar et plasmid og så bruker man klippeenzymer til å åpne det opp, slik at man har mulighet til å lime inn det nye genet samtidig som at en limer inn (lok) et markørgen for antibiotikaresistens [i plasmidet]
- Proposisjon Et markørgen kan limes inn i et plasmid.
- S LOK, Så for å masseprodusere genet for at tomaten ikke blir myk ville jeg ved hjelp av klippe og lime enzymer satt det inni (lok) en plasmidring sammen med (til) et markørgen [...]
- TIL
- Proposisjon Det [et gen] kan settes inn i en plasmidring sammen med et markørgen.

E ANTIBIOTIKARESISTENS – MARKØRGEN

- S Å–V [...] et markørgen (års) for antibiotikaresistens (virk)
- 279 Å–V Ja, man tar et plasmid og så bruker man klippeenzymene til å åpne det opp, slik at man har mulighet til å lime inn det nye genet, samtidig som at en limer inn et markørgen (års) for antibiotikaresistens (virk) [...]
- 161 UTD Og at et markørgen også limes inn i plasmidet.. jeg brukte eksemplet med antibiotikaresistens (utd) siden det stod her.
- Proposisjon Markørgen for antibiotikaresistens.

F ANTIBIOTIKARESISTENS–BAKTERIE

- S Å–V, Denne plasmid ringen ville blitt satt tilbake i bakterien som etterpå ville blitt lagt i et beger med tilsatt Antibiotika. Da TREF ville genet for antibiotikaresistens (års) gjort at bakteriene med det ønskede genet ville ha overlevd (virk) imens de andre (tref) ville ha dødd (virk).
- 172 Å–V, Og så setter man plasmidringen inn i en bakterie og så legger man den i et_ jeg brukte ordet beger for jeg husket ikke hva det het [ler]. Med antibiotika og så de (tref) som ikke har genet for antibiotikaresistens (års), de dør (virk) ..
- TREF
- Proposisjon Bakteriene med gen for antibiotikaresistens ville overlevd i et beger med antibiotika, mens de andre ville ha dødd.

G BAKTERIE – MARKØRGEN

- 163 Å–V For å finne ut om det genet man har satt inn faktisk er der i ettertid når de kopierer seg, bakterien. Så dør jo de (virk) som ikke har det markørgenet (års).
- PA Se i sammenheng med 161: [...] jeg brukte eksemplet med antibiotikaresistens [...]
- Proposisjon Bakteriene som ikke har markørgenet dør.

H BAKTERIE – PLASMID

- S LOK Denne plasmidringen ville blitt satt tilbake i (lok) bakterien [...]
- 279 LOK [...] og så setter man plasmidringen og det nye genet inn i (lok) en bakterie [...]
- Proposisjon En plasmidring kan settes inn i en bakterie.

I DNA-ISOLERING – TRIPLETT

- 232 TREF Man kunne kanskje prøve å finne de triplementene [...] i tomat-DNA-et, med DNA-sekvensering, og da må du vel isolere det (tref) først, med slik DNA-isolering.
- PA Her tolker jeg at 'det' refererer tilbake til 'tomat-DNA-et', ikke 'triplettene'.
- Proposisjon For å finne triplementene i tomat-DNA-et må en bruke DNA-sekvensering. Da må en isolere det først, med DNA-isolering.

J DNA-ISOLERING – DNA-SEKVENSERING

- 232 TID Man kunne kanskje prøve å finne baserekkefølge de triplementene [...] i tomat-DNA-et, med DNA-sekvensering, og da må du vel isolere det først (tid), med slik DNA-isolering.
- Proposisjon Før DNA-sekvensering må en isolere det [tomat-DNA-et] først.

K DNA-SEKVENSERING – TRIPLETT

- 232 A–M Man kunne kanskje prøve å finne baserekkefølge de tripllettene (mål) som koder for det enzymet [...] i tomat-DNA-et, med DNA-sekvensering (age) [...]
- Proposisjon DNA-sekvensering kan brukes til å finne tripllettene som koder for enzymer i tomat-DNA-et.

L MUTASJON – TRIPLETT

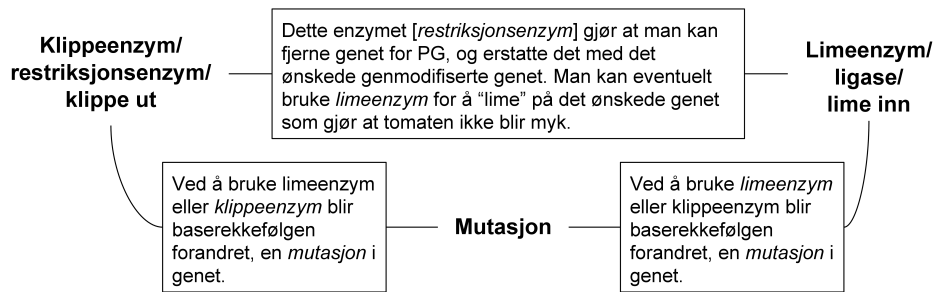
- 295 UTD Ja, om man setter genet på feil sted og får mutasjon så får man ikke de aminosyrene som egentlig skal lages, da, fordi (utd) tripllettene blir feil.
- Proposisjon Ved mutasjon får en ikke de aminosyrene som egentlig skal lages fordi tripllettene blir feil.

M KLIPPEENZYM – TRIPLETT

- S – Man kan jo ende opp med å klippe ut noen tripletter som man vil ha der, da [...]
- PA I denne ytringen har det ikke blitt identifisert noen kohesjonsmekanisme. Den semantiske sammenhengen mellom 'å klippe ut' og tripllett i denne setningen er likevel tydelig (se Proposisjon). Kristin har vist forståelse for *klippeenzym* i andre ytringer (se for eksempel S: "[...] for så å klippe det [triplettene] ut med klippeenzymer"). Her går jeg derfor ut fra at Kristin med 'klippe ut' refererer til klippeenzymer. Kohesjonsmekanismen Agent–Mål ville vært til stede dersom begrepet *klippeenzym* var brukt. Da ville klippeenzym vært Agent og 'klippe ut noen tripletter' ville vært Mål.
- Proposisjon Tripletter kan klippes ut.

N ANTIBIOTIKARESISTENS – PLASMID

- 279 LOK Ja, man tar et plasmid og så bruker man klippeenzymene til å åpne det opp, slik at man har mulighet til å lime inn det nye genet, samtidig som at en limer inn (lok) et markørgen for antibiotikaresistens, [...]
- Proposisjon Et markørgen for antibiotikaresistens kan limes inn i et plasmid.



