

Bioteknologi – et hovedområde i utvikling

En kvalitativ og fenomenologisk studie av hvordan biologilærere på videregående skole underviser i bioteknologi, og deres forhold til ny bioteknologisk forskning.

**Av Magnus Lillebø
Våren 2014, Trondheim**



NTNU
Fakultet for samfunnsvitenskap
og teknologiledelse
Program for lærerutdanning

Sammendrag

Den raske utviklingen i feltet bioteknologi kan føre til utfordringer for lærere. De skal blant annet holde seg selv og elevene sine oppdaterte på ny kunnskap innen feltet. Denne kvalitative og fenomenologiske studien, avdekker hvordan biologilærere på videregående skole underviser i hovedområdet bioteknologi, og hvordan disse lærerne forholder seg til ny bioteknologisk forskning. Studien baserer seg på data fra fire semistrukturerte intervju, gjennomført på to skoler i Midt-Norge. Funnene fra studien viser at informantene stort sett bruker praktiske forsøk for å formidle bioteknologiske metoder i undervisningen. De praktiske forsøkene som gjennomføres i undervisningen er DNA-ekstrahering og gel-elektroforese. Resultatene viser i tillegg at praktiske forsøk, diskusjoner og filmer blir tatt i bruk for å formidle bioteknologiens bruksområder. Undervisningen knyttet til etiske problemstillinger gjennomføres ofte i form av case, enten som gruppediskusjoner eller samlet klasseromsdiskusjon. Det viser seg at de mannlige informantene stort sett planlegger de etiske diskusjonene, de kvinnelige informantene gjennomfører ofte spontane diskusjoner. Informantenes forhold til å oppdatere seg i ny bioteknologisk kunnskap ser ut til å være mindre gjennomtenkt. Den faglige oppdateringen skjer enten i forkant av undervisningen, eller ved at de tilfeldig kommer over bioteknologiske nyheter av tabloid eller populærvitenskapelig karakter.

Abstract

The rapid progress in the field of biotechnology may lead to challenges for science teachers. Their responsibility, among others, is to keep themselves and their students updated on new knowledge in this field. This qualitative and phenomenological study reveals how biology teachers in secondary school are teaching in the area of biotechnology, and how these teachers relate themselves to new biotechnological research. This study is based on data from four semi-structured interviews, conducted at two schools in mid-Norway. The findings from this study indicates that the teachers mostly use practical experiments to convey biotechnological methods in their biotechnology lessons. The practical experiments conducted in the teachers practice is DNA extraction and gel electrophoresis. The findings also indicates that practical experiments, discussions and videos are applied to convey biotechnological applications. Teaching related to ethical issues are often carried out in the form of case, either as group discussions or as whole class discussions. It turns out that the men mostly plan their ethical discussions, while the female teachers often conducts discussions unplanned. How the teachers relate themselves to new biotechnological knowledge seems to be less thought out. Their ways to stay academically up to date occurs either in advance of teaching, or if they randomly come across biotechnologically news of tabloid or popular scientifically character.

Forord

Denne masteroppgaven er et resultat av en to-årig mastergrad i fag- og yrkesdidaktikk, ved NTNU, Program for lærerutdanning, våren 2014.

Arbeidet med denne masteroppgaven har vært lærerikt og spennende, samtidig som det har bydd på en rekke utfordringer. Blant annet har jeg brukt mye tid på finne teori og tidligere forskning på emnet, noe som ikke var så lett som jeg håpte. Jeg føler at prosessen med å skrive denne masteroppgaven har gitt meg en høyere informasjonsallmenndannelse, noe som kan være nyttig i fremtidig arbeid. I tillegg har jeg også fått innsikt i hvordan det er å undervise et hovedområde i rask utvikling.

Jeg ønsker å takke de fire lærerne som gjennom intervju har delt av sine erfaringer og meninger om hovedområdet bioteknologi. Dere har bidratt til at denne masteroppgaven kunne gjennomføres, i tillegg til at det har bidratt til mer kunnskap på feltet.

Jeg vil også rekke en stor takk til min veileder, Ragnhild Lyngved Staberg, som har bidratt med tilbakemeldinger og gode innspill i mitt arbeid med oppgaven. Hun har vært tålmodig med meg, samtidig som hun har stilt krav.

I tillegg vil takke mine medstudenter som gjennom gode samtaler og samvær har bidratt både faglig og sosialt. Dere har gjort de to siste årene av studietiden min minnerik og jeg vil tenke tilbake på denne tiden med stor glede. Nå er en epoke over! Lykke til i livene deres!

Trondheim 21.05.14, Magnus Lillebø

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning.....	2
1.1 Formålet med studien	3
1.2 Oppgavens oppbygging	3
2.0 Teori.....	5
2.1 Naturfaglig allmenndannelse	5
2.2 Informasjonsallmenndannelse	6
2.3 Viktigheten av lærerens fagkunnskap	7
2.4 Hva er en læreplan?	8
2.5 Samhandlingen mellom naturvitenskapen, biologi og teknologi.....	10
2.5.1 Hva er biologi?.....	10
2.5.2 Biologi som fag og emne i skolen	10
2.5.3 Biologifaget som tre dimensjoner	11
2.5.4 Hva er teknologi?.....	12
2.5.5 Hva er bioteknologi?	13
2.5.6 Hva bør være bioteknologiens formål?	14
2.5.7 Bioteknologi som emne i skolen.....	15
2.6 Hvordan undervises bioteknologi i skolen?	17
2.6.1 Bruken av faglig media, ressurser og hjelpemidler	17
2.6.2 Praktiske aktiviteter.....	19
2.6.3 Hva sees på som de største utfordringene i undervisning av bioteknologi?	19
2.6.4 Etikk i bioteknologiundervisningen	20
2.7 Hvordan holder lærere seg oppdatert på fagkunnskap?	21
2.8 Concern Based Adoption Model – CBAM.....	22
3.0 Metode	25
3.1Valg av forskningsdesign	25
3.1.1 Intervju som datainnsamlingsmetode.....	25
3.1.2 Intervjuguide	26
3.1.3 Informanter	27
3.1.4 Bearbeiding av data og analyse.....	28
3.1.5 Utvikling av kategorier og bruk av tabeller	29
3.1.6 Concern Based Apotion Model og intervjuguidens tilknytning.....	29
3.2 Reliabilitet og validitet.....	31
3.2.1 Reliabilitet.....	31
3.2.2 Validitet	33
4.0 Resultater	35

4.1 Presentasjon av informantene	35
4.1.1 Frode.....	35
4.1.2 Bjarte	36
4.1.3 Vilde.....	37
4.1.4 Mari	37
4.1.5 Oppsummerende presentasjon av informantene.....	38
4.2 Bioteknologiske metoder	39
4.2.1 Hvordan formidler lærerne at bioteknologiske metoder i undervisningen?	39
4.2.2 I hvilke kunnskapsmål blir det gjennomført forsøk?.....	41
4.3 Anvendelse av bioteknologi	44
4.3.1 Hvordan får lærerne frem hva bioteknologi kan brukes til?	44
4.4 Etikk i undervisningen	48
4.4.1 Hvordan gjennomføres etiske diskusjoner?.....	48
4.4.2 Er de etiske diskusjonene planlagte, eller er de ikke planlagte?.....	50
4.5 Nye forskningsresultater	53
4.5.1 Hvordan forholder lærerne seg til ny forskning innen bioteknologi?	53
4.5.2 Hvilke informasjonsressurser bruker informantene for å oppdatere seg?.....	55
4.5.3 Hvordan bruker lærerne ny forskning i undervisningen?	58
5.0 Diskusjonkapittel.....	61
5.1 Hvordan formidler lærere bioteknologiens metoder?.....	61
5.1.1 Formidling av bioteknologiske metoder:	61
5.1.2 Innenfor hvilke kompetansemål gjennomføres det praktiske forsøk?	63
5.1.3 Hvorfor de samme forsøkene?.....	64
5.1.4 Utbytte av praktiske aktiviteter.....	65
5.2 Hvordan formidler lærere bioteknologiens bruksområder?.....	66
5.2.1 Hvordan får lærerne frem i undervisningen hva bioteknologi kan brukes til?	66
5.3 Hvordan undervises det i etiske problemstillinger knyttet til bioteknologi?.....	67
5.3.1 Hvordan formidler lærere etikk?.....	67
5.4 Hvordan forholder lærere seg til ny bioteknologisk forskning?.....	69
5.4.1 Hvordan forholder informantene seg til ny forskning?.....	69
5.4.2 Hvordan brukes ny forskning i undervisningen?.....	70
5.5 Bekymring rundt ny bioteknologisk kunnskap?	72
5.6 Er det viktig å holde seg oppdatert?	75
5.7 Etterutdanning for lærere	76
5.8 Videre forskning	78
6. Konklusjon	79

Kildehenvisninger	81
-------------------------	----

Figurliste:

Figur 2.1 – Listebasert definisjon, OECD	12
Figur 2.2 – Vanderschuren et. al. 2010	16
Figur 2.3 – Concern Based Adoption Model, Hall og Loucks 1979.....	21

Tabelliste:

Tabell 4.1 – Hvordan lærere formidler bioteknologiske metoder	37
Tabell 4.2 – Hvilke kompetansemål gjennomføres det praktiske forsøk innenfor	40
Tabell 4.3 – Hvordan formidler informantene hva en kan bruke bioteknologien til	43
Tabell 4.4 – Hvordan gjennomføres diskusjoner rundt etiske problemstillinger i bioteknologiundervisningen?	46
Tabell 4.5 – Er de etiske diskusjonene planlagte eller ikke planlagte	49
Tabell 4.6 – Informantenes forhold til ny forskning innen bioteknologi	52
Tabell 4.7 – Informantenes valg av informasjonsressurser	54
Tabell 4.8 – Hvordan ny forskning brukes i undervisningen	57

1.0 Innledning

Bioteknologi har vært benyttet av mennesker i tusenvis av år, til baking av brød og brygging av øl og vin. Denne bruken av mikroorganismer har i moderne tid fått betegnelsen den eldre bioteknologien, og de siste 60 årene har vist oss en raskt utvikling innen paraplybetegnelsen bioteknologi. Watson og Cricks beskrivelse av DNAets struktur i 1953, utgjorde et paradigmeskrifte i bioteknologiens historie, da man begynte å få en forståelse for hva arvematerialet besto av. Siden den gang har utviklingen innen bioteknologi foregått tilnærmet eksponentielt, med den første vellykkede genspleisingen i 1973, kloningen av sauen Dolly i 1997 og sekvenseringen av det menneskelige genom i 2003. I dag har bioteknologi blitt en milliardindustri og bioteknologisk kunnskap og metoder benyttes innen industrien, medisin og i produksjon av mat verden over.

I dag og i fremtiden står vi overfor store globale utfordringer som vil påvirke dyr, planter, oss selv og våre etterkommere. En tidligere leder av det vitenskapelige rådgivningsorganet i Storbritannia, har beskrevet de fem største utfordringene som vil møte menneskeheten i løpet av det kommende århundre. Å sikre alle mattilgang, bekjempe sykdommer, dekke et økende energibehov, sikre vanntilgang og å møte globale klimaendringer (Osborne & Dillon, 2008). Av dette kan en se at kunnskap innen biologi og bioteknologi kan være viktig for å møte disse utfordringene. I fremtiden vil vi ha et stort behov for vitenskapsfolk som kan arbeide for å utvikle teknologier og løsninger som kan bidra til vår og andre organismers eksistens. I tillegg vil vi også ha et stort behov for et informert samfunn, som gjennom demokratiske og personlige prosesser skal ta viktige beslutninger for imøtekomme de utfordringer som kommer (Jorde, Marion, & Strømme, 2008). Skolen og lærere vil derfor være viktige for å øke fremtidige beslutningstakeres naturfaglige allmenndannelse.

I Norge har vi gjennom strategien *Kompetanse for kvalitet* lagt vekt på å heve læreres og rektorers faglige og pedagogiske kompetanse (Kunnskapsdepartement, 2012). Gjennom etter- og videreutdanning av lærere og rektorer ønsker den tidligere regjeringen Stoltenberg II og Solberg-regjeringen, med økt satsning, å øke elevenes læringsutbytte og motivasjon. I et hovedområde som bioteknologi kan en vektlegging på å øke lærernes *informasjonsallmenndannelse*, være et ledd i denne kompetansehevingen. Ved å sørge for at lærere har kunnskap i å finne og forstå ny bioteknologisk kunnskap og metoder, kan lærere selv bidra til å heve sin egen faglige kompetanse.

1.1 Formålet med studien

Formålet med denne studien var å avdekke hvordan lærere på videregående skole underviser i et hovedområde som bioteknologi. Den hurtige kunnskapsutviklingen kan føre til at bioteknologisk kunnskap og metoder raskt blir utdatert, noe som kan påvirke bioteknologiundervisningens innhold. På en annen side vil tilgangen på bioteknologisk informasjon være stor, og kan bidra til at elevene får et virkelighetsnært bilde av hvor langt den bioteknologiske utviklingen har kommet i dag og hvilke muligheter som finnes i fremtiden. Studien har derfor lagt vekt på hvordan biologilærere formidler bioteknologisk kunnskap, og hvordan de forholder seg til ny forskning innen bioteknologi.

Problemstillingen for denne masteroppgaven er:

Hvordan underviser lærere på videregående skole i emnet bioteknologi?

Forskningsspørsmål:

1. Hvordan formidler lærere bioteknologiens metoder?
2. Hvordan formidler lærere bioteknologiens bruksområder?
3. Hvordan undervises det i etiske problemstillinger knyttet til bioteknologi?
4. Hvordan forholder lærere seg til ny bioteknologisk forskning?

1.2 Oppgavens oppbygging

Oppgaven er inndelt i seks hovedkapitler. Kapittel 1 er en innledning som presenterer oppgavens kontekst, problemstilling, forskningsspørsmål og formål. Kapittel 2 er oppgavens teorikapittel, mens metodekapittelet er kapittel 3. Resultatene for undersøkelsen blir presentert i kapittel 4, mens oppgavens diskusjonskapittel finnes i kapittel 5. Oppgavens konklusjon i lagt til kapittel 6.

2.0 Teori

Gjennom dette teorikapittelet vil jeg redegjøre for en del teoretiske aspekter vedrørende masteroppgavens problemstilling. Jeg vil i først redegjøre for hva naturfaglig allmenndannelse og informasjonsallmenndannelse er. I tillegg vil jeg beskrive viktigheten av læreres faglige kunnskap. Jeg vil også ta for meg hva en læreplan og de ulike perspektivene en kan se på en læreplan fra. Videre vil jeg beskrive hva biologi, teknologi og bioteknologi er og hva skolefaget biologi består av og hva elevene skal lære i hovedområdet bioteknologi. Jeg vil også legge frem funn fra forskning på hvordan lærere underviser i bioteknologi og hvordan de holder seg oppdatert på faglig kunnskap. Til slutt vil jeg legge frem *Concern Based Adoption Model*, som tar for seg læreres bekymring for implementeringen av en endring.

2.1 Naturfaglig allmenndannelse

Begrepet naturfaglig allmenndannelse (*scientific literacy*), ble innført i Ruckerfeller-rapporten i 1958, året etter at Russland hadde skutt opp satellitten Sputnik (DeBoer, 2000). Ruckerfeller-rapporten som tok for seg det amerikanske undervisningssystemet, var en av fem rapporter som skulle se på en rekke aspekter innen samfunnet i USA. Rapportene skulle gi et svar på hvordan landet skulle respondere på den vitenskapelige og teknologiske utviklingen innen fagfelt som atomkraft, romfart, cellebiologi og hjernens fysiologi. I rapporten angående utdanning, ville de gi et svar på hvordan en kunne utnytte undervisningssystemet, slik at det forberedte folk på å leve i en verden i rask utvikling og endring (DeBoer, 2000). Svaret som rapporten kom frem til var naturfaglig allmenndannelse.

Naturfaglig allmenndannelse har internasjonalt blitt en slags parole, et slagord og opplæringsmål innen undervisning av naturvitenskap (Laugksch, 2000). Begrepet blir av Sjøberg (2009) beskrevet som naturfaglige kunnskaper og ferdigheter som de fleste i samfunnet burde ha. Det finnes en rekke definisjoner som kan minne om naturfaglig allmenndannelse, men disse er for vage uten en konkretisering. I de ulike definisjonene finner man ofte igjen tre dimensjoner: Naturvitenskap som produkt, naturvitenskap som prosess og metode og naturvitenskap som sosial institusjon (Sjøberg, 2009). Se kapittel 2.2.3 for de samme dimensjonene for biologifaget.