Figur N.5: Linn sine begrepskoblinger. Linn sine begrepskoblinger ble identifisert i hennes skriftlige besvarelse på hovedoppgaven.

N.5 Linn

KLIPPEENZYM – MUTASJON

S Å–V Ved å bruke limeenzym eller klippeenzym (års) blir baserekkefølgen forandret, en mutasjon (virk) i genet.

Proposisjon Ved å bruke klippeenzym skjer en mutasjon.

LIMEENZYM – MUTASJON

S Å–V Ved å bruke limeenzym (års) eller klippeenzym blir baserekkefølgen forandret, en mutasjon (virk) i genet.

Proposisjon Ved å bruke limeenzym skjer en mutasjon.

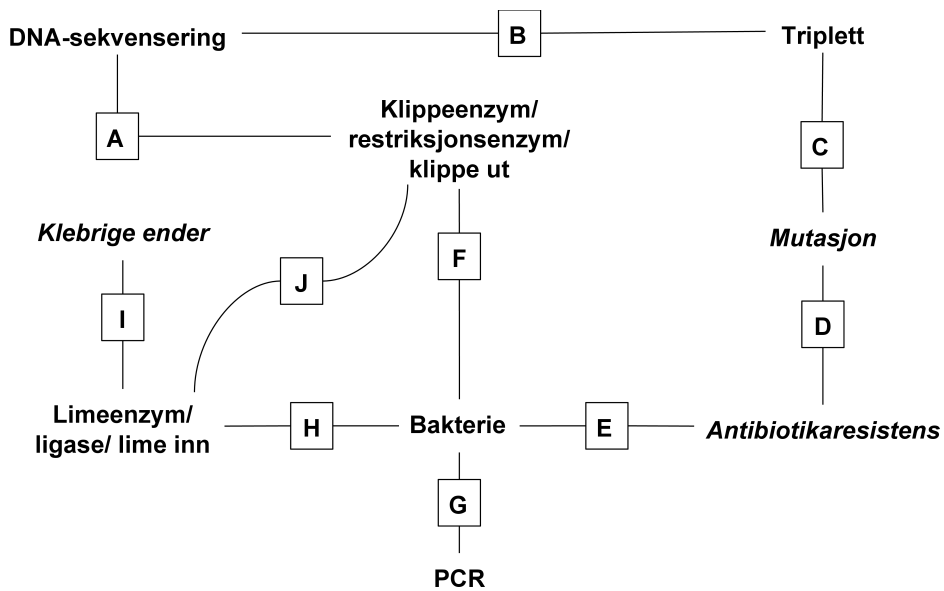
KLIPPEENZYM – LIMEENZYM

S VAR Dette enzymet [*klippeenzym*] gjør at man kan fjerne genet for PG, og erstatte det med det ønskede genmodifiserte genet. Man kan eventuelt (var) bruke limeenzym for å "lime" på det ønskede genet som gjør at tomaten ikke blir myk.

Proposisjon Klippeenzym gjør at en kan erstatte genet for PG med det ønskede genet. En kan eventuelt bruke limeenzym for å lime på det ønskede genet.

N.6 Martin

A DNA-SEKVENSERING – KLIPPEENZYM



Figur N.6: Martins begrepskoblinger. De store bokstavene viser til analysen av hver enkelt av Martins begrepskoblinger i dette vedlegget.

- S – For å finne rekkefølgen på baser måtte vi foreta en DNA-sekvensering av en organisme som hadde dette nye genet, for så å sette tilsvarende gen inn i bakterier. For å få klippet ut de gjeldende genene måtte vi tilsette et restriksjonsenzym som klippet ut det gjeldende genet.
- PA I ytringen ovenfor uttrykker ikke Martin noen sammenheng mellom *DNA-sekvensering* og *klippeenzym* eksplisitt. Han skriver ikke at 'dette nye genet' må klippes ut med restriksjonsenzym før det kan settes inn i bakterier. Martins ytring kan tyde på at han likevel har forstått denne sammenhengen, og at den ligger som implisitt informasjon i ytringen. I de to neste ytringene uttrykker Martin den semantiske sammenhengen mellom DNA-sekvensering og klippeenzym eksplisitt:
- 40- TID Det du kan gjøre da, er at du først (tid1) gjør den DNA-
42 sekvenseringen og finner ut hvilket gen det er, eller hvordan hva som koder for det genet, og så (tid2) klipper du det ut ved at du tilsetter .. de [...] restriksjonsenzymene.
- 7 TID [...] så ville jeg ha utført en DNA-sekvensering for å finne ut hvilke .. for å finne baserekkefølgen hos tripletter i den organismen, for så å (tid) prøve å klippe ut det gjeldende genet, da. Ved å bruke slike restriksjonszymer.

Proposisjon Du kan først finne genet med DNA-sekvensering og så klippe det ut med restriksjonsenzym.

B DNA-SEKVENSERING – TRIPLETT

7 A–M [...] så ville jeg utført en DNA-sekvensering (age) for å finne ut hvilke .. for å finne baserekkefølgen hos trippletter (mål) i den organismen.

Proposisjon DNA-sekvensering finner ut baserekkefølgen hos trippletter.

C MUTASJON – TRIPLETT

S Å–V Dette [gen innsatt i zygoter] kan på en måte ses på som en mutasjon (virk), ved at baserekkefølgen, og rekkefølgen av trippletter i en organisme, ble endret (års)

Proposisjon Når et gen settes inn i en zygoter endres rekkefølgen av trippletter og det skjer en mutasjon.

D ANTIBIOTIKARESISTENS – MUTASJON

104 Å–V Ja, da må det vel i tilfelle være at det skjer mutasjoner (års) som fører til antibiotikaresistens (virk), da.

Proposisjon Mutasjoner kan føre til antibiotikaresistens.

E ANTIBIOTIKARESISTENS – BAKTERIE

79 – I tillegg til at den antibiotikaresistensen fort kan spre seg mellom bakteriene også [...]

PA Fordi 'mellom' i denne ytringen ikke sier noe om det romlige forholdet mellom antibiotikaresistens og bakterie, regnes ikke 'mellom' her som kohesjonsmekanismen Lokalisering. Det ble ikke funnet andre kohesjonsmekanismer i denne ytringen, men den kunne likevel brytes ned til følgende proposisjon:

Proposisjon Antibiotikaresistens kan spre seg mellom bakterier.

104 Å–V Ja, da må det vel i tilfelle være at det skjer mutasjoner som fører til antibiotikaresistens (års), da. Som gjør at bakterien får et sterkere .. eller et gen som gir en egenskap som motstår antibiotika bedre, og dermed blir mer resistent (virk).