Opplæringens innhold og retning i Vesten og Norge har endret seg opp gjennom tiden. Fra være en produktcentrert opplæring før «Sputniksjokket» (1957), ble opplæringen mer prosessorientert i etterkant. Der elevene selv skulle få finne svar på egne og andres spørsmål gjennom naturvitenskapelige metoder (Sjøberg, 2009). En kan også se en prosessorientering i den nye læreplanen LK-06 i Norge, i form av «Forskerspiren» og «Den unge biologen». «Forskerspiren» skal bidra til å gjøre opplæringen undrende og utforskende, ved å la elevene stille hypoteser, eksperimentere, og observere, diskutere, vurdere og argumentere. «Den unge biologen» vektlegger biologiens arbeidsmåter i feltarbeid, undersøkinger og forsøk i laboratorium (Utdanningsdirektoratet, 2014).

2.2 Informasjonsallmenndannelse

I likhet med *naturfaglig allmenndannelse* beskrives også *informasjonsallmenndannelse* som noe som skal gjelde for alle. Begrepet *informasjonsallmenndannet* ble først brukt på 1970-tallet i USA av Zurkowski, daværende leder for Information Industry Association (IIA). Zurkowski brukte begrepet for å beskrive en gruppe mennesker som gjennom sitt arbeid var opplært til benytte seg av informasjonsressurser. Disse menneskene hadde lært seg teknikker og ferdigheter for å utnytte informasjonsverktøy og hovedkilder til å løse sine problemer (Behrens, 1993). Utover evnen til å benytte seg av informasjon på arbeidsplassen sin, ble *informasjonsallmenndannelse* sett på som en nødvendighet for å ivareta demokratiske institusjoner. Et menneske med kunnskaper og ferdigheter til å benytte seg av informasjonsverktøy, hadde større mulighet til å foreta flere veloverveide avgjørelser, enn mennesker uten denne kompetansen (Owens, 1976).

Informasjonsallmenndannelse blir av Williams og Cole (2007) beskrevet som strategier, evner og kunnskaper som er nødvenig for å se et behov for informasjon og finne, evaluere, sammenfatte, organisere og videreformidle denne informasjonen (Williams & Coles, 2007). Disse strategiene, evnene og kunnskapene brukes for å løse problemer i ulike kontekster (Limberg, Sundin, & Talja, 2013). I følge Tom Wilson er alle ferdigheter med å søke etter informasjon lært, de er ikke medfødt. Med Wilson sitt syn på at *informasjonsallmenndannelse* må læres, kan en se på *informasjonsallmenndannelsen* som et objekt av undervisningen, så vel som et objekt av læringen (Limberg et al., 2013). *Informasjonsallmenndannelse* har av Bruce blitt beskrevet som en måte å lære på, og kan derfor knyttes til begrepet livslang læring (Bruce,

2008). Bruce sammenligner informasjonsallmenndannelse med *problembasert læring*, som begge handler om en evne til å bruke informasjon på ulike måter for å lære.

En artikkel av Ward og Hockey (2007) legger vekt på at den raske utviklingen innen bioteknologi vil være problematisk for bioteknologiindustrien, da bioteknologistudentenes kunnskap raskt vil bli utdatert. Ward og Hockey peker derfor på viktigheten av studentenes informasjonsallmenndannelse, som kan gjøre studentene bedre forberedt til arbeidslivet (Ward & Hockey, 2007). På samme måte kan en si at lærerens informasjonsallmenndannelse er like viktig, da han må tilby studentene oppdatert informasjon i undervisningen.

2.3 Viktigheten av lærerens fagkunnskap

I stortingsmelding nr 11 (2008-2009) *Læreren – rollen og utdanningen*, legges det vekt på at elevenes læring i stor grad er avhengig av lærerens kompetanse i undervisningsfaget. En stor undersøkelse fra USA, med blant annet 65 000 lærere og 13 000 rektorer, viste at læreres faglige og pedagogiske kunnskap er viktig for elevenes læring (Darling-Hammond, 1999). Særlig er grad av utdanning og kurs innenfor undervisningsemnet viktig for elevenes læringsutbytte i det bestemte emnet. Generelt utdanningsnivå (bachelorgrad, mastergrad osv.) har også en positiv effekt på elevenes læringsutbytte, men viktig enn kompetansen innen enkeltemnet. Et annet viktig aspekt som kom frem gjennom undersøkelsen, var at lærerens pedagogiske kunnskap, og evnen til å formidle fagstoffet påvirket elevenes læringsutbytte. Ikke overraskende viste den samme undersøkelsen at ukvalifiserte eller lærere med manglende erfaring har en mer negativ innvirkning på elevenes læringsutbytte.

John Hatties studie av 800 internasjonale metaanalyser, bygd opp av 52 000 kvantitative studier, ser på 138 ulike variabler som kan påvirke elevens læring. Denne undersøkelsen viser at lærerens kunnskap i undervisningsfaget ikke har noen særlig effekt på elevens læring (Nordahl, 2010). Dette gjelder både for grunnskole og videregående opplæring, og strider mot stortingsmelding nr. 11 (2008-2009) og Darling og Hammonds (1999) undersøkelses vektlegging av betydningen av lærerens kunnskap. Det som virker å ha stor betydning for elevenes læring er lærerens interaksjon og relasjon med elevene. Elevens læring er avhengig av at læreren forstår eleven og hvordan den skal arbeide for å få utfordringer på sitt nivå. Videre viser studien at formativ vurdering og lærerens ledelse og tydelighet har stor effekt på elevenes

læring. Det finnes stor konsensus i studien for at læreren har den mest effektfulle innflytelse på elevenes læring, bare ikke i form av faglig kunnskap (Nordahl, 2010).

En undersøkelse gjort på oppdrag fra kunnskapsdepartementet om *lærerkompetanser i barnehage og skole*, viste at didaktisk kompetanse var svært viktig for barn og unges læring. Utover lærerens faglige kompetanse innen undervisningsfag, bidrar relasjonskompetanse og klasseledelseskompetanse sammen med didaktisk kompetanse til læring hos barn og unge (Nordenbo, Larsen, Tiftikci, Eline Wendt, & Østergaard, 2008).

2.4 Hva er en læreplan?

Begrepet læreplan er et omfattende begrep og forstås på ulikt vis. I Skandinavia sees en læreplan på som intensjonen bak den, mens en i engelskspråklige land bruker begrepet *curriculum*, som i tillegg tar for seg det som faktisk foregår i opplæringen (Imsen, 2009). Begrepet læreplan kommer fra det latinske ordet for en vogn brukt i veddeløp, *curriculum*, som igjen kommer fra ordet veddeløpsbane, som antyder retningen en skal gå eller da retningen for opplæringen (Ross, 2000). En læreplan defineres av *Store Norske Leksikon* (2009) som «*en oversikt over innholdet i og målene for skolens opplæring i de forskjellige fagene, gjerne med retningslinjer for opplæringen og antall undervisningstimer i fagene*».

Læreplanen kan være en retningslinje over hva som skal undervises på den enkelte institusjon eller det kan være et statlig dokument som tar for seg et lands grunnskoles obligatoriske innhold. En læreplan forteller oss hvilke fag som skal undervises på skolen og hva undervisningen innenfor det enkelte fag skal oppnå (Imsen, 2009). Det betyr at en også bruker begrepet læreplan om de lokale undervisningsplanene som lages av den enkelte skole.

En læreplan kan betraktes fra flere sider. For eksempel kan en være opptatt av hvordan læreplanen ble laget og hvilke idegrunnlag planens råd- og retningslinjer har. Hva vil denne læreplanen ha å si for skolen og lærernes virke og hvordan vil dette påvirke elevenes læring og sosialisering? John I. Goodlad (1979) har skissert fem ulike nivå man kan se på læreplanen fra, her hentet fra Britt Ulstrup Engelsens bok «Kan læring planlegges» (Engelsen, 2006):

- **Ideenes læreplan:** De grunnleggende ideer som staten mener at opplæringen skal inneholde og oppnå, kan beskrives som ideenes læreplan.
- **Den formelle læreplanen:** Det formelle dokumentet som skal utgjøre rammen for skolens og lærernes virke.
- **Den oppfattede læreplanen:** Hvordan oppfattes og tolkes den formelle læreplanen av skole og lærere?
- **Den operasjonaliserte læreplanen:** Hva som gjennomføres av den enkelte lærer på bakgrunn av den formelle læreplanen.
- **Den erfarte læreplanen:** Hvordan oppleves den opplæringen som foregår i skolen av elever, foreldre og samfunnsborgere?

I Norge er det staten som lager læreplanene som skolene skal rette seg etter. Hvor detaljerte disse læreplanene er og hvor mye det legges opp til at hver enkelt skole og lærer selv skal få bestemme over opplæringen, har variert opp gjennom historien. Læreplanen fra 97 hadde et stort fokus på tema- og prosjektorganisert opplæring, mens en i LK06 valgte å gi lærerne større frihet i forhold til hvilke undervisningsmetoder de benyttet i opplæringen (Engelsen, 2006). Det handlet om å la de profesjonsutdannede lærerne ta over ansvaret på hvordan undervisningen foregikk, og heller legge føringer for faglig innhold og ferdigheter som elevene skulle utvikle.

Dagens læreverk Kunnskapsløftet LK06, er delt inn i tre deler. *Den generelle delen* utdyper formålsparagrafen i opplæringsloven, angir overordnede mål for opplæringen som inkluderer det verdimesige, kulturelle og kunnskapsmessige grunnlaget for grunnskolen og videregående skole (Utdanningsdirektoratet, 2006). Læreverkets *prinsipper for opplæringen* tar for seg bestemmelser i opplæringsloven og forskriftene til loven for å tydeliggjøre skoleeiers ansvar for opplæringen. *Læreplaner for fag* beskriver fagets formål og innhold, med hovedområder, programområder, grunnleggende ferdigheter, kompetansemål og bestemmelser rundt sluttvurdering i faget (Utdanningsdirektoratet, 2006).

2.5 Samhandlingen mellom naturvitenskapen, biologi og teknologi

For å kunne besvare hva bioteknologi er og hva hovedområdet bioteknologi handler om, er vi nødt til å se på hva selve begrepet betyr. Begrepet bioteknologi er et sammensatt ord, bestående av «bio» og «teknologi», to ord som hver for seg har sin egen betydning. Gjennom de neste avsnittene vil jeg redegjøre for hva læren om «bio», biologi, er. I tillegg vil jeg redegjøre for hva teknologi og bioteknologi er. Jeg vil også beskrive hva skolefaget biologi og hovedområdet bioteknologi handler om.

2.5.1 Hva er biologi?

Biologi beskrives som vitenskapen eller læren om liv eller levende organismer (Marion & Strømme, 2008). Denne definisjonen vil omfatte den samlede kunnskapen om alt som er levende i alle sine former og fenomener, da også kunnskap om en livsforms opprinnelse, vekst, reproduksjon, struktur, etc. En levende organisme er en funksjonelt integrert enhet, og består av bestanddeler som gjør det mulig for organismen å reprodusere seg (Sober, 1991). Vi kan derfor si at en levende organisme kan være alt fra en encellet bakterie til et flercellet pattedyr, som for eksempel et menneske, noe som gjør biologi til et omfattende fagfelt (Campbell, Simon, & Reece, 2007). Innenfor vitenskapen biologi finnes det mange underdisipliner som for eksempel cellebiologi, evolusjon, genetikk, anatomi, økologi, zoologi og bioteknologi. De mange underdisiplinene gjør vitenskapen biologi bred og innholdsrik.

2.5.2 Biologi som fag og emne i skolen

I grunnskolen og på Vg1 er biologi et fagfelt som er inkludert i naturfag, blant andre fagfelt som kjemi, fysikk og geofag. På videregående skole er biologi utfelt som eget fag, da som biologi 1 og biologi 2 for de to siste skoleårene. Biologifaget er bygd opp som to programfag og kan derfor velges uavhengig av hverandre (Utdanningsdirektoratet, 2014). Biologi 1 inneholder hovedområder som cellebiologi, fysiologien til mennesket, funksjon og tilpasning, og biologisk mangfold. Biologi 2 inneholder emnene energiomsetning, genetikk, bioteknologi, økologi og evolusjon (Utdanningsdirektoratet, 2014). I tillegg har begge programfagene hovedområdet «Den unge biologen».

Formålet med biologifaget er å gi den enkelte elev kunnskap som kan benyttes i praktiske situasjoner i hverdagen og til å gjøre vurderinger rundt etiske problemstillinger. Elevene skal også forstå menneskes plass på jorda, som en av mange arter og viktigheten av biologisk kunnskap (Utdanningsdirektoratet, 2014). Dette gjør kunnskap om biologi betydningsfull, også utenfor skolen.

2.5.3 Biologifaget som tre dimensjoner

Biologifaget er et eget fag under samlebetegnelsen naturvitenskap, men faget i seg selv består av flere elementer og har flere funksjoner. Vi kan dele biologifaget inn i tre funksjoner eller dimensjoner, på samme måte som vi kan dele inn naturvitenskapen (Sjøberg, 2009).

Biologifaget som produkt er kort sagt det vi vet om naturen per dags dato. Dette inkluderer biologifaget som et kunnskapssystem, et byggverk av begreper, lover, modeller og teorier (Strømme, 2008). Produktet har blitt utviklet over tid og det vil endres etter hvert, da noen teorier endres eller legges til. Ideer og tanker er flettet sammen i et system som beskriver og forklarer ulike sider ved virkeligheten (Sjøberg, 2009). Produktene fra forskning innen biologi publiseres, og kan benyttes i primærnæringene og i industrien, som igjen danner grunnlag for beslutninger i forvaltning eller politiske organer.

Biologifaget som prosess og metode er det som praktiseres innen biologien og som stadig pågår. Biologiens metoder, teknikker og prosedyrer kan både gi svar på spørsmål som vi har og åpne veier til nye (Sjøberg, 2009). Metodene innen biologien er ikke uforanderlig, men i stadig utvikling og utskiftning, noe som kan føre til at vi får ny kunnskap på en rekke områder (Strømme, 2008)

Biologi som sosial institusjon som en del av samfunnet. I verden finnes det mange yrker og profesjoner som er avhengig av kunnskap om biologi. Blant annet innen helsevesen og medisinproduksjon, matproduksjon, universiteter og miljøvernorganisasjoner blir det benyttet kunnskap fra biologien for å utføre en rekke oppgaver (Strømme, 2008). Forskere arbeider sammen i et fellesskap, ved å diskutere og kritisere hverandres observasjoner og eksperimenter, med et ønske om å forstå virkeligheten (Knain & Kolstø, 2011). Likevel tilhører ikke biologien bare en elite av forskere som søker etter sannheten, men kunnskap om biologi blir anvendt i milliardindustrier verden over. Dette gjør at biologien er med på legge grunnlaget for

økonomisk og teknologisk utvikling, samtidig som kunnskapen da også blir en viktig del innen politikk og ideologi (Sjøberg, 2009).

2.5.4 Hva er teknologi?

I Oxford Dictionaries blir Teknologi beskrevet som anvendelse av vitenskapelig kunnskap til praktiske formål(OUP, 2014). Vanligvis forstås begrepet teknologi både som en vitenskap, en praksis, resultater av praksisen og som forskningen på praksisen (Ropohl, 1997). Det vil bety at teknologien må ha et praktisk formål for noen eller noe. Begrepet teknologi kommer av det greske ordet «*technologia*», en sammensettelse av ordene «*tekhne*» som betyr *ferdighet eller ferdighet innen håndverk*, og «*-logia*» som betyr vitenskapen eller læren om(SNL, 2014). Det vil si at begrepet teknologi kan forstås som vitenskapen om evner og ferdigheter innen håndverk.

Det finnes en rekke definisjoner og forståelser av hva teknologi er, og Williams (1996, s. 3) har beskrevet fem punkter som oppsummerer de ulike definisjonene:

- Involverer en kreativ prosess for å løse problemer
- Et kontrollerende, men harmonisk forhold mellom mennesker og natur
- Grunnleggende for menneskers overlevelse
- Kunnskapsbasert og akkumulativ
- Synlig i alle kulturer

Av disse fem punktene kan vi forstå at teknologi handler om å finne løsninger på problemer som vi mennesker har. Dette krever kunnskap fra en rekke naturvitenskapelige og samfunnsvitenskapelige kunnskapsgrener og kreative tanker og løsninger.

2.5.5 Hva er bioteknologi?

Begrepet bioteknologi omfavner en rekke teknologier som er påvirket av vitenskaper som biologi, biokjemi, mikrobiologi, genetikk, fysikk, kjemi, matematikk, informasjonsteknologi og prosessrelatert ingeniørvitenskap (Negrín et al., 2007). Disse teknologiene bruker mikroorganismer, celler fra dyr og planter, eller deler fra disse for å fremstille eller modifisere produkter, forbedre levende organismer eller utvikle mikroorganismer med ønskede egenskaper (Hauge, 2013).

Organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling, OECD, har definert bioteknologi med en listebasert definisjon (Figur 2.1). Det betyr at de i tillegg til en enkel definisjon har lagt ved en liste som inneholder mange av de ulike teknikkene som brukes innen bioteknologi. De vektlegger at dette ikke er en uforanderlig liste, men en liste som kan endres i takt med utviklingen innen bioteknologi. *OECD definerer bioteknologi slik (OECD, 2005):*

The application of science and technology to living organisms, as well as parts, products and models thereof, to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods and services. (OECD, 2005)

I Norge har regjeringen oppnevnt bioteknologinemda som et frittstående rådgivende organ, som skal virke som en høringsinstans for norske myndigheter vedrørende saker om moderne bioteknologi (Bioteknologinemda, 2014). Bioteknologinemda definerer bioteknologi ganske likt som OECD:

Bioteknologi betegner tradisjonelt all bruk av levende organismer – planteceller, dyreceller og mikroorganismer – til å lage produkter som er nyttige og nødvendige for oss. (Bioteknologinemda, 2014)

Listebasert definisjon, OECD

<p>DNA/RNA: Genomics, pharmacogenomics, gene probes, genetic engineering, DNA/RNA sequencing/synthesis/amplification, gene expression profiling, and use of antisense technology.</p> <p>Proteins and other molecules: Sequencing/synthesis/engineering of proteins and peptides (including large molecule hormones); improved delivery methods for large molecule drugs; proteomics, protein isolation and purification, signaling, identification of cell receptors.</p> <p>Cell and tissue culture and engineering: Cell/tissue culture, tissue engineering (including tissue scaffolds and biomedical engineering), cellular fusion, vaccine/immune stimulants, embryo manipulation.</p> <p>Process biotechnology techniques: Fermentation using bioreactors, bioprocessing, bioleaching, biopulping, bioleaching, biodesulphurisation, bioremediation, biofiltration and phytoremediation.</p> <p>Gene and RNA vectors: Gene therapy, viral vectors.</p> <p>Bioinformatics: Construction of databases on genomes, protein sequences; modelling complex biological processes, including systems biology.</p> <p>Nanobiotechnology: Applies the tools and processes of nano/microfabrication to build devices for studying biosystems and applications in drug delivery, diagnostics etc.</p>

Figure 2.1: Listebasert definisjon, OECD

OECD vektlegger at bioteknologi er en sammensetning av vitenskap og teknologi som utnytter levende organismer og deler av dem for å fremstille levende og ikke-levende produkter for utvikling av kunnskap, varer og tjenester.

2.5.6 Hva bør være bioteknologiens formål?

Innen samlebetegnelsen bioteknologi finnes det en rekke teknologier og mangfoldige måter å bruke disse teknologiene på (OECD, 2005). Dette gjør at en kan bruke bioteknologi til en rekke formål, noen mer samfunnsnyttige enn andre. Organisasjonen for Bioteknologisk industri, BIO, mener at bioteknologien skal utvikle teknologier og produkter for å bedre våre liv og helsen til planeten vår (BIO, 2014). BIO har beskrevet tre hovedpunkter som begrunner hva og hvordan en bør bruke bioteknologien. For det første skal bioteknologien bidra til å bekjempe sykdommer som hvert år tar livet av millioner av mennesker verden over. Ved å benytte seg av stoffer som allerede finnes i naturen til å produsere vaksiner eller metoder for å hindre utbredelse av sykdommer og gjøre mennesker friske. Bioteknologien skal for det andre bidra med å gi verden energi og drivstoff, ved utvikle teknikker som gjør det mulig å produsere mer drivstoff fra

biologisk avfall og fremstille flere energibesparende industriprosesser. For det tredje skal bioteknologien øke matproduksjonen i verden, slik at færre mennesker skal dø av sult. Dette vil de gjøre ved å forbedre planters evne til å vokse og trives i ulike miljøer og øke planters innhold av vitaminer og mineraler (BIO, 2014).

I Norge har regjeringen vedtatt en nasjonal strategi for bioteknologi, der framtidens verdiskapning, helse og miljø vektlegges (Kunnskapsdepartement, 2011). Den nasjonale strategien har valgt ut fire innsatsområder som den bioteknologiske aktiviteten i Norge skal sentreres rundt. Innsatsområdene er (1) *havbruk, sjømat, og forvaltning av det marine miljø*, (2) *landbruksbasert mat- og biomasseproduksjon*, (3) *miljøvennlige industrielle prosesser og (4) produkter og helse, helsetjenester og helserelaterte næringer*. Disse fire innsatsområdene er områder som regjeringen mener Norge har et nasjonalt fortrinn.

2.5.7 Bioteknologi som emne i skolen

Bioteknologi er et av flere hovedområder innen naturfag og biologi, og har blitt en viktig del av opplæringen i skolen, da særlig på videregående skole. Slik har det ikke alltid vært, da bioteknologi er et relativt nytt hovedområde i naturfaget og biologifaget. Selve begrepet bioteknologi blir ikke nevnt i noen læreplaner før i læreplanen for videregående opplæring i biologi, R94. Bioteknologi blir da omtalt i innledende informasjon om faget (Kirke, utdannings-, & forskningsdepartementet, 1996). R94 har likevel noen læringsmål som handler om genteknologi, som er en del av bioteknologien. En kan også finne igjen genteknologi i Mønsterplanen av 1987 (Kirke, undervisningsdepartementet, Aschehoug, & Co, 1987), da under teksten: *manipulering av arveanlegg*.

I naturfaget for Vg1 handler hovedområdet bioteknologi om å planlegge, utvikle, fremstille og vurdere funksjonelle produkter, der samspillet mellom naturvitenskap, teknologi og en bærekraftig utvikling står sentralt (Utdanningsdirektoratet, 2014).

Kompetansemål bioteknologi, naturfag Vg1:

- forklare genetisk kode og hovedtrekkene i proteinsyntesen og gi eksempler på hvordan arv og miljø samspiller
- forklare begrepene krysning og genmodifisering og gi eksempler på hvordan bioteknologi brukes til modifisering av egenskaper hos planter og dyr
- gi en oversikt over ulike former for medisinsk bruk av bioteknologi og diskutere muligheter og utfordringer ved slik bruk
- sammenligne argumenter om bruk av bioteknologi og drøfte ulike faglige og etiske problemstillinger knyttet til disse

Bioteknologiennet i biologi 2 handler om utviklingen innenfor bioteknologi og genteknologi og hvordan den har ført til nye hjelpemidler og teknikker innen medisin, matproduksjon og forskning innen biologi(Utdanningsdirektoratet, 2014).

Kompetansemål bioteknologi, biologi 2:

- gjere greie for framstilling av genetiske fingeravtrykk, og korleis dei kan brukast i rettsmedisin og i studium av slektskap mellom individ og grupper av organismar
- forklare korleis genmodifiserte organismar kan framstillast, drøfte korleis dette kan nyttast innanfor medisin, produksjon av mat og biologisk forskning, og kva følgjer dette kan ha for miljøet
- gjere greie for den biologiske verdien av stamceller, forklare prinsippa for reprodutiv og terapeutisk kloning og drøfte etiske sider ved val av ulike kjelder for stamceller
- formulere og drøfte problemstillingar kring bruk av gendiagnostikk og genterapi på menneske

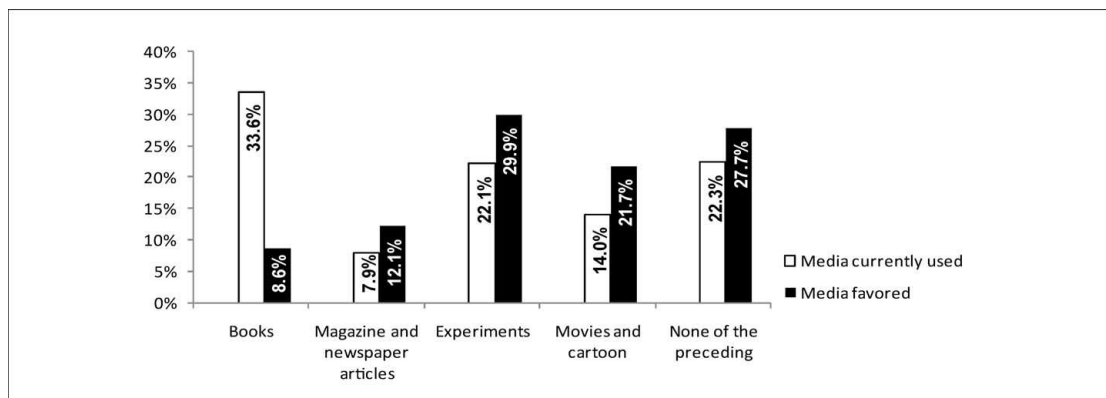
2.6 Hvordan undervises bioteknologi i skolen?

Bioteknologi er et eksempel på en moderne teknologi som gir lærere en kontekst for å vise hvordan forskere i naturvitenskap, ingeniører og samfunnsvitenskap arbeider i et forskerfelleskap (France, 2007). I tillegg får elevene mulighet til å utforske og debattere etiske problemstillinger som de kommer over i læringsprosessen. Jeg vil i de neste avsnittene prøve å redegjøre for hva tidligere forskning sier om hva som kjennetegner bioteknologiundervisningen. I tillegg vil jeg beskrive hva som sees på som utfordringer når det gjelder å undervise i hovedområdet bioteknologi.

2.6.1 Bruken av faglig media, ressurser og hjelpemidler

Læreplanen legger utgangspunktet for hva opplæringen i bioteknologi skal innebære, men hvordan elevene oppnår kompetansemålene er opp til læreren. Lærerens oppfatninger av hva hovedområdet er og hans syn på undervisning vil også være med å påvirke undervisningen i klasserommet. Derfor kan det være store forskjeller fra lærer til lærer i forhold til undervisningens innhold og struktur.

En internasjonal undersøkelse har kartlagt hvordan bioteknologiundervisningen på 64 videregående skoler i Tyskland, Polen, Sveits, Tyrkia, Tsjekkia og Portugal (Hervé Vanderschuren et al., 2010). Undersøkelsen så på hvilke faglig media som ble mest brukt i undervisningen. Av de 1410 elevene som deltok svarte de aller flest at det var bøker som ble mest brukt i undervisningen av bioteknologisk kunnskap (Figur 2.2). Bøkene kunne være lærebøker eller andre bøker med bioteknologisk innhold. Dette resultatet samsvarer med andre undersøkelser som viser at lærebøker er mye brukt i både planleggingen av og gjennomføringen av undervisning (Bachmann, 2005; Nelson, 2012; Wennberg, 1990).



Figur 2.2: Vanderschuren et al., 2010. Tabellen illustrerer en prosentvis fordeling av studenters forståelse av hvilke media som er mest brukt i bioteknologiundervisningen. De hvite stolpene indikerer hvilke media som er i bruk nå, mens de svarte stolpene indikerer hvilke medier som er mest ønsket av elevene.

En amerikansk undersøkelse viste at en del lærere brukte lærerstyrte diskusjoner, presentasjoner eller forelesning som undervisningsmetoder for emnet bioteknologi (Borgerding, Sadler, & Koroly, 2012). Undersøkelsen viste også at lærere lånte laboratorier og utstyr fra universiteter, for å gjennomføre praktiske aktiviteter. Avansert bioteknologisk utstyr er dyrt og derfor kan det være hensiktsmessig å låne laboratorier og utstyr fra en bedrift eller et universitet.

Den amerikanske undersøkelsen viser at bare to av 20 av lærerne brukte debatter i bioteknologiundervisningen (Borgerding et al., 2012). Funnet sier ingenting om debattene blir brukt for å diskutere etiske problemstillinger eller bioteknologiske metoder, men det sier noe om hvor lite debatt som foregår i undervisningen til disse lærerne. I læreplanen kunnskapsløftet er etikk fremhevet i kompetansemålene, der etiske problemstillinger skal være en viktig del av undervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2014). Selv om dette er en undersøkelse fra USA, kan funnet være motstridende i forhold til hvor mye diskusjoner og debatter er vektlagt i den norske læreplanen. I USA finnes det ikke en felles læreplan slik som i Norge, det er hver enkelt stat som har ansvaret for hva som skal undervises på skolen.

2.6.2 Praktiske aktiviteter

Av figur 2.2 kan en se at 22,1 % av elevene i undersøkelsen svarer at eksperimenter er mye brukt i undervisningen. Dette funnet samsvarer med funn gjort i undersøkelsen til Borgerding et. al. (2012) der 11 av 20 lærere oppgav at laboratoriearbeid var en mye brukt undervisningsmetode. Her var forsøk som gel elektroforese, genmodifisering, enzymimmobilisering, DNA-ekstrahering og proteinisolering de mest brukte forsøkene. Undersøkelsen viste at 5 av 20 lærere benyttet seg et nærliggende universitets laboratorium for å gjennomføre disse forsøkene. I tillegg til laboratoriearbeid var praktiske aktiviteter som papirbaserte eller datamaskinbaserte simulasjoner brukt av 5 av 20 lærere i bioteknologiundervisningen (Borgerding et al., 2012).

2.6.3 Hva sees på som de største utfordringene i undervisning av bioteknologi?

Flere undersøkelser har påvist at lærere har et positivt inntrykk og forhold til hovedområdet bioteknologi (Fonseca, Costa, Lencastre, & Tavares, 2012; Steel & Abusson, 2004). Undersøkelsen til Steel og Abusson (2004) viste likevel at det fantes noen utfordringer i forhold til undervisningen av hovedområdet bioteknologi. Et viktig funn var at ifølge lærerne, mente elevene at det var et alt for vanskelig emne, selv om det samtidig kom frem at elevene likte hovedområdet svært godt. Lærerne mente også at det ikke fantes nok praktiske aktiviteter som kunne gjennomføres i undervisningen (Steel & Abusson, 2004). Noe som kan føre til at elevene ikke får praktiske erfaringer fra bioteknologiundervisningen.

Lærebøker har vist seg å være viktig for lærere i undervisningen og en portugisisk undersøkelse avdekket at mange lærere mente at lærebøkene i bioteknologi hadde dårlig kvalitet (Bachmann, 2005; Fonseca et al., 2012; Nelson, 2012; Wennberg, 1990). Dette kan da igjen gå utover kvaliteten på undervisningen dersom læreren planlegger med hovedvekt på læreboken. En undersøkelse av Driscoll med flere (1994) hentyder at lærere som har lite kunnskap i undervisningsfaget, bruker læreboken mer enn lærere som har mer kunnskap. Lærerne med liten kunnskap støtter seg i større grad til læreboken når det gjelder for eksempel planlegging av undervisningen. Dette kan tyde på at lærere med mer kunnskap i undervisningsfaget i større grad kan ta egne beslutninger rundt innholdet i undervisningen og hvordan den gjennomføres (Driscoll, Moallem, Dick, & Kirby, 1994).

I samsvar med Steel og Abusson (2004), mente informantene i undersøkelsen til Fonseca et. al. (2012) at det var en begrenset tilgang på andre undervisningsressurser enn lærebøkene. En grunn til dette kan være at lærerne kanskje mangler kunnskap i å søke etter undervisningsressurser, noe som kan samsvare med at lærerne bruker få kilder når de søker etter informasjon (Fonseca et al., 2012).

Det kommer også frem at lærere i større grad stoler på en generell informasjonskilde istedenfor forskningsresultater (Williams & Coles, 2007).

2.6.4 Etikk i bioteknologiundervisningen

I læreplanen blir det vektlagt at elevene skal arbeide med ulike etiske problemstillinger knyttet til bruken av bioteknologi. Elevene skal blant annet drøfte problemstillinger knyttet til bruken av genterapi og gendiagnostikk, ulike kilder for stamceller og hvordan bruken av bioteknologi i mat og medisinproduksjon kan påvirke miljøet (Utdanningsdirektoratet, 2014). Det finnes lite forskning som sier noe om hvordan undervisningen knyttet til etiske problemstillinger gjennomføres. I tillegg er det lite forskning som tar for seg elevers etiske syn på problemstillinger innen bioteknologisk aktivitet.

Biotechnology Learning Hub kommer med en rekke forslag til hvordan en kan gjennomføre undervisning knyttet til etiske problemstillinger innen bioteknologi. Blant annet foreslår de grubletegninger, gruppepresentasjoner, debatt, drama, gjesteforelesere, oppgaveskriving, gruppediskusjoner, analyse av artikler fra media, lese artikler og rollespill (BLH, 2009). Naturfag.no foreslår i tillegg at filmer kan brukes når etiske problemstillinger skal drøftes i bioteknologiundervisningen (Naturfagsenteret, 2014).