Proposisjon Antibiotikaresistens gjør at bakterien motstår antibiotika bedre og blir mer resistent.

F BAKTERIE – KLIPPEENZYM

- S – [...] for så å sette tilsvarende gen inn i bakterier. For å få klippet ut de gjeldende genene måtte vi først tilsette et restriksjonsenzym som klippet ut det gjeldende genet.
- PA I ytringen ovenfor uttrykker ikke Martin noen semantisk sammenheng mellom *bakterie* og *klippeenzym* eksplisitt. Han skriver ikke at genet må klippes ut med restriksjonsenzym før det kan settes inn i bakterier. Dette gir han eksplisitt uttrykk for i disse ytringene:
- 7 TID [...] for så å prøve å klippe ut det gjeldende genet, da. Ved å bruke slike restriksjonsenzymmer. Deretter (tid) ville jeg ha gjort et forsøk på å sette genet inn i bakterier slik at vi kunne fått masseprodusert det genet.
- 40- TID [...] og så klipper du det [genet] ut ved at du tilsetter de [...] 42 restriksjonsenzymene, ja. Og så videre (tid) får .. får satt det inn i bakterien.
- 75 TID [...] når vi skulle sette ett gen som var klippet ut med restriksjonsenzymmer for så å (tid) sette det inn i arvestoffet til en bakterie,
- Proposisjon Et gen som er klippet ut med restriksjonsenzymmer kan deretter settes inn i arvestoffet til bakterier.

G BAKTERIE – PCR

- 55 VAR Ja, så at .. i stedet for å bruke bakteriene så kan man (var) utføre PCR for å få produsert mest_ eller så flest som mulig .. eee, av det genet, da [...]
- Proposisjon PCR kan brukes i stedet for bakterier for å produsere så flest som mulig av det genet.

H BAKTERIE – LIMEENZYM

- 75 A–M [...] så bruker man limeenzymet (age) til å lime det [et gen] inn i arvestoffet til bakterien (mål), slik at det blir en naturlig del av det.
- Proposisjon Limeenzym kan brukes til å lime et gen inn i arvestoffet til en bakterie.

I KLEBRIG ENDE – LIMEENZYM

- 65 Å-V [...] det er når du deler opp DNA-et, så for å få satt det sammen igjen på en måte som gjør at det ikke overlapper eller .. eller, altså, på en måte så ingenting blir forstyrret da, så er det klebrige ender (års) som gjør at du, at det på en måte .. at det passer perfekt (virk) når du limer det på igjen med limeenzym.
- 75 – Mhm. Så de klebrige endene kommer inn ved at du bru_ ved at du limer_ la oss si slik som i sted da, når vi skulle sette inn i en .. når vi skulle sette ett gen som var klippet ut med restriksjonszymer for så å sette det inn i arvestoffet til en bakterie, eller en-e .. ja, til en bakterie da, så bruker man limeenzymet til å lime det inn i arvestoffet til bakterien, slik at det blir en naturlig del av det. Og det er de kle_ eller ja, at man da har klebrige ender slik at det ikke skygger over noen andre gener eller at det ikke blir noen .. noen feilfordeling da, men at det bare glir inn akkurat der det skal.
- PA I denne ytringen gir Martin en mer uklar forklaring av hvorfor det er gunstig med klebrige ender når DNA skal limes sammen. Jeg tolker imidlertid at han mener å uttrykke det samme som i ytring 65 og at den derfor formidler samme proposisjon.
- Proposisjon Klebrige ender gjør at DNA som har blitt klippet opp passer perfekt når det skal limes sammen igjen med limeenzym.

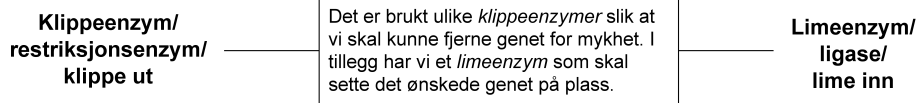
J KLIPPEENZYM – LIMEENZYM

- 75 TID [...] la oss si slik som i sted da, når vi skulle sette inn i en .. når vi skulle sette ett gen som var klippet ut med restriksjonszymer for så å (tid) sette det inn i arvestoffet til en bakterie, eller en-e .. ja, til en bakterie da, så bruker man limeenzymet til å lime det inn i arvestoffet til bakterien, slik at det blir en naturlig del av det.
- Proposisjon Et gen kan klippes ut med restriksjonszymer for så å limes inn i arvestoffet til bakterier med limeenzym.

N.7 Silje

KLIPPEENZYM – LIMEENZYM

- S TIL Det er brukt ulike klippezymer slik at vi skal kunne fjerne genet for mykhet. I tillegg (til) har vi et limeenzym som skal sette det ønskede genet på plass.
- Proposisjon Klippezymer kan brukes til å fjerne et gen. I tillegg kan et limeenzym brukes for å sette et annet gen på plass.



Figur N.7: Siljes begrepskoblinger. Siljes begrepskobling mellom *klippeenzym* og *limeenzym* ble identifisert i hennes skriftlige besvarelse på hovedoppgaven.

Vedlegg O

Oppsummering av resultat fra analysen av elevenes begrepskoblinger

I dette vedlegget oppsummeres del 1 av analysen av elevenes begrepskoblinger med følgende tabeller:

Liste over tabeller

| | | |
|-----|--|-----|
| O.1 | Resultat fra analysen (del 1) av Annes begrepskoblinger | 201 |
| O.2 | Resultat fra analysen (del 1) av Ingrid's begrepskoblinger | 202 |
| O.3 | Resultat fra analysen (del 1) av Julies begrepskoblinger | 202 |
| O.4 | Resultat fra analysen (del 1) av Kristins begrepskoblinger | 203 |
| O.5 | Resultat fra analysen (del 1) av Linns begrepskoblinger | 205 |
| O.6 | Resultat fra analysen (del 1) av Martins begrepskoblinger | 206 |
| O.7 | Resultat fra analysen (del 1) av Siljes begrepskobling | 207 |

Kodene som ble benyttet for å forklare hvilke kohesjonsmekanismer som var brukt i begrepskoblingene er forklart i tabell 3.3 i underkapittel 3.5.

Tabell O.1: Resultat fra analysen av Annes begrepskoblinger.