2.7 Hvordan holder lærere seg oppdatert på fagkunnskap?

I et emne som bioteknologi der det foregår mye forskning, vil det være en stor utvikling innen ny kunnskap, nye metoder og teknikker. Når læreplanen kunnskapsløftet legger opp til at hovedområdet bioteknologi i biologi 2 skal handle om bioteknologiens utvikling, vil mye av ansvaret for dette ligge hos læreren (Utdanningsdirektoratet, 2014). Det vil si at en som lærer er nødt til å følge med i utviklinga og holde seg oppdatert på det nye som foregår innen bioteknologi.

Undersøkelsen gjennomført av Fonseca et. al. (2012) peker på at de kildene lærere i bioteknologi bruker mest for å innhente bioteknologisk informasjon er internett, vitenskapelige magasiner og lærebøker. I tillegg viste det seg at over halvparten av informantene i undersøkelsen også benyttet seg av TV og vitenskapelige artikler. Informasjonskilder som de sjeldent brukte var konferanser (workshops), radio og utstillinger (Fonseca et al., 2012). Williams og Coles (2007) undersøkelse viste at til tross for den økende mengden av internettbaserte informasjonskilder, er fortsatt tilgjengelighet en betydelig faktor som påvirker bruken av forskningsartikler. Undersøkelsen viste at på grunn av tidsmangel, brukte lærerne oftest de enklest tilgjengelige leselige informasjonskildene. I tillegg kom det frem at lærerne ikke hadde tilgang til så mye av forskningsartiklene som lå ute på internett fra skolens bibliotek, noe som hindret dem i å bruke forskningsartikler som informasjonskilde (Williams & Coles, 2007).

En undersøkelse av Zeuli (1994), som så på hvordan lærere leste forskningsartikler, viste at en del lærere som regel ikke forsto forskningens funn og ideer. Lærerne hadde problemer med å identifisere forfatterens hovedideer og bevisene som støttet disse ideene. Det viste seg at lærerne hadde et større fokus på forskningens produkt, altså resultatene av forskningen, enn å forstå hvorfor disse resultatene var pålitelige. Lærerne gikk i gang med lesingen av forskningsartiklene med et ønske om å finne en løsning på en utfordring de hadde. De stilte seg sjeldent kritisk ovenfor forskningens budskap og stolte på at forfatteren bak artikkelen beskrev sannheten. En av grunnene til dette kunne være at lærerne hadde spesialisert kunnskap innen undervisning, men ikke noen spesialisert kunnskap i forstå forskning (Zeuli, 1994).

2.8 Concern Based Adoption Model – CBAM

Innen bioteknologi foregår det mye forskning og kunnskapsutvikling. For å kunne tilby elever en mest mulig oppdatert undervisning, er det fordelaktig at lærere følger med i den bioteknologiske utviklingen. Det vil derfor være av interesse for prosjektet å se hvordan lærere forholder seg til ny forskning. «Concern Based Adoption Model», heretter CBAM, ble utviklet for å kunne beskrive hvordan en endring påvirker lærere i en implementeringsprosess (Loucks & Hall, 1979). Modellen er en av de mest utprøvde modellene om implementering av en innovasjon vi har (Anderson, 1997). CBAM er konstruert for å kunne måle, beskrive og forklare læreres opplevelser av implementeringen av en opplæringsrelatert endring. Gjennom de sju stadiene *Bevissthet, Informasjon, Personlig, Administrativ, Konsekvenser, Samarbeid og Refokusering* kan modellen identifisere bekymring blant individer i en endringsprosess (Bailey & Palsha, 1992; Borgerding et al., 2012; Loucks & Hall, 1979). Hvert enkelt stadi er en viktig bestanddel i en implementeringsprosess, se Figur 2.3 for detaljert beskrivelse. For å avdekke hvordan lærere påvirkes av en implementeringsprosess, har det blitt utviklet et direkte tilknyttet spørreskjema (Bailey & Palsha, 1992). Spørreskjemaet inneholder en rekke påstander som avdekker informantens bekymringer for en ny endring.

For at en skal forstå CBAM, er det viktig at vi ser på hva som er «endringen» eller «innovasjonen» i modellen. I tillegg må vi se på hvordan CBAM kan knyttes til utviklingen innen bioteknologi og hvordan dette kan påvirke lærere. I Hall et al. (1987) beskrives endringen eller innovasjonen som et pedagogisk opplegg som skal implementeres i undervisningen. Et slikt pedagogisk opplegg kan for eksempel være «*utforskende arbeidsmetoder*» og «*forskerfötter og leserötter*» (Knain & Kolstø, 2011; Ødegaard, 2011). Begge disse pedagogiske oppleggene krever en del innsats fra både lærere og elever da det kan kreve en del tid og ressurser for implementere de i undervisningen. Endringen kunne også vært aspekter ved en ny læreplan, som for eksempel fra Kunnskapsløftet «*grunnleggende ferdigheter*» og «*forskerspiren*» (Utdanningsdirektoratet, 2014).

I mitt forskningsprosjekt vil ikke endringen være i form av et pedagogisk opplegg, men som ny kunnskap og nye metoder innen bioteknologi. Den nye kunnskapen og de nye metodene vil bli behandlet samlet når vi ser på læreres bekymring for en endring. I denne masteroppgaven ser en på hvordan lærere forholder seg til og påvirkes av den nye forskningen innen hovedområdet bioteknologi. En kan derfor gjennom CBAM se på en rekke aspekter som kan påvirke lærerne i deres forhold til ny forskning.

Concern Based Adoption Model

0. Bevissthet

På dette stadiet ser en på om individet er bevisst på at det faktisk har kommet en nyvinning som skal implementeres i skolen. Mangelen på kunnskap om nyvinningen gjør at det er lite sannsynlig at individet blir bekymret for det forestående.

1. Informasjon

Individet er på dette stadiet kjent med nyvinningen, og man ser på om individet ønsker mer informasjon om denne spesifikke nyvinningen. For eksempel kan individet søke informasjon om hvordan nyvinningen kom til og hvordan den virker.

2. Personlig

På det personlige stadiet ser en på om individet uttrykker bekymring for hvordan implementeringen av nyvinningen vil påvirke ens dagligliv. Ofte er det også en tilsvarende bekymring for om individet selv føler seg egnet til den forestående oppgaven.

3. Administrativ

På dette stadiet ser en på om individet er bekymret for det rent administrative rundt implementeringen av nyvinningen. Her ser en om individet har bekymringer rundt tidsbruk, ressurser og hvor denne implementeringen skal foregå.

4. Konsekvenser

På stadiet med konsekvenser ser en på om hvor vidt individet uttrykker bekymring på vegne av elevene for implementeringen. Hvordan vil dette påvirke elevene i deres hverdag og læringssituasjon? Vil nyvinningen utgjøre en forskjell på opplæringen til elevene?

5. Samarbeid

Samarbeidsstadiet har et fokus på om implementeringen av nyvinningen vil føre til endringer i teamarbeidet på skolen. Andres praksis kan få betydning for hvordan samarbeidet med implementeringen vil fungere, noe som kan skape noen bekymringer.

6. Refokusering

På dette stadiet ser en om individet uttrykker bekymring for om nyvinningen skal implementeres i opplæringen, eller hvordan en kan forbedre og tilpasse nyvinningen til egen undervisning. Om individet ser at det finnes bedre alternativer til denne nyvinningen, vil det være mulig å implementere noe annet.

Figur 2.3: Concern Based Adoption Model, Hall og Loucks 1979

3.0 Metode

I dette kapittelet blir det redegjort for den metodiske tilnærmingen i forskningsprosessen. Intervju som datainnsamlingsmetode, intervjuguide, valg av informanter, dataarbeid og analyse, intervjuguidens tilknytning til «concern based adoption model» blir presentert. I tillegg blir metodens reliabilitet og validitet drøftet i slutten av kapittelet.

3.1 Valg av forskningsdesign

Begrepet forskningsdesign beskriver i sin helhet hvordan en forskningsprosess har forløpt. Forskningsdesign er prosessen med dannelse av problemstilling, forskningsspørsmål, datainnsamling, analyse, tolkning og rapportering (Creswell, 2007). For å finne ut hvordan lærere underviser i emnet bioteknologi og hvordan de forholder seg til ny forskning i emnet, har jeg valgt å gjennomføre en kvalitativ undersøkelse med intervju som datainnsamlingsmetode. Denne undersøkelsen kan beskrives som en fenomenologisk undersøkelse, der jeg streber etter å utforske og beskrive mennesker og deres erfaringer med undervisning av emnet bioteknologi. Målet er at jeg skal få en økt innsikt og forståelse for hvordan informantene opplever å undervise i dette emnet (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2010). Grunnen for at en kan si at denne undersøkelsen kan sees på som fenomenologi og ikke som en case-undersøkelse, er at undervisningen av bioteknologi er et gjentakende fenomen. En case er en hendelse som forløper over en bestemt tidsperiode på et bestemt sted (Johannessen et al., 2010). Det kan for eksempel være et to-ukers prosjekt på en skole, eller fotball VM i Brasil 2014. Siden undervisningen av bioteknologi gjentar seg år etter år, vil en undersøkelse av denne undervisningen være av fenomenologisk karakter.

3.1.1 Intervju som datainnsamlingsmetode

Det kvalitative forskningsintervjuet blir av Kvale og Brinkmann (2009) karakterisert som en samtale med en struktur og et formål. I intervjusituasjonen er struktureringen basert på rollefordelingen mellom deltakerne. Intervjueren er den som kontrollerer situasjonen ved at han stiller spørsmålene under intervjuet og følger opp informantens svar. Formålet med intervjuet kan ofte være å forstå eller beskrive noe, og en kan i denne prosessen få innsikt i informantenes egne erfaringer, tanker og følelser (Dalen, 2011; Johannessen et al., 2010).

Problemstillingen for prosjektet kunne jeg besvart på flere måter, gjennom alt fra en større kvantitativ undersøkelse til kvalitative intervjuer. Jeg ønsket å avdekke hvordan lærere på videregående skole underviser bioteknologidelen av biologiundervisningen og hvordan de forholder seg til nyere kunnskap innenfor bioteknologi. Her handler det ikke bare om å avdekke hvordan bioteknologi blir undervist, men også hvorfor det blir gjort på denne måten. Dette er noe som samsvarer godt med Kvale og Brinkmanns (2009) mål med å bruke et kvalitativt forskningsintervju. Der målet er å forstå verden ut ifra informantenes synspunkt, vise meningen i folks opplevelser og avdekke deres livsverden (Kvale, Brinkmann, Anderssen, & Rygge, 2009). På den måten vil et kvalitativt intervju passe bedre som metode for denne problemstillingen, da informantene har større frihet til å formulere seg. I tillegg åpner det for å få mer informasjon gjennom intervjuet enn det det spørres om (Johannessen et al., 2010).

Jeg gjennomførte fire semistrukturerte intervjuer, som betyr at jeg hadde en overordnet intervjuguide med faste temaer og spørsmål som utgangspunkt, mens rekkefølgen av dem kunne variere (Johannessen et al., 2010). Det gjorde at jeg hadde en større fleksibilitet under intervjuet, ved at en kunne hente opp/ta opp spørsmål og tema etter hvordan samtalen utviklet seg.

3.1.2 Intervjuguide

En intervjuguide blir definert som en liste over temaer og generelle spørsmål som skal gjennomgås gjennom et intervju. Temaene og spørsmålene springer ut fra problemstillingen som undersøkelsen skal belyse (Johannessen et al., 2010).

For å finne ut hvordan lærere underviser emnet bioteknologi, måtte jeg klargjøre hva det skulle undervises i. Ut fra læreplanen som er retningslinjen for hva det skal undervises i, kan en dele opplæringens innhold inn i tre punkter (Utdanningsdirektoratet, 2014). For det første skal det undervises bioteknologiske metoder, der praktiske forsøk og beskrivelser av metoder og teknikker vil være sentralt. Det andre punktet går på bioteknologisk forskning og hvordan en kan anvende den bioteknologiske kunnskapen og teknologien. Punkt nummer tre går på etikk når det gjelder bruken av og forskning på bioteknologi. Gjennom disse tre kategoriene for undervisning av bioteknologi, genererte jeg spørsmål både fra egen erfaring med emnet, og fra teori som jeg hadde lest (Borgerding et al., 2012; Steel & Abusson, 2004; Herve´ Vanderschuren et al., 2010). Teorien pekte på en del aspekter som var problematiske og vanlige i undervisningen av bioteknologi.

Jeg valgte å dele spørreskjemaet mitt inn i seks deler, som hver og en ville gi informasjon om informantene og deres praksis og erfaringer med undervisning av bioteknologi (se vedlegg 5). I den første delen av intervjuguiden søkte jeg bakgrunnsinformasjon om hver enkelt informant. Denne delen handlet om erfaring fra skolen, utdanning og hvordan han eller hun tror elevene lærer best. I den andre delen ville jeg vite litt mer om læreren og hans eller hennes syn og forståelse av bioteknologi, som emne i biologien og som teknologi i seg selv. De fire neste delene er basert på læreplanmålene, modellen til Hall og Loucks (1987) og funn fra undersøkelsene til Borgerding et. al (2012), Vanderschuren et. al. (2010) og Steel & Abusson (2004) på bioteknologiundervisning. Tre av de fire delene er basert på de tre punktene fra læreplanen omtalt i forrige avsnitt og funn fra de overnevnte forskningsartiklene. Den fjerde delen går på informantenes forhold til ny forskning og ny kunnskap. Her vil CBAM komme til nytte, ved at en kan identifisere hvilket nivå læreren ligger på, angående bekymringen for ny kunnskap og metoder.

3.1.3 Informanter

For å kunne stille som informanter til dette prosjektet, måtte lærerne jobbe på videregående skole på nåværende tidspunkt, samt undervise i emnet bioteknologi. Siden jeg i dette prosjektet ønsket å undersøke en spesiell målgruppe, ville en strategisk utvelgelse av informanter være hensiktsmessig (Patton, 1990). På den måten kunne jeg sikre meg at informantene som skulle intervjues, passet inn i de kriteriene som var satt.

Gjennom bekjente i skolesystemet i noen kommuner på Nord-Vestlandet fikk jeg opprettet en kontakt med en rekke lærere via e-post. På den måten kunne jeg legge frem mine ønsker, samtidig som informantene fikk tid til å bestemme seg for om dette var noe de kunne tenke seg å være med på. Fordelen med å søke informanter utenfor det geografiske området for studiestedet er at det kan være mindre press fra andre forskere på skolene, noe som kunne gjøre det lettere å få et positivt svar.

Jeg fikk positivt svar fra fire informanter, fra to forskjellige skoler, som passet til utvalgsriteriene. Lærerne Bjarte og Frode jobber sammen på en av skolene, mens Mari og Vilde jobber på den andre skolen. Man kan i utgangspunktet ikke si at fire informanter vil være et tilstrekkelig antall informanter for å få et grundig bilde av situasjonen, men på bakgrunn av problemstillingen og disponibel tid, ble dette ansett for å være et greit utgangspunkt. Etter å ha

gått gjennom dataene fra intervjuene, ble det konkludert med at det ikke var behov for flere informanter.

3.1.4 Bearbeiding av data og analyse

Intervjuene ble tatt opp med båndopptaker, slik at jeg i ettertid kunne transkribere hvert enkelt intervju. Selve analysedelen starter allerede under transkriberingsprosessen, da jeg som forsker fikk en unik mulighet til å bli kjent med mine data (Dalen, 2011). Denne prosessen kan også sees på som en datareduksjonsprosess, der overflødig data fjernes, slik at en sitter igjen med kun det viktigste fra intervjuene (Kvale et al., 2009). Gjennom min egen transkriberingsprosess valgte jeg å fjerne data som host og kremt, da jeg mente at disse ikke kunne tilføre prosjektet noe. Jeg valgte derimot å ta med alt som ble sagt under intervjuet, selv om noen ting eksplisitt ikke tilførte dataene noe nevneverdig. Dette kunne for eksempel være korte eller lengre utgreiinger om noe som var litt på utsiden av det jeg ville undersøke.

Når overflødig data er fjernet, og forskeren har blitt kjent med sine data, kan analyseringen starte. Målet for denne analysedelen er å finne data som besvarer problemstillingen og forskningsspørsmålene (Dalen, 2011). Jeg startet med å dele inn datamaterialet mitt i emner basert på oppbyggingen av intervjuguiden. I intervjuguiden hadde jeg i utgangspunktet seks emner som jeg ville vite noe om: *Informasjon om læreren, lærerens tanker om bioteknologi generelt, metoder og prinsipper, forskning og anvendelse, etiske problemstillinger og ny forskning*. De to første emnene valgte jeg å bruke i en presentasjon av hver enkelt informant. Denne informasjon ligger til grunn for diskusjonen av resultatene. De fire siste emnene nevnt over, utgjorde grunnstammen i resultatene mine, og var en viktig del av besvarelsen av problemstillingen og forskningsspørsmålene til forskningsprosjektet.

For å lette analysedelen og kategoriseringen av data, valgte jeg å benytte meg av det kvalitative analyseprogrammet NVivo 10 (2012). Programmet hjelper forskeren med å holde oversikten og analysere ustrukturert informasjon i tekst, intervjuer, bilder, lyd, video, regneark og databaser (alfasoft, 2014). I tillegg bidrar NVivo med å la forskeren arrangere, sortere og rangere store mengder informasjon på en enkel måte, slik at forskeren får mer tid til å utforske trender, bygge og teste ut teorier og komme frem til svar på spørsmål (alfasoft, 2014). Ved å legge inn emner i NVivo kunne jeg samle tilhørende sitater fra hver enkelt informant. På den

måten fikk jeg en oversikt over hva informantene samlet hadde svart innenfor hvert enkelt emne. Denne måten å gjennomføre analysen på kan kalles en tverrsnittsbasert eller kategoribasert inndeling av data (Johannessen et al., 2010).

3.1.5 Utvikling av kategorier og bruk av tabeller

For å forstå og presentere resultatene på en oversiktlig måte valgte jeg å utvikle tabeller til de ulike spørsmålene innenfor de fire omtalte emnene i nest siste avsnitt. Hver enkelt tabell inneholdt de anonymiserte navnene til informantene og en rekke kategorier. En kategori i forskningssammenheng blir beskrevet som en «beholder» som vi kan plassere observasjoner i (Aase og Fossåskaret, 2007:112-113) i Johannesen et. al. (2010). I mitt prosjekt var kategoriene basert på informantenes uttalelser om deres praksis og hva litteraturen sa om hva som var mulig praksis. Kategoriene kan derfor sees på som mulige svar som informantene kunne gitt under intervjuprosessen.

For de fleste spørsmålene innenfor de omtalte emnene, *metoder og prinsipper, forskning og anvendelse, etiske problemstillinger og ny forskning*, ble det utviklet spørsmålsavhengige kategorier som en plassere informantenes uttalelser innenfor. Det vil si at en ikke kan benytte seg av de samme kategoriene i analysen av et annet spørsmål enn kategoriene var utviklet for.

Ved å arrangere disse kategoriene i en tabell, vil en kunne se hva som gjøres innen bioteknologiundervisningen og hva som ikke gjøres. På denne måten kunne jeg gjennom tolkningsarbeidet og diskusjonen prøve å besvare hvorfor lærerne ikke har en annen praksis. At de ikke har en annen praksis betyr derimot ikke at den har i dag er for dårlig, men at det finnes andre alternativer.

3.1.6 Concern Based Apotion Model og intervjuguidens tilknytning

For å se på informantenes forhold til ny forskning innen bioteknologi og hvordan de oppdaterer seg på ny kunnskap, har jeg blant annet valgt å bruke en modell utviklet av en rekke teoretikere. Se teoriekapittel 2.5 for en utvidet beskrivelse. Concern based adoption model (CBAM) ser på hvordan enkeltindivider opplever en endringsprosess. Gjennom analysen og diskusjonen koblet jeg informantenes uttalelser til de syv nivåene modellen består av. På den måten kan jeg avdekke om det finnes en slags bekymring fra informantene angående ny forskning og kunnskap i bioteknologi.

Gjennom utarbeidelsen av intervjuguiden valgte jeg å tilpasse spørsmålene mine til CBAM. Disse spørsmålene kan si noe om læreres forhold og bekymring overfor den nye kunnskapen som blir utviklet gjennom forskningen innen bioteknologi.

0. **Bevissthet** – På dette nivået ser en om lærerne er bevisst på at bioteknologi er et fag i endring. En kan derfor relatere dette nivået til informantenes uttalelser om emnet bioteknologi.
1. **Informasjon** – Dette nivået kan relateres til informantenes uttalelser om hvordan de oppdaterer seg på ny forskning.
2. **Personlig** – Det personlige nivået kan relateres til informantenes uttalelser om de mener at det å holde seg oppdatert vil påvirke eller endre deres dagligliv.
3. **Administrativ** – På det administrative nivået kan informantenes uttalelser om tid og ressursbruk rundt det å holde seg selv og elevene oppdaterte på ny forskning brukes.
4. **Konsekvenser** – Dette nivået kan relateres til spørsmålet om hvordan lærerne bruker den nye forskningen i undervisningen. Vil det ha konsekvenser for elevene?
5. **Samarbeid** – Dette nivået kan relateres til spørsmålet om lærerne arbeider i team for å diskutere problemstillinger rundt ny forskning.
6. **Refokusering** – Refokuseringsnivået kan relateres til informantenes uttalelser om de mener det finnes andre måter å bruke ny forskning på i undervisningen. 3.2 Reliabilitet og Validitet

3.2 Reliabilitet og validitet

I dette delkapittelet vil jeg drøfte metodens reliabilitet og validitet. Dette er viktig for å poengtere de aspektene ved forskningen som kan svekke dens troverdighet og overførbarhet. På den måten er man åpen for leserne om de feil som eventuelt har blitt gjort, slik at man ikke lurer noen, eller blir lurt selv av de resultatene man har fått.

3.2.1 Reliabilitet

Reliabilitet handler om hvorvidt dataene som har kommet frem i en undersøkelse er til å stole på, eller med andre ord, hvor pålitelig dataene er. Begrepet knytter seg til nøyaktigheten av undersøkelsens data, eller hvorvidt dataene beskriver virkeligheten slik den er (Johannessen et al., 2010). En undersøkelse er reliabel eller pålitelig når ulike forskere kan få samme svar ved å gjenta målingen flere ganger (Ringdal, 2007). Når jeg ser på mine egne data, er det noen punkter som jeg mener kan svekke reliabiliteten til forskningen.

For det første har jeg gjennomført fire semistrukturerte intervjuer, som gjør at jeg mest sannsynlig ikke vil få to like intervjuer. Siden hver enkelt informant er med på å påvirke hvordan intervjuet fremgår, er det ikke sikkert at rekkefølgene på spørsmålene i intervjuet vil være lik. I tillegg vil det alltid være noen spørsmål som blir utelatt og noen som blir lagt til i slike semistrukturerte intervju, da den enkelte samtale kan bestemme spørsmålene som stilles. En svakhet i dette kan være at en da ikke fullt ut kan sammenligne svarene som hver enkelt informant gir, og derfor ikke kan danne seg et fullstendig bilde over situasjonen.

Semistrukturerte og åpne intervjuer kan oppfattes som lite pålitelige, da det er usikkert om informasjonen som informantene kommer med er sann (Kvale et al., 2009). Dette er noe som forskeren også må ta hensyn til når han analyserer informantenes utsagn. Jeg mener at muligheten for å få samme resultat ved en ny måling, er veldig liten, da informantenes uttalelser kan være påvirket av dagsform og at det er første gang de skal formulere seg. Selv om dette kan virke som en kritikk mot en kvalitativ metode, kan en aldri være sikker på at informanter svarer sant i kvantitative spørreskjemaer heller. Det er dette som gjør det utfordrende å forske på mennesker, da man aldri kan vite om resultatene beskriver virkeligheten.

For det andre er et kvalitativt intervju et samspill mellom mennesker, der relasjon kan spille en viktig rolle (Johannessen et al., 2010). Det vil si at min opptreden som forsker og relasjonen jeg

skaper sammen med informanten vil kunne innvirke på svarene han gir. Dette krever at en som forsker tenker over hvordan han vil skape en god relasjon til informantene, og særlig vil den innledende fasen være viktig. Legitimeringen av prosjektet ovenfor informantene og rammen rundt intervjuet kan ha mye å si for kvaliteten på dataene (Johannessen et al., 2010). Om rammene rundt intervjuet ikke får informantene til å slappe av og føle seg vel, kan dette føre til at informanten knyter seg og ikke sier så mye som en kunne ønsket. På bakgrunn av dette valgte jeg å gjennomføre intervjuene på møterom på skolene til informantene, der det var kjente rammer, men også liten sjans for forstyrrelser. Det var jeg som var gjest hos de, og i tillegg var det de som var de «lærde», mens jeg var «læregutten». Dette kan føre til at de ikke føler at de står til eksamen ovenfor meg under intervjusituasjonen (Johannessen et al., 2010). For å teste reliabiliteten ville det vært en fordel å gjenta intervjuene med de samme informantene etter en 2-3 ukers tid, slik at en får se om de gir de samme svarene da. Om disse to målingene samsvarer, vil dette vise til en høy reliabilitet. Likevel kan dette være problematisk, da informanten får lov til å formulere seg for andre gang, og har fått tid til å tenke over egen undervisning en gang til. Informanten kan i mellomtiden ha kommet på flere ting som gjøres i undervisningen, eller at han glemmer noe som han fortalte om forrige gang. Dette kan på en side skape en forskjell mellom informasjonen som kommer frem første og andre intervju. På en annen side, kan dette styrke troverdigheten til dataene, da informantene har fått tid til tenke over sin praksis.

3.2.2 Validitet

Man kan ofte tenke at data fra en undersøkelse er sånn virkeligheten virkelig er, men det stemmer ikke. Data skal være en representasjon av virkeligheten, og beskrive den så godt som det lar seg gjøre (Johannessen et al., 2010). Hvor godt disse data representerer et fenomen kalles i forskningslitteraturen for *validitet*. Begrepet validitet deles inn i flere underbegreper, blant annet *begrepsvaliditet*, *intern validitet* og *ytre validitet*.

Begrepsvaliditet beskriver hvor stor kvalitet det er på forskningen, da det handler om relasjonen mellom det fenomenet en skal undersøke og de data som samles inn (Johannessen et al., 2010). Måler vi det vi skal måle og er resultatet en god representasjon på virkeligheten? Det «begrepet» jeg undersøker i dette prosjektet er «undervisning av bioteknologi», et ganske omfattende begrep da undervisning er en omfattende aktivitet. Om da begrepsvaliditeten skal være høy for dette prosjektet, er det spørsmålene i intervjuguiden som må dekke dette begrepet. Da det er intervjuguiden som legger grunnlaget for datainnsamlingen, samt valget av de rette informantene. Siden intervjuguiden min tar utgangspunkt i kunnskapsmålene for emnet i læreplanen, bør begrepsvaliditeten være god. Dette er likevel vanskelig å si noe om, før en har sett på hva datamaterialet inneholder.

Intern validitet er et begrep som brukes når det er snakk om en årsakssammenheng, og høy intern validitet sier oss at en påvist sammenheng mellom to variabler har en årsakssammenheng (Johannessen et al., 2010). Det å finne en felles årsakssammenheng for at undervisningen gjennomføres på en bestemt måte kan være vanskelig, da informantene kan ha ulike svar og begrunnelser for sine valg. I min forskning viser det seg at alle lærerne som underviser bioteknologi også bruker forsøket med gel-elektroforese. Noen av lærerne mente at dette kunne ha en sammenheng med at det var forholdsvis enkelt å få tak i utstyret og gjennomføre forsøket. Samtidig fikk elevene et godt innblikk i hvilke metoder som kunne benyttes innenfor bioteknologi. Om dette er årsaken bak valget, eller om det finnes en annen forklaring vet vi ikke. Ved hjelp av tidligere forskning og teori kan jeg se om dette er gjennomgående i skolen generelt og deretter kan jeg drøfte hva som er årsaken til det som gjøres i undervisningen. For disse fire informantene kan jeg til en viss grad finne en årsakssammenheng for valgene de gjør i undervisningen, men det er vanskelig og overføre dette til en større gruppe.

Ytre validitet handler om overføringsevnen til de resultater som har kommet frem gjennom forskningen. Sagt på en annen måte, er det mulig å generalisere funnene til en gruppe som vi ikke har forsket på? (Brewer & Hunter, 2006). Med tanke på min egen forskning som bygger på fire lærerintervjuer om undervisning av bioteknologi, så ser jeg på overføringsevnen som lav. Dette kommer av at en undersøkelse av fire lærere, bare kan si noe om disse lærerne og hvordan de forholder seg til og underviser emnet bioteknologi. Dette vil være på samme måte som at vi ikke kan si noe om hvordan kunst og håndverk undervises i ungdomskolen ved å se på hvordan fire lærere gjør det. Likevel kan min forskning være med å sette et lys på hvordan undervisning av et emne i stor utvikling undervises og hvordan lærerne ser på ny forskning innenfor emnet. Dette kan være interessant lesning for andre lærere som også underviser bioteknologi, da det blir tatt opp noen problemstillinger rundt emnet og undervisning av det. Oppgaven setter også fokus på viktigheten av det å holde seg faglig oppdatert i emnet man underviser, noe som spesielt vil være viktig i emnet bioteknologi.

4.0 Resultater

4.1 Presentasjon av informantene

Informantene som deltok i dette prosjektet har blitt anonymisert både når det gjelder navn og hvilken skole de jobber på. De fire lærerne, to menn og to kvinner, kommer fra to videregående skoler i Møre og Romsdal fylke. Mennene, Bjarte og Frode, arbeider sammen på en av skolene, mens Vilde og Mari arbeider sammen på den andre skolen. Erfaringen som informantene hadde varierte fra ca. 4 år til rundt 31 år, noe som også kan ha noe å si for hvordan informantene reflekterer rundt faget de underviser.

Presentasjonen av informantene vil gi opplysninger om utdanning og undervisningserfaring og hvilken måte informanten mener er den beste måten å undervise på. I tillegg blir informantenes karakterisering av biologifaget og definering av bioteknologibegrepet beskrevet.

4.1.1 Frode

Frode har hovedfag i biologi, med kompetanse som lektor med opprykk og har jobbet som lærer i 31 år. Han underviser på alle trinn på videregående skole, i fagene naturfag for 1. klasse, kjemi og biologi for 2. klasse og biologi for 3. klasse. I tillegg underviser han geofag for 2. klasse og gymnastikk. Frode mener at den beste måten å undervise på er en god kombinasjon mellom elevaktivitet og læreraktivitet. Han benytter ulike måter å «forelese» på, gjennom tavleundervisning eller powerpointpresentasjoner, og prøver å gjennomføre en del praktiske aktiviteter for elevene. Frode mener at hans gjennomgang av fagstoffet, kombinert med elevenes egenarbeid med oppgaver er den mest effektive undervisningen.

Frode mener at biologifaget har endret seg i løpet av årene. Faget har gått fra å være et fag med fokus på praktiske aktiviteter, til å bli et fag med mer teoretisk fokus. Dette er noe som Frode er litt bekymra over, da elevene kanskje ikke får den holdningen til naturen som Frode ønsker at de skal få gjennom faget. Om innholdet i biologifaget mener Frode at det kunne vært mer fokus på mennesket og dets biologi.

Frode definerer bioteknologi som en aktivitet der en bruker bioteknologiske metoder. Bioteknologi vil gjelde både når en baker brød og brygger øl og vin, og når en driver med moderne genteknologi. Frode mener at det kan være vanskelig å gjennomføre praktiske aktiviteter i undervisningen, særlig for naturfag 1. året. Når det gjelder elevene tror ikke Frode

at de syns emnet bioteknologi er spesielt vanskelig, verken generell bioteknologisk kunnskap eller bioteknologiske metoder.

Frode mener at bioteknologiske metoder, etikk og forståelsen av bioteknologibegrepet er noe av det viktigste han lærer i fra seg gjennom bioteknologiundervisningen.

4.1.2 Bjarte

Bjarte har jobbet 22 år som utdannet lærer, men jobbet i flere år som lærer før lærerutdannelsen. Han har hovedfag i biologi, men har også grunnfag i bedriftsøkonomi og samfunnsøkonomi. Han underviser på alle trinn og har et stort fokus på det grunnleggende i faget før han går videre på detaljer i undervisningen. Her handler det om å formidle hovedpunktene i fagkunnskapen veldig klart. På den måten mener han at alle har mulighet til å følge med. Det blir brukt mye tavleundervisning med en del innslag av filmer fra YouTube for å understreke de ulike aspektene i faget. Elevene forventer også en del tavleundervisning mener han.

I likhet med Frode mener Bjarte at biologifaget har endret seg i takt med den minkende naturkunnskapen elevene har med seg hjemmefra. Han mener at faget har blitt mer teoretisk enn det var før, men at dette kanskje ikke gjør så mye da elevene ikke har noe særlig kunnskap om naturen fra før.