Tabellen viser hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som ble identifisert i Annes begrepskoblinger (BK), hvilke proposisjoner begrepskoblingene ble brutt ned til, og om disse var sanne (S) eller usanne (U).

| BK | KM | Proposisjon | S/U |
|----------------------------|-----|--|-----|
| plasmid, vektor | SYN | <u>Plasmid</u> (s1) er en <u>vektor</u> (s2). | S |
| klebrig ende, klippeenzym | Å-V | Du må klippe <u>klebrige ender</u> (års) for at det skal <u>passe</u> (virk). | S |
| DNA-isolering, klippeenzym | TID | DNA kan først isoleres med DNA-isolering <u>og så</u> (tid) klippes opp med klippeenzymer. | S |
| klippeenzym, limeenzym | TID | DNA kan klippes opp med klippeenzym <u>og så</u> (tid) limes sammen igjen med limeenzym. | S |
| limeenzym, tripplett | A-M | <u>Limeenzym</u> (age) brukes til å lime sammen DNA-et slik at <u>trippletten gir en annen virkning eller informasjon enn normalt</u> (mål). | U |
| klippeenzym, tripplett | LOK | Klippeenzym klipper opp DNA-et <u>hvor</u> (lok) en kan se tripplettene | S |

^{KM} SYN = Synonymi, Å-V = Årsak-Virkning, TID = Tid, A-M = Agent-Mål, LOK = Lokalisering

Tabell O.2: Resultat fra analysen av Ingrids begrepskoblinger.

Tabellen viser hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som ble identifisert i Ingrids begrepskoblinger (BK), hvilke proposisjoner begrepskoblingene ble brutt ned til, og om disse var sanne (S) eller usanne (U).

| BK | KM | Proposisjon | S/U |
|--------------------------------|------------|---|--------|
| antibiotikaresistens, bakterie | LOK Å-V | Antibiotikaresistens er <u>på</u> (lok) bakterier. <u>Antibiotikaresistens</u> (års) og gjør de immune mot antibiotika (virk). | U S |
| bakterie, markørgen | LOK | Et markørgen ligger <u>på</u> (lok) en bakterie. | U |
| bakterie, plasmid | LOK | Plasmid er en organelle i (lok) en bakterie. | S |
| limeenzym, triplett | TREF | <u>Den</u> (tref) [triplekten] kan limes sammen med et limeenzym. | S |
| klippeenzym, limeenzym | - | En triplett kan klippes ut med klippeenzym og limes sammen med et limeenzym. | S |
| klippeenzym, tripplett | A-M | <u>Klippeenzymer</u> (age) kan brukes til å klippe ut en triplett (mål). | S |

^{KM} Å-V = Årsak-Virkning, LOK = Lokalisering, TREF = Tekstreferanse, A-M = Agent-Mål

Tabell O.3: Resultat fra analysen av Julies begrepskoblinger.

Tabellen viser hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som ble identifisert i Julies begrepskoblinger (BK), hvilke proposisjoner begrepskoblingene ble brutt ned til, og om disse var sanne (S) eller usanne (U).

| BK | KM | Proposisjon | S/U |
|------------------------|------|---|-----|
| klippeenzym, limeenzym | TID | Klippeenzym kan brukes til å klippe ut genet PG og <u>så</u> (tid) kan limeenzym brukes til å lime inn det nye genet i DNA. | S |
| limeenzym, triplett | TREF | Det nye genet kan limes inn i DNA <u>som</u> (tref) fester seg på en triplett. | S |

^{KM} TID = Tid, TREF = Tekstreferanse

Tabell O.4: Resultat fra analysen av Kristins begrepskoblinger. Tabellen viser hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som ble identifisert i Kristins begrepskoblinger (BK), hvilke proposisjoner begrepskoblingene ble brutt ned til, og om disse var sanne (S) eller usanne (U).

| BK | KM | Proposisjon | S/U |
|---------------------------------|-----------|---|-----|
| klippeenzym, limeenzym | TID | En plasmidring kan åpnes opp med restriksjonsenzym/klippeenzym <u>og så</u> (tid) kan en lime inn et gen med limeenzym. | S |
| | TID | Klippeenzym kan klippe ut et gen <u>og så</u> (tid) kan limeenzym lime inn et annet. | S |
| | – | En plasmidring kan åpnes opp med klippeenzym slik at en kan lime inn et gen. | S |
| klippeenzym, plasmid | TREF | <u>Den</u> (tref) [en plasmidring] kan klippes opp. | S |
| | LOK | En kan klippe <u>i</u> (lok) et plasmid. | S |
| | A–M | En kan bruke <u>klippeenzym</u> (age) til å åpne opp et <u>plasmid</u> (mål). | S |
| limeenzym, plasmid | A–M, | <u>Limeenzym</u> (age) kan sette et gen | S |
| | LOK | <u>inn i (lok) en plasmidring</u> (mål). | |
| | LOK | En kan lime inn et gen <u>i</u> (lok) en plasmidring. | S |
| markørgen, plasmid | LOK | Et markørgen kan limes <u>inn i</u> (lok) et plasmid. | S |
| | LOK, | Det [et gen] kan settes <u>inn i</u> (lok) | S |
| | TIL | en plasmidring <u>sammen med</u> (til) et markørgen. | |
| antibiotikaresistens, markørgen | Å–V, UTD | Markørgen (års) for <u>antibiotikaresistens</u> (virk/utd). | S |
| antibiotikaresistens, bakterie | Å–V, TREF | Bakteriene med <u>gen for antibiotikaresistens</u> (års) ville <u>overlevd</u> (virk) i et beger med antibiotika, mens <u>de</u> (tref) uten ville ha <u>dødd</u> (virk). | S |

Tabellen fortsetter på neste side.

^{KM} TID = Tid, TREF = Tekstreferanse, LOK = Lokalisering, A–M = Agent–Mål, TIL = Tillegg, UTD = Utdypning, Å–V = Årsak–Virkning

| BK | KM | Proposisjon | |
|------------------------------------|------|--|---|
| bakterie, markørgen | Å-V | Bakteriene <u>som ikke har markørgenet</u> (års) <u>dør</u> (virk). | S |
| bakterie, plasmid | LOK | En plasmidring kan settes <u>inn i</u> (lok) en bakterie. | S |
| DNA-isolering, triplett | TREF | For å finne tripllettene i tomat-DNA-et må en bruke DNA-sekvensering. Da må en isolere <u>det</u> (tref) først, med DNA-isolering. | S |
| DNA-isolering, DNA-sekvensering | TID | Før DNA-sekvensering må en isolere det [tomat-DNA-et] <u>først</u> (tid). | S |
| DNA-sekvensering, triplett | A-M | <u>DNA-sekvensering</u> (age) kan brukes til å finne tripllettene som koder for enzymer <u>i tomat-DNA-et</u> (mål). | S |
| mutasjon, tripplett | UTD | Ved mutasjon får en ikke de aminosyrene som egentlig skal lages <u>fordi</u> (utd) tripllettene blir feil. | S |
| klippeenzym, tripplett | - | Tripletter kan klippes ut. | S |
| antibiotikaresistens, plasmid | LOK | Et markørgen for antibiotikaresistens kan limes <u>inn i</u> (lok) et plasmid. | S |

^{KM} Å-V = Årsak-Virkning, LOK = Lokalisering, TREF = Tekstreferanse, TID = Tid, A-M = Agent-Mål, UTD = Utdypning

Tabell O.5: Resultat fra analysen av Linns begrepskoblinger.
 Tabellen viser hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som ble identifisert i Linns begrepskoblinger (BK), hvilke proposisjoner begrepskoblingene ble brutt ned til, og om disse var sanne (S) eller usanne (U).

| BK | KM | Proposisjon | S/U |
|------------------------|-----|--|-----|
| klippeenzym, mutasjon | Å-V | Ved å bruke <u>klippeenzym</u> (års) skjer en <u>mutasjon</u> (virk). | U |
| limeenzym, mutasjon | Å-V | Ved å bruke <u>limeenzym</u> (års) skjer en <u>mutasjon</u> (virk). | U |
| klippeenzym, limeenzym | VAR | Klippeenzym gjør at en kan erstatte genet for PG med det ønskede genet. En kan <u>eventuelt</u> (var) bruke limeenzym for å lime på det ønskede genet. | U |

^{KM} Å-V = Årsak-Virkning, VAR = Variasjon

Tabell O.6: Resultat fra analysen av Martins begrepskoblinger. Tabellen viser hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som ble identifisert i Martins begrepskoblinger (BK), hvilke proposisjoner begrepskoblingene ble brutt ned til, og om disse var sanne (S) eller usanne (U).

| BK | KM | Proposisjon | S/U |
|--------------------------------|-----|---|-----|
| DNA-sekvensering, klippeenzym | TID | Du kan <u>først</u> (tid1) finne genet med DNA-sekvensering og <u>så</u> (tid2) klippe det ut med restriksjonszymer. | S |
| DNA-sekvensering, tripplett | A-M | <u>DNA-sekvensering (age) finner ut base-rekkefølgen hos trippletter (mål).</u> | S |
| mutasjon, tripplett | Å-V | Når et gen settes inn i en zygotte <u>endres rekkefølgen av trippletter (års)</u> og det skjer en <u>mutasjon (virk).</u> | U |
| antibiotikaresistens, mutasjon | Å-V | <u>Mutasjoner (års) kan føre til antibiotikaresistens (virk).</u> | S |
| antibiotikaresistens, bakterie | – | Antibiotikaresistens kan spre seg mellom bakterier. | S |
| | Å-V | <u>Antibiotikaresistens (års) gjør at bakterien motstår antibiotika bedre og blir mer resistent (virk).</u> | S |
| bakterie, klippeenzym | TID | Et gen som er klippet ut med restriksjonszymer kan <u>deretter</u> (tid) settes inn i arvestoffet til bakterier. | S |
| bakterie, PCR | VAR | PCR kan brukes <u>i stedet for</u> (var) bakterier for å produsere så flest som mulig av det genet. | S |

Tabellen fortsetter på neste side.

^{KM} TID = Tid, A-M = Agent-Mål, Å-V = Årsak-Virkning, VAR = Variasjon

| BK | KM | Proposisjon | S/U |
|-------------------------|-----|---|-----|
| bakterie, limeenzym | A-M | <u>Limeenzym</u> (age) kan brukes til å lime et gen inn i arvestoffet til en bakterie (mål). | S |
| klebrig ende, limeenzym | Å-V | <u>Klebrige ender</u> (års) gjør at DNA som har blitt klippet opp <u>passer perfekt</u> (virk) når det skal limes sammen igjen med limeenzym. | S |
| klippeenzym, limeenzym | TID | Et gen kan klippes ut med restriksjons- <u>enzymer for så å</u> (tid) limes inn i arvestoffet til bakterier med limeenzym. | S |

^{KM} A-M = Agent-Mål, Å-V = Årsak-Virkning, TID = Tid

Tabell O.7: Resultat fra analysen av Siljes begrepskobling. Tabellen viser at kohesjonsmekanismen Tillegg (TIL) var brukt i Siljes begrepskobling (BK) mellom *klippeenzym* og *limeenzym*. Tabellen viser også proposisjonen som begrepskoblingen ble brutt ned til, og at denne proposisjonen var sann (S).

| BK | KM | Proposisjon | S/U |
|------------------------|-----|--|-----|
| klippeenzym, limeenzym | TIL | Klippeenzymer kan brukes til å fjerne et gen. I tillegg (til) kan et limeenzym brukes for å sette et annet gen på plass. | S |

Vedlegg P

Oppsummering av resultat fra analysen av lærerens og elevenes begrepskoblinger

Liste over tabeller

| | | |
|------|--|-----|
| P.1 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskoblinger og Annes begrepskobling mellom <i>plasmid</i> og <i>vektor</i> | 209 |
| P.2 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Ingrid's og Kristin's begrepskoblinger mellom <i>bakterie</i> og <i>plasmid</i> | 210 |
| P.3 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Ingrid's, Kristin's og Martin's begrepskoblinger mellom <i>antibiotikaresistens</i> og <i>bakterie</i> | 210 |
| P.4 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Kristin's og Martin's begrepskoblinger mellom <i>DNA-sekvensering</i> og <i>triplett</i> | 211 |
| P.5 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Martin's begrepskobling mellom <i>bakterie</i> og <i>PCR</i> | 211 |
| P.6 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Kristin's og Martin's begrepskoblinger mellom <i>mutasjon</i> og <i>triplett</i> | 212 |
| P.7 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristin's begrepskoblinger mellom <i>limeenzym</i> og <i>plasmid</i> . . | 212 |
| P.8 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristin's begrepskobling mellom <i>antibiotikaresistens</i> og <i>plasmid</i> | 213 |
| P.9 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristin's begrepskobling mellom <i>antibiotikaresistens</i> og <i>markørgen</i> | 213 |
| P.10 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Martin's begrepskobling mellom <i>DNA-sekvensering</i> og <i>klippeenzym</i> | 214 |

| | | |
|------|---|-----|
| P.11 | Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Martins begrepskobling mellom <i>klebrig ende</i> og <i>limeenzym</i> | 214 |
| P.12 | Resultat fra analysen av lærerens villedende begrepskobling og Martins begrepskobling mellom <i>bakterie</i> og <i>limeenzym</i> | 215 |
| P.13 | Resultat fra analysen av lærerens villedende begrepskobling og Martins begrepskobling mellom <i>bakterie</i> og <i>klippeenzym</i> | 215 |
| P.14 | Resultat fra analysen av lærerens og alle elevenes begrepskoblinger mellom <i>klippeenzym</i> og <i>limeenzym</i> | 216 |
| P.15 | Resultat fra analysen av lærerens fullverdige og villedende begrepskoblinger og Annes begrepskobling mellom <i>klebrig ende</i> og <i>klippeenzym</i> | 217 |
| P.16 | Resultat fra analysen av elevenes begrepskoblinger som ikke ble gjort av læreren | 218 |