Bjarte definerer bioteknologi som teknologi som gjør det mulig å påvirke og få kunnskap om gener. Der dyr, planter, bakterier og lignende blir brukt i menneskets tjeneste. Bioteknologi er et mye mer teknisk område enn de andre emnene i biologifaget og har et større fokus på etikk. Bjarte mener at bioteknologi ikke er noe særlig vanskeligere for elevene enn de andre emnene i biologifaget, da han mener det er andre områder som er mye mer krevende. I tillegg mener han at elevene har en fordel med at de har noe kunnskap innenfor genetikk fra før. Ytre egenskaper på dyr og planter kan komme godt med i innlæringen i bioteknologi mener han.

De viktigste tingene Bjarte vil lære fra seg gjennom bioteknologiundervisningen er å være bevisst på hva bioteknologi kan gi deg av kunnskap og hva bioteknologien bidrar med i samfunnet. Det vil derfor være hensiktsmessig å ha et blikk på etikk i undervisningen. Bjarte mener også at kunnskap om ulike typer teknologier innen bioteknologien er viktig, særlig de metodene som elevene selv får teste ut i laboratoriet.

4.1.3 Vilde

Vilde har jobbet som lærer i videregående skole i 4 år. Hun har en bachelor i biologi i tillegg til fag innenfor naturbruk, fysikk og kjemi. Dette gjør at hun kan undervise både naturfag for 1. klasse, naturbruk, biologi 1 og biologi 2. Vilde underviser mye for 1. klasse i naturfag, både for studiespesialiserende, yrkesfag og påbyggingsklassen. Hun bruker mye tavleundervisning i undervisningen sin, i tillegg til at hun prøver å gjøre en del praktiske aktiviteter i undervisningen.

Vilde karakteriserer biologifaget som et praktisk fag som kan gjøre en i stand til å forstå de kjente fenomenene rundt seg i naturen og hvordan kroppen og cellene fungerer. Begrepet bioteknologi definerer Vilde som å bruke teknologi til å endre levende organismer. Når det gjelder emnet bioteknologi, så mener hun at alle de tekniske begrepene som brukes gjør at elevene kan føle at det kan bli litt abstrakt. Det kreves derfor en del begrepslære i undervisningen for at elevene skal forstå den bioteknologiske kunnskapen.

De viktigste tingene Vilde lærer fra seg gjennom undervisningen er forståelsen av hva vi kan gjøre ved hjelp av bioteknologi og hvilken rolle etikken spiller inn i denne aktiviteten.

4.1.4 Mari

Mari har jobbet som lærer i 8 år på samme skole, og er utdannet marinbiologi med hovedfag i biologi. I tillegg har hun 120 studiepoeng med kjemi og et år med praktisk pedagogisk utdanning (PPU). Hun underviser naturfag for 1. klasse og biologi og kjemi for 2. og 3. klasse. Mari er en stor tilhenger av å arbeide variert, der elevene får en grunn gjennomgang av fagstoffet og deretter bearbeide den kunnskapen gjennom å variere arbeidsmåter. Variasjonen favner alt fra oppgaveløsning til spill og nettoppgaver. Hun mener at det i hennes fag kreves litt drilling for at en skal lære fagstoffet godt.

Mari karakteriserer biologifaget som et vidt fag som dekker mange områder. Det kan derfor være litt vanskelig for elevene å få tak på faget, da det dreier seg om så mange ting. Mari definerer bioteknologibegrepet som en aktivitet der en undersøker eller endrer på levende organismer. Elevene har ikke veldig store problemer med å lære bioteknologisk kunnskap, men har vanskeligheter med å forstå proteinsyntesen. Det viktigste Mari lærer fra seg gjennom bioteknologiundervisningen er at elevene forstår viktigheten av fagfeltet bioteknologi, og at det er i stor utvikling.

4.1.5 Oppsummerende presentasjon av informantene

De fire informantene har mellom 4 og 31 års erfaring som lærere. Bjarte, Frode og Mari har hovedfag i biologi, og Vilde har en bachelorgrad i biologi. Informantene underviser på alle trinn, i både naturfag og biologi. Frode og Mari underviser i tillegg i kjemi.

Informantene definerer bioteknologi ganske likt, som en aktivitet der en bruker teknologi til å endre på levende organismer. Vilde er den eneste som ikke inkluderer den eldre bioteknologien, som å brygge øl og vin, når hun definerer bioteknologien.

4.2 Bioteknologiske metoder

4.2.1 Hvordan formidler lærerne at bioteknologiske metoder i undervisningen?

Kategoriene for dette spørsmålet er presentert i tabell 4.1, og er generert ut i fra informantenes uttalelser og funn i forskning på emnet (Vanderschuren et. al, 2010, Borgerding et. al, 2012) Alle kategoriene, «utfører praktiske forsøk», «viser filmer», «bruker læreverk», «bruker artikler» og «viser animasjoner», er undervisningsmåter som kan bidra til at elevene får et større innblikk og forståelse for de mange avanserte metodene innen bioteknologi.

Beskrivelse av kategoriene

Formidlingen av bioteknologiske metoder kan gjøres på forskjellige måter. Kategorien «utfører praktiske forsøk» viser til bruken av alle praktiske forsøk som kan gjennomføres på skolen eller i et annet egnet lokale. Dette inkluderer også bedriftsbesøk og besøk på universiteter og høyskoler der elevene får gjennomføre praktiske forsøk innen bioteknologi.

Kategorien «viser filmer» henviser til all bruk av film for å formidle bioteknologiske metoder. Denne kategorien vil ikke inkludere bruken av filmer som omhandler bioteknologi på et mer overordnet plan, som for eksempel filmene fra «bioteknologiskolen». Filmene må gå spesifikt inn på bioteknologiske metoder.

Kategorien «bruker læreverk» inkluderer all bruk av elevenes lærebøker for formidle bioteknologiske metoder. Det samme vil også gjelde for kategoriene «bruker artikler» og «viser animasjoner», som inkluderer all bruk av artikler og animasjoner spesifikt for å formidle bioteknologiske metoder.

Formidlingsmåter av bioteknologiske metoder

Tabell 4.1 beskriver hvordan informantene formidler bioteknologiske metoder i undervisningen

	Utfører Praktiske forsøk	Viser Filmer	Bruker Læreverk	Bruker Artikler	Viser Animasjoner
Bjarte	X	X			X
Frode	X				
Vilde	X		X		
Mari	X		X		

Lærerne lar elevene få et innblikk i noen metoder i hovedsak gjennom praktiske forsøk eller aktiviteter som de gjennomfører i undervisningen. Alle lærerne gjennomfører praktiske forsøk gjennom bioteknologiundervisningen i naturfag og biologi 2.

Bjarte bruker animasjoner fra viten.no og videoer fra YouTube for å vise bioteknologiske metoder til elevene.

Vi har en del animasjoner som vi bruker, på blant annet viten.no. ...og YouTube selvfølgelig. For det er jo i våre fag en gullgruve. (Bjarte)

Mari benytter seg av elevenes lærebøker for å vise frem bioteknologiske metoder i undervisningen. I lærebøkene bruker hun figurer og skjematiske fremstillinger som forklarer noen bioteknologiske metoder trinnvis.

Bøkene bruker mye figurer til å forklare teknologier slik som genspleising, vi bruker de figurene til å forklare trinnvis. (Mari)

Både Frode og Vilde har et fokus på at det er viktig at en begrenser antall metoder en underviser om, slik at en heller kan fordype seg i noen få metoder.

For det første så bruker jeg å begrense antallet metoder, for jeg ser jo det at, slik lærerplanen er formulert, så trenger en jo ikke å ta med all verdens med metoder... (Frode)

Jeg prøver å ikke gape over for høyt da, jeg prøver å ikke ta med for mange metoder. (Vilde)

Oppsummering:

Av tabell 4.1 kan en se at alle informantene benytter seg av praktiske forsøk når de skal formidle bioteknologiske metoder. Resultatene viser at det bare er Bjarte som bruker filmer og animasjoner når det gjelder bioteknologiske metoder i undervisningen. To av informantene, Mari og Vilde, benytter seg av lærebøker når de skal formidle bioteknologiske metoder. Av tabell 4.1 kan vi i tillegg se at det er ingen av informantene som bruker artikler spesifikt for å formidle metoder og teknikker.

4.2.2 I hvilke kunnskapsmål blir det gjennomført forsøk?

Kategoriene for tabell 4.2 (s. 42), «den genetiske koden», «proteinsyntesen», «medisinsk bruk av bioteknologi», «bruk av IKT», «genmodifiserte organismer», «kloning» og «genetisk fingeravtrykk», er generert ut i fra kompetansemålene fra læreplanen, i naturfag og biologi 2. Valget av denne fremstillingen gjør at det er mulig å se hvilke læringsmål som blir forsøkt nådd gjennom praktiske forsøk og aktiviteter. Det viktigste vil kanskje være å se på hvilke kompetansemål som ikke blir forsøkt oppnådd gjennom praktiske aktiviteter. Likevel er det ikke alle delene av kompetansemålene der det ligger til rette for å gjennomføre praktiske aktiviteter. Disse kompetansemålene er derfor ikke med som kategorier i denne tabellen.

Tabell 4.2 er i hovedsak delt inn i to deler, en for kompetansemål som gjelder for naturfag og en del for forsøk som gjelder for biologi 2. Et av kompetansemålene, «bruk av IKT», ligger midt mellom naturfag og biologi, da kompetansemålet kan gjennomføres i begge fag. Kategorien «bruk av IKT» bygges på kompetansemål fra «forskerspiren» og «den unge biologen», som begge legger vekt på bruk av IKT i praktiske forsøk.

I læreplanen for hovedområdet bioteknologi i naturfaget er det mulig å gjennomføre praktiske forsøk i en rekke kompetansemål. Kategoriene «genetisk kode», «proteinsyntesen», «DNA» og «medisinsk bruk av bioteknologi» er derfor generert fra disse kompetansemålene. Læreplanen for biologi 2 gjør det mulig for elevene å gjennomføre praktiske forsøk innen genetiske fingeravtrykk, kloning og genmodifisering av organismer. Derav kategoriene «genmodifiserte organismer», «kloning» og «genetisk fingeravtrykk».

Praktiske forsøk og kompetansemål

Tabell 4.2 beskriver hvilke kompetansemål det blir gjennomført praktiske forsøk innenfor.

Tabell 4.2: Hvilke kompetansemål gjennomføres det praktiske forsøk innenfor?							
Naturfag				Biologi 2			
	Den genetiske koden	Proteinsyntesen	Medisinsk bruk av bioteknologi	Bruk av IKT	Genmodifiserte organismer	Kloning	Genetisk fingeravtrykk
Bjarte	X						X
Frode	X						X
Vilde	X						X
Mari	X						X

Alle informantene bruker å gjennomføre forsøk med gel-elektroforese med elevene i biologi 2. Forsøket kan skaffes som et ferdig sett fra KPT, der elevene kan være med å finne en «forbryter», om læreren legger opp til det.

men vi bruker gel-elektroforese, med ferdige DNA-biter, som en sånn forbryter... (Bjarte)

Vi har brukt å gjennomføre gel-elektroforese, og da går vi gjennom det både teoretisk og praktisk. (Vilde)

Som sagt så gjør vi gel-elektroforese og da bruker vi et ferdig kit som vi får gjennom KPT, der vi bestiller inn. Der får vi et ferdigsett med DNA-prøver, som er behandlet med restriksjonsenzym og kopiert opp. (Mari)

På tredjeåret syns jeg det kanskje er litt lettere å sette i gang med øvinger, der jeg har gjort det som en slik «krimgåteforsøk», der en bruker elektroforese og avslører da hvem som er den mistenkte, eller gjerningsmannen blir det vel. Vi har da to mistenkte og deres DNA, og da blir spørsmålet hvem som kan sammenlignes med et tredje spor, fra et åsted. (Frode)

I tillegg sier informantene at de bruker å la elevene ekstrahere DNA fra en frukt eller en løk i løpet av undervisningen i naturfag.

Når jeg skal sette i gang 1. klassen med et forsøk der de skal isolere DNA, fra enten jordbær eller eple, eller en eller annen frukt. (Frode)

*En annen sak er jo det praktiske i faget, at vi har ekstrahert DNA ikke sant, veldig enkelt.
En enkelt øvelse som vi gjør i førsteklasse. (Bjarte)*

*Vi har gel-elektroforese som vi gjør og på naturfag så isolerer vi DNA fra løk, hvitløk.
(Vilde)*

Vi drar også DNA ut fra celler, DNA-ekstrahering. (Mari)

Oppsummering:

Av tabell 4.2 kan en se at det bare gjennomføres praktiske forsøk i undervisningen på bakgrunn av to av de syv kompetansemål. Forsøket med DNA ekstrahering gjennomføres innen kompetansemålet om DNA, mens forsøket med gel-elektroforese gjennomføres innenfor kompetansemålet om genetisk fingeravtrykk.

4.3 Anvendelse av bioteknologi

4.3.1 Hvordan får lærerne frem hva bioteknologi kan brukes til?

Kategoriene for tabell 4.3 (s. 45), «viser filmer», «går på bedriftsbesøk», «utfører praktiske forsøk», «leser artikler», «viser animasjoner», «gjennomfører diskusjoner», hvordan informantene formidler til elevene hva bioteknologi kan brukes til. Informantenes uttalelser og forskning på emnet er brukt for å utarbeide disse kategoriene (Borgerding et al., 2012; Hervé Vanderschuren et al., 2010).

Beskrivelse av kategoriene

Kategorien «ser filmer» vil inkludere all bruk av film med et innhold som viser hva en kan bruke bioteknologi til. Dette vil ekskludere filmer som bare har fokus på å forklare en bioteknologisk metode.

Kategorien «går på bedriftsbesøk» inkluderer alle besøk til bedrifter, høyskoler og universiteter, der målet er at elevene skal få se hva og hvordan en kan bruke bioteknologi. Forsøk som brukes i undervisningen må på en eller annen måte kunne vise hva en kan bruke bioteknologi til for å kunne høre under kategorien «utfører praktiske forsøk».

Kategoriene «leser artikler» og «bruker læreverk» inkluderer all bruk av artikler og læreverk som gir innsikt i hva en kan bruke bioteknologien til. Dette vil ekskludere bruken av artikler og læreverk kun for å vise bioteknologiske metoder.

For at en uttalelse kan inkluderes inn under kategorien «viser animasjoner», må animasjonene som brukes vise og forklare hva en kan bruke bioteknologi til. Det vil si at all bruk av animasjoner kun for å vise frem en bioteknologisk metode vil ekskluderes fra tabell 4.3. Kategorien «gjennomfører diskusjoner» vil inkludere alle diskusjoner der det på en eller annen måte blir diskutert hva en kan bruke bioteknologi til. Dette vil også gjelde diskusjoner rundt etiske problemstillinger der utgangspunktet for diskusjonen viser noen av bioteknologiens bruksområder.

Undervisningsmåter for å formidle bioteknologiens bruksområder

Tabell 4.3 beskriver hvordan informantene formidler hvordan og i hvilke bruksområder en kan benytte bioteknologien.

	Viser Filmer	Går på bedriftsbesøk	Utfører Praktiske forsøk	Leser Artikler	Bruker Læreverk	Viser Animasjoner	Gjennomfører Diskusjoner
Bjarte	X		X	X			X
Frode			X	X			
Vilde			X				X
Mari	X		X		X		X

Lærerne formidler de ulike bruksområdene for bioteknologien på ulike måter. Mari mener at de ulike teknikkene som blir gjennomgått i undervisningen gjør det mulig for elevene å se hva bioteknologi kan brukes til.

Det er innom i bruksområder, det blir gjennomgått, vi ser på gentesting, genterapi, GMO. I grunn så blir teknikkene gjennomgått og da ser en også hva som er mulig. (Mari)

I tillegg bruker Mari filmer fra Bioteknologiskolen på bion.no, der en rekke institusjoner forklarer hva de driver med innen bioteknologisk forskning. Hun mener at elevene da får et innblikk i hva bioteknologi kan benyttes til.

...så syns jeg egentlig filmene illustrerer på en god måte hva som blir gjort, og der er det jo innslag i ulike institusjoner som forklarer hva de driver med. (Mari)

Bjarte bruker tid på å poengtere for elevene at gjennom bioteknologien kan en få vite ting en kanskje ikke vil vite, om en selv og ens nærmeste. Han poengterer også at for tiden så har klassen jobbet med organvekst fra celler og transplantasjon av kroppsdeler. Bjarte gjør dette ved å dele videoer og avisartikler med innslag som viser hvor langt vi har kommet i dag, og hva

som er mulig å gjøre gjennom bioteknologiske metoder. Han brukes også diskusjoner i klasserommet for å

Så snakker vi om sykdomsheling og sånn, selvfølgelig. Vi har jo jobbet litt med, det som har vært in nå, sånn organvekst fra egne celler. Transplantasjon av øret til arma og sånn, og det fascinerer og engasjerer, det er kanskje det du får mest reaksjon på fra elevene. (Bjarte)

Om jeg mener at det er hyperrelevant, for det bør være der og da, så går det rett ut på fronter med en link, hvis jeg sitter her og leser noe som jeg mener kan være forståelig for dem. ... legge ut eventuelle videoer i en melding eller en lenke som de bare klikker på... (Bjarte)

Vilde er også opptatt av hvordan bioteknologi kan brukes innen medisinproduksjon, men også av landbruk og matproduksjon. Derfor prøver hun å formidle hvordan bioteknologi kan brukes innen mat- og medisinproduksjon og landbruk, der elevene også kan komme med egne eksempler på hvordan en kan bruke bioteknologi. Dette gjør hun gjennom diskusjoner i klasserommet sammen med elevene.