Tabell P.1: Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskoblinger og Annes begrepskobling mellom *plasmid* og *vektor*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens fullverdige (F) begrepskoblinger og Annes (A) sanne (S) begrepskobling mellom *plasmid* og *vektor* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt.

| Hvem | | KM | Proposisjon |
|-------|---|-----|---|
| Lærer | F | SYN | Begrepet <u>vektor</u> (s1) brukes om <u>plasmid</u> (s2). |
| | F | – | En bruker vektorer, plasmid, for å lime inn et gen i en plante. |
| A | S | SYN | <u>Plasmid</u> (s1) er en <u>vektor</u> (s2). |

^{KM} SYN = Synonymi

Tabell P.2: Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Ingrids og Kristins begrepskoblinger mellom bakterie og plasmid. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens fullverdige (F) begrepskobling, og Ingrids (I) og Kristins (K) sanne (S) begrepskoblinger, mellom *bakterie* og *plasmid* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. * betyr at proposisjonen for Ingrids begrepskobling hadde en annen betydning enn lærerens.

| Hvem | | KM | Proposisjon |
|-------|---|-----|---|
| Lærer | F | LOK | Et plasmid kan settes <u>inn i</u> (lok) en bakterie. |
| I | S | LOK | Plasmid er en organelle <u>i</u> (lok) en bakterie.* |
| K | S | LOK | En plasmidring kan settes <u>inn i</u> (lok) en bakterie. |

^{KM} LOK = Lokalisering

Tabell P.3: Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Ingrids, Kristins og Martins begrepskoblinger mellom antibiotikaresistens og bakterie. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens fullverdige (F) begrepskobling, og Ingrids (I), Kristins (K) og Martins (M) begrepskoblinger (noen var sanne (S), andre usanne (U)), mellom *antibiotikaresistens* og *bakterie* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. * betyr at proposisjonene for Ingrids og Martins begrepskoblinger hadde en annen betydning enn lærerens.

| Hvem | | KM | Proposisjon |
|-------|---|------|---|
| Lærer | F | Å-V | De bakteriene som ikke har fått inn genet for antibiotikaresistens (<u>års</u>) <u>vil dø med det samme</u> (virk). |
| I | U | LOK | Antibiotikaresistens er <u>på</u> (lok) bakterier.* |
| | S | Å-V | <u>Antibiotikaresistens</u> (års) gjør bakterier immune mot antibiotika (virk).* |
| K | S | Å-V, | Bakteriene med <u>gen for antibiotikaresistens</u> (års) ville <u>overlevd</u> (virk) i et beger med antibiotika, mens <u>de</u> (tref) uten ville ha <u>dødd</u> (virk). |
| | | TREF | |
| M | S | - | Antibiotikaresistens kan spre seg mellom bakterier.* |
| | S | Å-V | <u>Antibiotikaresistens</u> (års) gjør at bakterien <u>motstår antibiotika bedre og blir mer resistent</u> (virk).* |

^{KM} Å-V = Årsak-Virkning, LOK = Lokalisering, TREF = Tekstrefranse

Tabell P.4: Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Kristins og Martins begrepskoblinger mellom *DNA-sekvensering* og *triplett*. Tabellen viser hvilke sanne (S) proposisjoner lærerens fullverdige (F) begrepskobling, og Kristins (K) og Martins (M) begrepskoblinger, mellom *DNA-sekvensering* og *triplett* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt.

| Hvem | KM | | Proposisjon |
|-------|----|-----|--|
| Lærer | F | – | DNA-sekvensering finner rekkefølgen av baser eller tripletter. |
| K | S | A–M | <u>DNA-sekvensering</u> (age) kan brukes til å finne triplettene som koder for enzymer i tomat-DNA-et (mål). |
| M | S | A–M | <u>DNA-sekvensering</u> (age) finner ut baserekkefølgen hos tripletter (mål). |

^{KM} A–M = Agent–Mål

Tabell P.5: Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Martins begrepskobling mellom *bakterie* og *PCR*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens fullverdige (F) begrepskobling og Martins (M) sanne (S) begrepskobling mellom *bakterie* og *PCR* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt.

| Hvem | KM | | Proposisjon |
|-------|----|-----|---|
| Lærer | F | BKO | <u>Det</u> (bko) [Å sette et plasmid inn i en bakterie for å få bakterien til å dele seg mange ganger slik at den får mange stykker] er nesten som PCR. |
| M | S | VAR | PCR kan brukes <u>i stedet for</u> (var) bakterier for å produsere så flest som mulig av det genet. |

^{KM} BKO = Blandet kobling, VAR = Variasjon

Tabell P.6: Resultat fra analysen av lærerens fullverdige begrepskobling og Kristins og Martins begrepskoblinger mellom *mutasjon* og *triplett*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens fullverdige (F) begrepskobling, Kristins (K) sanne (S) og Martins (M) usanne (U) begrepskoblinger, mellom *mutasjon* og *triplett* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. * betyr at proposisjonen for Martins begrepskobling hadde en (litt) annen betydning enn lærerens.

| Hvem | KM | Proposisjon |
|-------|-------|---|
| Lærer | F – | Mutasjon, når en mister en base eller får inn en base ekstra, gjør at alle gentriplettene blir feil etterpå. |
| K | S UTD | Ved mutasjon får en ikke de aminosyrene som egentlig skal lages <u>fordi</u> (utd) triplementene blir feil. |
| M | U Å–V | Når et gen settes inn i en zygote endres rekkefølgen av <u>tripleter</u> (års) og det skjer en <u>mutasjon</u> (virk).* |

^{KM} UTD = Utdypning, Å–V = Årsak–Virkning

Tabell P.7: Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristins sanne (S) begrepskoblinger mellom *limeenzym* og *plasmid*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens ufullstendige (U) begrepskobling og Kristins (K) begrepskoblinger mellom *limeenzym* og *plasmid* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. ** betyr at Kristin markerte den semantiske sammenhengene mer tydelig enn læreren ('settes').

| Hvem | KM | Proposisjon |
|-------|---------------|--|
| Lærer | U LOK | Et gen kan settes <u>inn i</u> (lok) et plasmid. |
| K | S A–M, LOK | <u>Limeenzymer</u> (age) kan sette et gen <u>inn i</u> (lok) en plasmidring (mål).** |
| | S LOK | En kan lime inn et gen <u>i</u> (lok) en plasmidring.** |

^{KM} LOK = Lokalisering, A–M = Agent–Mål

Tabell P.8: Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristins begrepskobling mellom *antibiotikaresistens* og *plasmid*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens ufullstendige (U) begrepskobling og Kristins (K) sanne (S) begrepskobling mellom *antibiotikaresistens* og *plasmid* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. ** betyr at Kristin markerte den semantiske sammenhengen mer tydelig enn læreren ('*samtidig*').

| Hvem | KM | Proposisjon |
|-------|-------|---|
| Lærer | U TID | Når en setter inn et gen i en plante med et plasmid får en <u>samtidig</u> (tid) med et gen for antibiotikaresistens. |
| K | S LOK | Et markørgen for antibiotikaresistens kan limes <u>inn</u> i (lok) et plasmid.** |

^{KM} TID = Tid, LOK = Lokalisering

Tabell P.9: Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Kristins begrepskobling mellom *antibiotikaresistens* og *markørgen*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens ufullstendige (U) begrepskobling og Kristins (K) sanne (S) begrepskobling mellom *antibiotikaresistens* og *markørgen* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. ** betyr at Kristin markerte den semantiske sammenhengen mer tydelig enn læreren ('*det her*').

| Hvem | KM | Proposisjon |
|-------|------------|--|
| Lærer | U TREF | Når en kobler på det genet (tref) for antibiotikaresistens, så vil de bakteriene som ikke har fått inn det her dø med det samme. |
| K | S Å-V, UTD | <u>Markørgen</u> (års) for <u>antibiotikaresistens</u> (virk, utd).** |

^{KM} TREF = Tekstreferanse, Å-V = Årsak-Virkning, UTD = Utdypning

Tabell P.10: Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Martins begrepskobling mellom DNA-sekvensering og klippeenzym. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens ufullstendige (U) begrepskobling og Martins (M) sanne (S) begrepskobling mellom *DNA-sekvensering* og *klippeenzym* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. ** betyr at Martin markerte den semantiske sammenhengen mer tydelig enn læreren ('*klippe inn*').

| Hvem | KM | Proposisjon |
|-------|-------|---|
| Lærer | U TID | Med DNA-sekvensering får en ut baserekkefølgen, <u>og så</u> (tid) kan dette klippes inn i en bakterie. |
| M | S TID | Du kan <u>først</u> (tid1) finne genet med DNA-sekvensering <u>og så</u> (tid2) klippe det ut med restriksjonsenzymmer.** |

^{KM} TID = Tid

Tabell P.11: Resultat fra analysen av lærerens ufullstendige begrepskobling og Martins begrepskobling mellom klebrig ende og limeenzym. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens ufullstendige (U) begrepskobling og Martins (M) sanne (S) begrepskobling mellom *klebrig ende* og *limeenzym* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. ** betyr at Martin markerte den semantiske sammenhengen mer tydelig enn læreren ('*feste sammen*').

| Hvem | KM | Proposisjon |
|-------|-------|---|
| Lærer | U - | Det er enklere å feste sammen to klebrige ender enn ender som har blitt klippet rett av. |
| M | S Å-V | Klebrige ender (års) gjør at DNA som har blitt klippet opp passer perfekt (virk) når det skal limes sammen igjen med limeenzym.** |

^{KM} Å-V = Årsak-Virkning

Tabell P.12: Resultat fra analysen av lærerens villedende begrepskobling og Martins begrepskobling mellom *bakterie* og *limeenzym*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens villedende (V) begrepskobling og Martins (M) sanne (S) begrepskobling mellom *bakterie* og *limeenzym* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. *** betyr at Martin ikke gjorde samme "feil" som læreren ('*limes inn i en bakterie*').

| Hvem | | KM | Proposisjon |
|-------|---|-----|---|
| Lærer | V | LOK | Et gen kan limes <u>inn i</u> (lok) en bakterie. |
| M | S | A-M | <u>Limeenzym</u> (age) kan brukes til å lime et gen inn i arvestoffet til en bakterie (mål).*** |

^{KM} LOK = Lokalisering, A-M = Agent-Mål

Tabell P.13: Resultat fra analysen av lærerens villedende begrepskobling og Martins begrepskobling mellom *bakterie* og *klippeenzym*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens villedende (V) begrepskobling og Martins (M) sanne (S) begrepskobling mellom *bakterie* og *klippeenzym* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. *** Betyr at Martin ikke gjorde samme "feil" som læreren ('*klippes inn i*').

| Hvem | | KM | Proposisjon |
|-------|---|-----|---|
| Lærer | V | LOK | Baserekkefølgen for EPO kan klippes <u>inn i</u> (lok) og produseres i en bakterie. |
| M | S | TID | Et gen som er klippet ut med restriksjonsenzymer kan <u>deretter</u> (tid) settes inn i arvestoffet til bakterier.*** |

^{KM} LOK = Lokalisering, TID = Tid

Tabell P.14: Resultat fra analysen av lærerens og alle elevenes begrepskoblinger mellom *klippeenzym* og *limeenzym*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens fullverdige (F), ufullstendige (U) og villedende (V) begrepskoblinger mellom *klippeenzym* og *limeenzym* ble brutt ned til. Den viser også hvilke proposisjoner begrepskoblingene til Anne (A), Ingrid (I), Julie (J), Kristin (K), Linn (L), Martin (M) og Silje (S) ble brutt ned til (alle var sanne (S), bortsett fra Linns proposisjon som var usann (U)). I tillegg forklares hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt.