...jeg prøver å få frem den helsebiten, altså hvordan en bruker det i medisinproduksjon, men og innenfor helse, landbruk og matproduksjon. (Vilde)

Mari bruker å la elevene få diskutere de mulige måtene å bruke bioteknologi til i fremtiden. Her får elevene benytte den kunnskapen de har om de ulike bruksområdene til bioteknologi, til å diskutere hvordan bioteknologien kan brukes i fremtiden.

Så blir det gjerne en stor diskusjon om hva som er mulig fremtida da, og der er elevene kreative. (Mari)

Gjennom det praktiske forsøket med gel-elektroforese bruker Frode og Bjarte et case der elevene skal prøve å finne ut hvilken DNA-prøve som stammer fra en forbryter. Elevene får da et lite innblikk i hvordan en kan bruke bioteknologiske metoder og teknikker innen kriminologien.

...la dem se hvor enkelt det er i dag å lage en kopi av et DNA til et protein som en finner da, som for eksempel innenfor kriminalteknologi eller om en ønsker å gjennomføre en undersøkelse i forbindelse med en farskapsak. (Frode)

Ellers så har vi ikke så mye utstyr å bruke, men vi bruker gel-elektroforese, med ferdige DNA-biter, som en sann forbryter... Og det er noe som jeg ikke liker da. At vi alltid skal gjøre det så matnyttig! (Bjarte)

Mari og Vilde gjennomfører også forsøket med gel-elektroforese, men de legger ikke vekt på at de gjennomfører det ved å gi elevene en kontekst å arbeide ut ifra. Deres uttalelser vil derfor ikke inkluderes i kategorien «utfører praktiske forsøk».

Oppsummering:

Av tabell 4.3, kan en se at det er ingen av informantene som benytter seg av bedriftsbesøk i undervisningen. Mari sier at hun gjerne skulle tatt med elevene på bedriftsbesøk, men at det er lite bedrifter rundt skolen som bedriver slik aktivitet. I tillegg kan en se at det er ingen av informantene som benytter seg av animasjoner for å formidle hva bioteknologi kan brukes til. Alle informantene benytter seg av praktiske forsøk, og Bjarte, Vilde og Mari bruker også diskusjoner til å formidle bioteknologiens bruksområder. Bjarte og Frode bruker i tillegg artikler som elevene får lese.

4.4 Etikk i undervisningen

I læreplanen for biologi og emnet bioteknologi legges det vekt på at elevene skal drøfte og diskutere etiske problemstillinger. Jeg vil i dette delkapittelet beskrive hvordan slike etiske diskusjoner gjennomføres i informantenes undervisning og si noe om i hvor stor grad diskusjonene er planlagte eller ikke.

4.4.1 Hvordan gjennomføres etiske diskusjoner?

Kategoriene for tabell 4.4 «gjennomføres ikke», «case», «samlet klasseromsdiskusjon» og «gruppebaserte diskusjoner», er basert på informantenes uttalelser og hvordan jeg ser for meg at diskusjoner kan gjennomføres i undervisningen. Case kan selvfølgelig gjennomføres både som samlet klasseromsdiskusjon og i mindre grupper, men i dette tilfellet blir case sett på som en egen kategori. Det vil si at en kan oppleve at en informant kan få to kryss i tabellen, både for bruk av case som metode, men også for gruppebaserte eller klasseromsbaserte diskusjoner.

Presentasjon av kategorier

Kategorien «case» inkluderer all bruk av diskusjoner der elevene tar utgangspunkt i en gitt situasjon eller får utdelt bestemte roller i gjennomføringen. Kategoriene «gjennomføres ikke», «samlet klasseromsdiskusjon» og «gruppebaserte diskusjoner» vil være selvforklarende, og trenger ikke å beskrives ytterligere.

Undervisningsmåter i etikk

Tabell 4.4 beskriver hvordan informantene gjennomfører diskusjoner rundt etiske problemstillinger.

	Gjennomføres ikke	Case	Samlet klasseromsdiskusjon	Gruppebaserte diskusjoner
Bjarte			X	X
Frode		X		
Vilde		X	X	X
Mari		X	X	

Frode er den eneste av lærerne som eksplisitt sier at han benytter seg av case-oppgaver når han gjennomfører etiske diskusjoner i undervisningen. Gjennom læreboka til elevene og eksempler fra nettstedet viten.no finner han case som han gjennomføre sammen med elevene sine. Likevel kommer det ikke frem av intervjuet om han gjennomfører casene i gruppediskusjoner eller med samlet klasse.

.. I læreboka så finner en ulike case og så har vi også på viten.no, det varierer litt fra gang til gang hva som blir brukt. Jeg har brukt slike case der en skal sette seg litt inn en situasjon og ut ifra det, diskutere hva som er riktig å gjøre, i forhold til bioteknologi og genteknologi (Frode)

Mari og Vilde sier ikke eksplisitt at de benytter seg av case i undervisningen, men deres uttalelser kan tyde på at de bruker en form for case. Vilde sier at hun oftest deler inn elevene i mindre grupper og gir dem konkrete problemstillinger som de kan arbeide med. Selv om hun ikke beskriver hva disse problemstillingene går ut på, kan det tenkes at disse blir gitt i case-lignende form.

Noen ganger tar jeg det i plenum, det kan være vanskelig. Så det ender vel opp med å dele dem inn i grupper og gir de konkrete problemstillinger som de kan diskutere. Så er det veldig ofte at en ikke har planlagt en diskusjon, og det bare blir sånn. (Vilde)

Mari har også en lignende tilnærming til gjennomføringen av etiske diskusjoner som Vilde. Hun tar som oftest utgangspunkt i en artikkel eller en reell historie og lar elevene få diskutere ut ifra det. Mari veksler også på å la elevene få diskutere sammen i mindre grupper og i en samlet klasseromsdiskusjon.

Det kan være utgangspunkt i en artikkel for eksempel, med et tenkt tilfelle, ved bruk av stamceller til produksjon av et søsken for å redde... For eksempel det kan være med utgangspunkt i en reell historie, og så diskuterer en ut i fra det. ... jeg det er viktig som lærer at en står og ikke gir de ledende spørsmål, slik at det er en slags idemyldring blant elevene, der vi ikke blander oss inn. At de arbeider seg opp noen argumenter, og meningene sine om ting selv, før vi diskuterer, det tror jeg er viktig. (Mari)

Bjarte er den eneste informanten som sier at han ikke gjennomfører etiske diskusjoner i case-lignende former. Han mener at en slik tilnærming kan bli kunstig ovenfor elevene. Bjarte veksler også på å la elevene diskutere i mindre grupper og samlet klasse.

*Nei, diskusjoner, det blir litt sånn... diskusjoner i klasserom, det blir litt mer 2 og 3. Jeg driver ikke å organiserer en mot og en for jeg altså, det syns jeg blir så kunstig. Så jeg har ofte brukt å, la de se hvordan det egentlig er det her, og så drøfter vi ofte sammen.
(Bjarte)*

Oppsummering:

Av tabell 4.4 kan en se at de fleste informantene gjennomfører diskusjoner i form av case, da enten som samlet klasseromsdiskusjon eller som gruppebaserte diskusjoner. Bjarte gjennomfører ikke case-diskusjoner, men kan variere både med gruppebaserte og samlede klasseromsdiskusjoner.

4.4.2 Er de etiske diskusjonene planlagte, eller er de ikke planlagte?

Kategoriene for tabell 4.5 (s.51) er generert ut i fra informantenes uttalelser om emnet etikk. I undersøkelsen var det ingen eksplisitte spørsmål angående om de etiske diskusjonene var planlagt eller ikke. En kan likevel si noe om dette basert på de uttalelsene informantene har gitt.

Beskrivelse av kategoriene

For tabell 4.5, finnes det bare to kategorier, «de fleste er planlagte» og «de fleste er ikke planlagte», derav bare to mulige utfall i informantenes uttalelser. Kategoriene «de fleste er planlagte» og «de fleste er ikke planlagte», inkluderer informantenes uttalelser om hvordan hoveddelen av diskusjonene i klasserommet gjennomføres. Det betyr likevel ikke at alle diskusjoner gjennomføres enten som en planlagt del eller som en spontan del av undervisningen, men de fleste gjennomføres som en av delene.

Etiske diskusjoner

Tabell 4.5 beskriver hvordan informantene legger opp til diskusjoner rundt etiske problemstillinger i bioteknologi.

	De fleste er planlagte	De fleste er ikke planlagte
Bjarte	X	
Frode	X	
Vilde		X
Mari		X

Hvordan informantene legger opp til etiske diskusjoner i undervisning, varierer fra informant til informant. Et fellestrekk for dem er at de mannlige informantene i stor grad ser ut til å planlegge at de skal gjennomføre en etisk diskusjon, mens de kvinnelige informantene i stor grad ser ut til å gjennomføre diskusjoner uten at de er planlagt.

Frode bruker ofte case når han skal legge til rette for etiske diskusjoner i undervisningen, mens Bjarte tar utgangspunkt i noen nettsider med et bestemt innhold.

Jeg har brukt slike case der en skal sette seg litt inn en situasjon og ut ifra det, diskutere hva som er riktig å gjøre, i forhold til bioteknologi og genteknologi. Så det er vel kanskje litt den måten jeg bruker det på. (Frode)

Jeg har vært inne på noen nettsider som jeg bruker da, nemlig europeanspermbank.com og da får de hakeslipp altså. (Bjarte)

Vilde mener at mengden diskusjon i undervisningen varierer fra klasse til klasse, men at hun prøver å gjennomføre minst en diskusjon i løpet av undervisningsperioden. Mange av de etiske diskusjonene i Vildes undervisning, er ofte ikke planlagt.

Noen ganger tar jeg det i plenum, det kan være vanskelig. Så det ender vel opp med å dele dem inn i grupper og gir de konkrete problemstillinger som de kan diskutere. Så er det veldig ofte at en ikke har planlagt en diskusjon, og det bare blir sånn. En får spørsmål og så svarer du og så får du nye spørsmål og så er du i gang. Ja, så det er veldig variabelt da. Jeg synes vertfall det er greit å dele dem inn i grupper av og til, for da får alle uttalt seg. (Vilde)

Mari sier at etikk er noe som en nesten automatisk kommer inn på i de fleste temaer innen bioteknologien. Hun legger til at hun en gang i blant har pleid å sette av tid til å diskutere etiske problemstillinger, men at dette ikke er normalen.

Når en snakker om ulike temaer i bioteknologi, så kommer en inn på etikk, på de fleste temaer vil jeg si da. Det er vanskelig å si hvor mye tid, men jeg vil si at det er jevnt over, egentlig. Jeg har av og til satt av en egen bolk til å fokusere på etikk. Det blir valgt ut et tema som blir tatt litt mer grundigere. Ja nesten hele veien vil jeg si. (Mari)

Oppsummering:

Tabell 4.5 viser at Bjarte og Frode ofte planlegger de etiske diskusjonene i undervisningen. Mari og Vilde gjennomfører som oftest etiske diskusjoner uten å ha planlagt dem på forhånd.

4.5 Nye forskningsresultater

4.5.1 Hvordan forholder lærerne seg til ny forskning innen bioteknologi?

Ut fra informantenes uttalelser og de teoretiske mulige svarene som kan gis på dette spørsmålet, ble kategoriene «tenker ikke på det», «leser det en tilfeldig kommer over», «viktig i forberedelsen til undervisning» og «følger med gjennom hele året» laget. De fire kategoriene, organisert i tabell 4.6 (s. 54), kan ikke forstås etter stigende rekkefølge, men det finnes likevel en viss gradering i forhold til hvordan lærere kan forholde seg til ny forskning innen bioteknologi.

Beskrivelse av kategoriene

Kategorien «tenker ikke på det» kan sees på som den dårligst rangerte av de fire kategoriene, og forteller oss at informanten ikke har noe aktivt forhold til den nye forskningen. Den neste kategorien, «Leser det en tilfeldig kommer over», forteller oss at informanten ikke aktivt søker etter informasjon om ny forskning innen bioteknologi. Det er tilfeldigheter som avgjør om informanten innenfor denne kategorien oppdaterer seg på nye hendelser innen forskningen. De to neste kategoriene, «viktig i forberedelsen til undervisningen» og «følger med gjennom hele året», er vanskelig å rangere i forhold til hvilken effekt dette får for undervisningen i bioteknologi. Kategorien «viktig i forberedelsen til undervisningen» kan fortelle oss at informanten som regel bare oppdaterer seg på ny forskning i forbindelse med planleggingen av neste bioteknologiundervisning. Den siste kategorien, «følger med gjennom hele året», forteller om et aktivt forhold til ny forskning innen bioteknologi, der informanten stadig holder seg oppdatert på hovedområdet.

Informantenes forhold til ny forskning

Tabell 4.6 beskriver hvilket forhold informantene har til ny forskning innen bioteknologi.

Tabell 4.6: Informantenes forhold til ny forskning innen bioteknologi				
	Tenker ikke på det	Leser det en tilfeldig kommer over	Viktig i forberedelsen til undervisningen	Følger med gjennom hele året
Bjarte		X		
Frode		X		
Vilde			X	
Mari			X	

Lærerne sier at det er viktig at de følger med på hva som skjer innenfor bioteknologien, da det foregår så mye at de fort kan komme med feilinformasjon om de ikke gjør det. Både Vilde og Mari legger vekt på at det de underviste om forrige gang kanskje ikke gjelder lengre, og at det kan dukke opp nye ting under de samme begrepene som de søkte opp sist gang. Dette vil si at Vilde og Maris forhold til ny forskning som regel er knyttet til planlegging av bioteknologiundervisning.

..men nå er det en stund siden jeg underviste i dette temaet her, så må jeg inn å sjekke på nytt, så da gjelder sikkert ikke det jeg underviste sist(Mari)

Det er kanskje en av de områdene der jeg er flinkest til å oppdatere meg, på en måte, fordi det er stadig noe nytt som skjer og noe nytt som foregår. Så når du søker opp de samme ordene fra år til år så kan det dukke opp nye ting. (Vilde)

Bjarte poengterer at han ikke er spesielt ute etter nytt bioteknologisk fagstoff, da han mener at han ikke kun kan fokusere på et så lite emne innenfor biologifaget. Likevel legger han til at om han kommer over noe stoff fra avisene som handler om bioteknologi, leser han det som står.

Men faglig oppdatering, så blir jo det på et mindre område av hele biologien, så jeg er ikke spesifikt ute etter bioteknologi altså. (Bjarte)

I likhet med Bjarte er Frode opptatt av at han stort sett følger med om han kommer over noe i avisene som omhandler bioteknologi.

Ellers så prøver jeg å følge med litt i pressa i forhold til hva som rører seg, så jeg føler at jeg er relativt på høyde. (Frode)

Oppsummering:

I følge resultatene og av tabell 4.6 kan en se at det er ingen som holder seg aktivt oppdatert på ny forskning innen bioteknologi gjennom hele året. Enten så foregår oppdateringen forut for undervisningen av hovedområdet, eller så skjer det på bakgrunn av at informantene tilfeldig kommer over bioteknologisk informasjon.

4.5.2 Hvilke informasjonsressurser bruker informantene for å oppdatere seg?

Kategoriene for dette tabell 4.7 er basert på informantenes uttalelser om hvilke informasjonsressurser de benytter for å holde seg faglig oppdatert. I tillegg er det generert kategorier ut fra hvilke mulige informasjonsressurser informantene kan benytte seg av. Tabell 4.7 (s. 56) består av kategoriene «aviser», «populærvitenskapelige artikler», «forskningsartikler», «tidsskriftet GENialt», «nettsider», «kurs», «lærebøker» og «ingen oppdatering». En kan i dette tilfellet rangere informasjonsressursene på bakgrunn av reliabilitet til de som har produsert informasjonen. For eksempel vil forskningsartikler i større grad ha høyere pålitelighet i forhold til en avisartikkel skrevet av en journalist. Tabell 4.7 vil gi en oversikt over hvilke informasjonsressurser informantene benytter seg av når de skal oppdatere seg på ny bioteknologisk kunnskap.