| Hvem | | KM | Proposisjon |
|-------|---|-----|--|
| Lærer | F | – | En kan klippe ut et gen og lime det inn i en bakterie. |
| | F | HYP | To <u>enzym</u> (o), r og l, står for restriksjonsenzym og ligeringsenzym, eller <u>klippe</u> (u1) og <u>lime</u> (u2). |
| | U | TID | Gener kan klippes ut <u>og så</u> (tid) settes inn helt presist. |
| | V | LOK | En kan klippe gener <u>inn i</u> (lok) noe. |
| A | S | TID | DNA kan klippes opp med klippeenzym <u>og så</u> (tid) limes sammen igjen med limeenzym. |
| I | S | – | En tripplett kan klippes ut med klippeenzym og limes sammen med et limeenzym. |
| J | S | TID | Klippeenzym kan brukes til å klippe ut genet PG <u>og så</u> (tid) kan limeenzym brukes til å lime inn det nye genet i DNA. |
| K | S | TID | En plasmidring kan åpnes opp med restriksjonsenzym/klippeenzym <u>og så</u> (tid) kan en lime inn et gen med limeenzymer. |
| | S | TID | Klippeenzymer kan klippe ut et gen <u>og så</u> (tid) kan limeenzymer lime inn et annet. |
| | S | – | En plasmidring kan åpnes opp med klippeenzymer slik at en kan lime inn et gen. |
| L | U | VAR | Klippeenzym gjør at en kan erstatte genet for PG med det ønskede genet. En kan <u>eventuelt</u> (var) bruke limeenzym for å lime på det ønskede genet. |
| M | S | TID | Et gen kan klippes ut med restriksjonsenzymer <u>for så å</u> (tid) limes inn i arvestoffet til bakterier med limeenzymer. |
| S | S | TIL | Klippeenzymer kan brukes til å fjerne et gen. <u>I tillegg</u> (til) kan et limeenzym brukes for å sette et annet gen på plass. |

^{KM} HYP = Hyponomi, TID = Tid, LOK = Lokalisering, VAR = Variasjon, TIL = Tillegg

Tabell P.15: Resultat fra analysen av lærerens fullverdige og villedende begrepskoblinger og Annes begrepskobling mellom *klebrig ende* og *klippeenzym*. Tabellen viser hvilke proposisjoner lærerens fullverdige (F) og villedende (V) begrepskoblinger og Annes (A) begrepskobling mellom *klebrig ende* og *klippeenzym* ble brutt ned til, og hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt.

| Hvem | | KM | Proposisjon |
|-------|---|-----|--|
| Lærer | F | – | Vi vil klippe klebrige ender fordi de er enklere å feste sammen enn ender som har blitt klippet rett av. |
| | V | LOK | En kan klippe ut sykdomsgener i (lok) en klebrig ende. |
| A | S | Å–V | Du må klippe <u>klebrige ender</u> (års) <u>for at det skal passe</u> (virk). |

^{KM} LOK = Lokalisering, Å–V = Årsak–Virkning

Tabell P.16: Resultat fra analysen av elevenes begrepskoblinger som ikke ble gjort av læreren. Tabellen viser begrepskoblinger som elevene gjorde, men som læreren ikke gjorde, hvilke proposisjoner disse ble brutt ned til, og om proposisjonene var sanne (S) eller usanne (U). Tabellen viser også hvilke kohesjonsmekanismer^{KM} som var brukt i begrepskoblingene. Markørene i parentes viser hvordan kohesjonsmekanismene uttrykte semantiske sammenhenger eksplisitt. A = Anne, I = Ingrid, J = Julie, K = Kristin, L = Linn, M = Martin, S = Silje.

| BK | Hvem | KM | Proposisjon | S/U |
|----------------------------|------|------|---|-----|
| DNA-isolering, klippeenzym | A | TID | DNA kan først isoleres med DNA-isolering og så (tid) klippes opp med klippeenzymer. | S |
| limeenzym, triplett | A | Å-V | <u>Limeenzym</u> (års) brukes til å lime sammen DNA-et slik at <u>triplekken gir en annen virkning eller informasjon enn normalt (virk)</u> . | U |
| | I | TREF | <u>Den</u> (tref) [triplekten] kan limes sammen med et limeenzym. S | |
| | J | TREF | Det nye genet kan limes inn i DNA <u>som</u> (tref) fester seg på en triplett. | S |
| klippeenzym, triplett | A | LOK | Klippeenzym klipper opp DNA-et <u>hvor</u> (lok) en kan se triplettene. | S |
| | I | A-M | <u>Klippeenzymer</u> (age) kan brukes til å klippe ut en triplett (mål). | S |
| | K | - | <u>Tripletter</u> kan klippes ut. | S |
| bakterie, markørgen | I | LOK | Et markørgen ligger <u>på</u> (lok) en bakterie. | U |
| | K | Å-V | Bakteriene <u>som ikke har markørgenet</u> (års) <u>dør</u> (virk). | S |

Tabellen fortsetter på neste side.

^{KM} TID = Tid, Å-V = Årsak-Virkning, TREF = Tekstreferanse, LOK = Lokalisering, A-M = Agent-Mål

| BK | Hvem | KM | Proposisjon | S/U |
|--|------|-------------|---|-----|
| klippeenzym, plasmid | K | TREF | <u>Den</u> (tref) [en plasmidring] kan klippes opp. | S |
| | K | LOK | En kan klippe <u>i</u> (lok) et plasmid. | S |
| | K | A-M | En kan bruke <u>klippeenzym</u> (age) til å åpne opp et plasmid (mål). | S |
| markørgen, plasmid | K | LOK | Et markørgen kan limes <u>inn i</u> (lok) et plasmid. | S |
| | K | LOK, TIL | Det [et gen] kan settes <u>inn i</u> (lok) en plasmidring <u>sammen med</u> (til) et markørgen. | S |
| DNA- isolering, triplett | K | TREF | For å finne triplementene i tomat-DNA-et må en bruke DNA-sekvensering. Da må en isolere <u>det</u> (tref) først, med DNA-isolering. | S |
| DNA- isolering, DNA- sekvensering | K | TID | Før DNA-sekvensering må en isolere det [tomat-DNA-et] <u>først</u> (tid). | S |
| klippeenzym, mutasjon | L | Å-V | Ved å bruke <u>klippeenzym</u> (års) skjer en <u>mutasjon</u> (virk). | U |
| limeenzym, mutasjon | L | Å-V | Ved å bruke <u>limeenzym</u> (års) skjer en <u>mutasjon</u> (virk). | U |
| antibiotikaresistens, mutasjon | M | Å-V | <u>Mutasjoner</u> (års) kan føre til <u>antibiotika-resistens</u> (virk). | S |

^{KM} TREF = Tekstreferanse, LOK = Lokalisering, A-M = Agent-Mål, TIL = Tillegg, TID = Tid, Å-V = Årsak-Virkning