Beskrivelse av kategoriene

Kategorien «aviser» inkluderer all bruk av tabloide aviser på internett og papir som er ment for allmenne nyheter, slik som avisene Dagbladet og VG.

Kategorien «populærvitenskapelige artikler» er artikler som er ment for allmennheten og som formidler vitenskapelig kunnskap. Innholdet er forenklet fra den opprinnelige kilden og kan brukes som informasjonsgivende underholdning. I motsetning til populærvitenskapelig artikler, er ikke forskningsartikler ment som underholdning for allmennheten. Kategorien

«forskningsartikler» skal vise all bruk av forskningsartikler fra forskningsprosjekter som brukes av informantene i den faglige oppdateringen.

Kategorien «tidsskriftet GENialt» er brukt for å påvise bruken av tidsskriftet GENialt, av bioteknologinemda. GENialt tar for seg nyheter, etiske og samfunnmessige aspekter ved bruken av moderne bioteknologi, og er blant annet ymtet mot skolebruk.

Kategorien «nettsider» brukes om sider på internett som inneholder bioteknologisk informasjon, men som ikke publiserer forskningsartikler eller populærvitenskapelige artikler. De to neste kategoriene, «kurs» og «lærebøker» er begge ymtet på bruk i skolen, og gir brukerne bioteknologisk informasjon.

Informantenes valg av informasjonsressurser

Tabell 4.7 beskriver hvilke informasjonsressurser informantene i denne studien bruker for å oppdaterer seg på ny bioteknologisk kunnskap.

	Bjarte	Frode	Vilde	Mari
Aviser	X	X		
Populærvitenskapelige artikler	X			X
Forskingsartikler				
Tidsskriftet «GENialt»		X	X	X
Nettsider	X		X	
Kurs		X		
Lærebøker		X		
Ingen oppdatering				

En av de informasjonsressursene som går igjen hos de fleste er tidsskriftet «GENialt» fra Bioteknologinemda. Alle utenom Bjarte sier at de bruker denne ressursen for å holde seg oppdatert.

Jeg prøver å følge med. Vi abonnerer jo på Genialt, tidsskriftet til Bioteknologinemda, og den kommer tilsendt skolen, så vi prøver å holde oss oppdaterte. (Mari)

Der skjer det mye, og en skulle kanskje vært flinkere til å lest seg opp på det, men jeg synes det er vanskelig. Vi abonnerer jo på noen magasin fra bioteknologinemda, så vi ser det jo litt der da. (Vilde)

Altså, jeg tar jo for meg «genialt» som tidsskrift da, og det er vel det som er lettest tilgjengelig... (Frode)

Bjarte forteller at han stort leser bioteknologisk stoff når det kommer i avisene, og i tillegg abonnerer han på det populærvitenskapelige tidsskriftet «Illustrert vitenskap». I dette tilfellet vil «illustrert vitenskap» inngå i kategorien «populærvitenskapelige artikler», da tidsskriftet i ikke kun handler om bioteknologi og i stor grad er ment som underholdning.

Nei, jeg kjøper ikke fast og leser nei, men når det kommer i avisa eller på nett så er jeg på det stort sett og leser det jeg kan komme over. (Bjarte)

Illustrert vitenskap ligger jo hjemme hos oss da, men jeg leser ikke Nature enda, nei, jeg er ikke på det nivået. (Bjarte)

Frode sier også han oppdaterer seg på ny bioteknologisk forskning gjennom å lese det som står i avisene.

Ellers så prøver jeg å følge med litt i pressa i forhold til hva som rører seg, så jeg føler at jeg er relativt på høyde.

Frode forteller at han har tatt noen kurs innen bioteknologi opp gjennom årene som lærer, som har handlet om blant annet metoder. I tillegg har han gått til innkjøp av lærebøker fra universitet som omhandler bioteknologi.

...så har jeg i etterkant kjøpt inn lærebøker som brukes på universitetet, så jeg har vel snappet opp noe der. (Frode)

I tillegg har vi hatt litt kurs på skolen her, som har gått både på metoder og sånne ting. Jeg husker vi hadde et slik bakteriologisk kurs, med litt mikroskopering og analyse av ulike typer bakterier. (Frode)

Mari sier at hun bruker nettstedet viten.no for se på ny forskning som har blitt gjennomført de siste årene. Nettstedet det kan se ut som hun snakker om er naturfag.no, for viten.no har et annet innhold enn det Mari nevner.

Jeg har også av og til brukt et nettsted som heter viten.no, men det går litt mer på sånn populærvitenskap. Der kan en velge kategorien bioteknologi og gå inn å se på ny forskning som har blitt gjort de siste årene, fremlagt på en veldig forståelig måte. (Mari)

Oppsummering

I følge resultatene som vist i tabell 4.7, kan en se at det er ingen av informantene som benytter seg av forskningsartikler når de skal holde seg oppdatert på bioteknologisk forskning. I tillegg er det kun Frode som har vært på kurs i undervisning av bioteknologi og som bruker lærebøker for å holde seg oppdatert.

4.5.3 Hvordan bruker lærerne ny forskning i undervisningen?

Kategoriene til dette spørsmålet er generert ut ifra informantenes uttalelser om hvordan de bruker ny forskning i undervisningen og de mulige måtene jeg ser for meg at det går an å bruke ny forskning. Tabell 4.8 (s. 59), består av tre kategorier, «bruker ikke ny forskning i undervisningen», «vise hvor langt vi har kommet i dag» og «diskusjoner rundt etikk», som kan fortelle noe om hvordan lærere bruker ny forskning i bioteknologiundervisningen.

Beskrivelse av kategoriene

Kategorien «vise hvor langt vi har kommet i dag» kan inneholde både nye forskningsresultater, nye teknikker og dekker i så måte en stor del hva en kan oppdatere seg på. Derfor blir det for denne tabellen få kategorier som dekker uttalelsene til informantene.

Den siste kategorien «diskusjoner rundt etikk» er ment for å samle de uttalelsene som peker i den retning at ny forskning i en eller annen form brukes til diskusjoner rundt etiske problemstillinger.

Ny forskning brukes i undervisningen

Tabell 4.8 beskriver hvordan informantene bruker ny forskning i undervisningen.

Tabell 4.8: Hvordan ny forskning brukes i undervisningen			
	Bruker ikke ny forskning undervisningen	Vise hvor langt vi har kommet i dag	Diskusjoner rundt etikk
Bjarte		X	
Frode		X	
Vilde		X	X
Mari		X	X

Lærerne bruker den nye forskningen i undervisningen på flere måter, men det finnes noen fellestrekk som jeg vil trekke frem. For det første bruker alle lærerne ny forskning som eksempler på hvor langt vi har kommet i dag og hva som er mulig å gjøre med den kunnskapen vi besitter per dags dato. Både avisartikler, vitenskapelige tidsskrift og filmer fra YouTube om ny forskning og forskningsresultater blir brukt i undervisningen for å vise hvor langt vi har kommet i dag.

Om jeg mener at det der er hyperrelevant, for det bør være der og da, så går det rett ut på fronter med en link, hvis jeg sitter her og leser noe som jeg mener kan være forståelig for dem. (Bjarte)

Mari benytter seg av nettstedet naturfag.no der en kan finne populærvitenskapelige artikler om ny forskning som foregår. I intervjuet sier Mari at det er nettstedet viten.no hun bruker, men det er stor grunn til å tro at hun mener naturfag.no, da viten.no ikke har det innholdet som hun beskriver. Se forrige delkapittel for Maris uttalelse.

Frode bruker artikler fra tidsskriftet «GENialt» for å oppdatere elevene på det nye som foregår innen bioteknologien.

*Altså, jeg tar jo for meg «GENialt» som tidsskrift da, og det er vel det som er lettest tilgjengelig og gjerne i et gruppearbeid eller at de får eksemplarer av tidsskriftet.
(Frode)*

Vilde og Mari sier de bruker eksempler fra nyere forskning for å starte eller krydre en diskusjon i klasserommet rundt etiske dilemmaer. Mari bruker gjerne ny forskning som eksempler i forhold til hva som er lovlig å gjøre i Norge, der klassen får diskutere politikk og etikk.

Ja, når vi diskuterer hva er lovlig i Norge, hva er ikke, så må vi jo ta et utgangspunkt der. Eller så blir det rundt diskusjoner gjerne, hva gjelder nå, politisk, hva jobbes det med? (Mari)

Vilde liker å bruke ny forskning for å finne eksempler på organismer som er genmodifiserte, men sier at hun bruker disse konkrete eksemplene mest til å drive frem en diskusjon rundt etiske problemstillinger.

Jeg prøver å dra inn konkrete eksempler på organismer som er genmanipulert, genmodifisert. (Vilde)

... kanskje mest på det etiske. (Vilde)

Oppsummering:

Av tabell 4.8 kan en se at informantene bruker ny forskning innen bioteknologi på to måter. Enten for å oppdatere elevene på hvor langt den bioteknologiske utviklingen har kommet i dag, eller i forbindelse med diskusjoner knyttet til etiske problemstillinger.

5.0 Diskusjonskapittel

I dette diskusjonskapittelet vil jeg svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene til denne studien. Jeg vil også drøfte noen viktige aspekter vedrørende en faglig oppdatering og om det uttrykkes noen bekymring rundt den faglige oppdateringen.

Problemstillingen for denne masteroppgaven var:

Hvordan underviser lærere på videregående skole i emnet bioteknologi?

Forskningsspørsmål:

- Hvordan formidler lærere bioteknologiens metoder?
- Hvordan formidler lærere bioteknologiens bruksområder?
- Hvordan undervises det i etiske problemstillinger knyttet til bioteknologi?
- Hvordan forholder lærere seg til ny bioteknologisk forskning?

5.1 Hvordan formidler lærere bioteknologiens metoder?

5.1.1 Formidling av bioteknologiske metoder:

Resultatene fra studien min viser at informantene benytter seg av ulike undervisningsmedier for å formidle de mange bioteknologiske metodene til elevene. Informantene legger vekt på at det er viktig å redusere antall metoder de vil formidle gjennom undervisningen. Læreplanen legger ingen føringer i forhold til hvor mange metoder som skal gjennomgås i opplæringen, og det vil derfor være opp til hver enkelt lærer hvordan dette gjøres i undervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2014).

Det viser seg at alle informantene benytter seg av praktiske forsøk i formidlingen av bioteknologiske metoder i undervisningen. Dette funnet kan støttes av tidligere forskning som viser at praktiske forsøk eller eksperimenter er mye brukt i bioteknologiundervisningen (Borgerding et al., 2012; Herve´ Vanderschuren et al., 2010). I undervisningen av naturvitenskap på skolen, har de praktiske forsøkene stått sterkt i lang tid (Kirke-, undervisnings-, forskningsdepartementet, & læremiddelsenter, 1997; Kirke et al., 1987; Kirke et al., 1996). Læreplanen kunnskapsløftet legger gjennom «forskerspiren» og «den unge biologen» opp til at elevene skal få bli kjent med naturvitenskapelige metoder og arbeide

praktisk for å tilegne seg naturvitenskapelig kunnskap (Utdanningsdirektoratet, 2014). Siden det i naturfag- og biologiundervisningen er så gode tradisjoner med å gjennomføre praktiske forsøk og lærerne er pålagt gjennom læreplanen å la elevene få arbeide med naturvitenskapelige metoder, er det ingen overraskelse at det gjennomføres praktiske forsøk i bioteknologiundervisningen.

Resultatene viser videre at det brukes lite filmer og animasjoner for å formidle de bioteknologiske metodene i undervisningen. Kun en av informantene, Bjarte, legger vekt på at han benytter seg filmer og animasjoner fra nettstedet YouTube, eksplisitt for å formidle bioteknologiske metoder. Dette er et funn som er overraskende og interressant, da filmer og animasjoner gir en unik mulighet til vise frem naturvitenskapelige metoder på en måte som ville vært vanskelig i et vanlig skolelaboratorium (Hennessy, Deane, & Ruthven, 2006; Utdanningsdirektoratet, 2014). I bioteknologien foregår det mange prosesser som er usynlige for det blotte øye og som i tillegg krever masse avansert utstyr og kunnskap. Det vil for eksempel være umulig å se hvordan restriksjonsenzymet kutter DNA-molekylet i en genspleisingsprosess, uten å bruke avanserte hjelpemidler. I et skolelaboratorium får en bare mulighet til å se resultatet av genspleisingsprosessen, som for eksempel at E-coli-bakteriene lyser grønt i UV-lys etter å ha blitt spleiset med genet for grønt fluoriserende protein. Ved å benytte seg av videoer og animasjoner får en se hvordan restriksjonsenzymet klipper opp DNAet, og forenes med genet for grønt fluoriserende protein. Dette kan føre til økt forståelse for hvordan genspleising foregår. Derfor er det interessant at det er så få av informantene som benytter seg av filmer og animasjoner i formidlingen av bioteknologiske metoder, når en ser på mulighetene det gir.

Videre viser resultatene at det er ingen av informantene som benytter seg av artikler, verken forskningsartikler, avisartikler eller populærvitenskapelige artikler, eksplisitt for å formidle bioteknologiske metoder. En kan likevel ikke fastslå at de populærvitenskapelige artiklene som brukes i undervisningen, ikke inneholder beskrivelser av bioteknologiske metoder. Derfor kan bioteknologiske metoder blitt formidlet i undervisningen gjennom populærvitenskapelige artikler, uten at det kommer eksplisitt til uttrykk i resultatene. Den manglende bruken av forskningsartikler kan forsvares, da det faglige nivået på disse ofte ligger langt utenfor kompetansemålene i læreplanen. Derfor velger jeg å ikke kommentere dette funnet videre.

5.1.2 Innenfor hvilke kompetansemål gjennomføres det praktiske forsøk?

I spørsmålet om hvilke praktiske aktiviteter som gjennomføres i undervisningen, kommer det frem at det gjennomføres praktiske forsøk i kun to av sju kompetansemål. Disse to er: *forklare genetisk kode*, fra naturfag og «*gjøre greie for fremstilling av genetiske fingeravtrykk, og hvordan de kan brukes i rettsmedisin og i studium av slektskap mellom individ og grupper av organismer*» fra biologi 2 (Utdanningsdirektoratet, 2014). Dette bildet gir ikke en rettferdig fremstilling av situasjonen, da noen av kompetansemålene ikke er realistiske i forhold til praktiske aktiviteter på en skole. For eksempel vil kompetansemålene om kloning og medisinsk bruk av bioteknologi være vanskelig og svært urealistisk å gjennomføre. Likevel er det en rekke andre kompetansemål som det er mulig å oppnå gjennom praktiske aktiviteter, men som ikke blir gjort av disse lærerne.

Resultatene viser at lærerne gjennomfører to forsøk i bioteknologiundervisningen for naturfag og biologi. I naturfaget gjennomfører informantene ekstrahering av DNA, som går under kompetansemålet *forklare genetisk kode*. I biologifaget gjennomfører informantene forsøket med gel-elektroforese, som går under kompetansemålet *genetisk fingeravtrykk* (se avsnittet over). Tidligere forskning fra USA viser at forsøket med gel-elektroforese brukes mye i bioteknologiundervisning (Borgerding et al., 2012). Derfor var det ikke unaturlig at dette forsøket også ble gjennomført på informantenes skoler. Likevel kan det virke litt unaturlig at det i et hovedområde som bioteknologi, som i grove trekk dreier seg om genmodifisering av organismer, ikke gjennomfører forsøk med nettopp genmodifisering.

I læreplanen legges det ingen føringer for hvilke kompetansemål som skal oppnås gjennom praktiske aktiviteter (Utdanningsdirektoratet, 2014). Derfor er det interessant å se at alle lærerne gjennomfører de samme praktiske forsøkene i bioteknologiundervisningen. Nå må det legges til at lærerne bare kommer fra to ulike skoler, og at det derfor er naturlig at de lærerne som underviser på samme skole bestiller utstyr sammen. Likevel kunne de enkelte skolene valgt å gjennomføre ulike praktiske forsøk i undervisningen. Resultatene viser at lærerne benytter seg selskapet KPT-komet når de bestiller utstyr til bioteknologiundervisningen. Selskapet tilbyr skoler utstyr til naturfagene, både i form av maskiner og apparater, men også hele forsøkssett som kan benyttes i undervisningen. Mari og Vilde mener at grunnen for at de benytter seg av forsøket med gel-elektroforese er at det er lett tilgjengelig og billig i innkjøp. Vilde legger til at en i gel-elektroforeseforsøket får umiddelbare resultater, og at dette er viktig for undervisningen. KPT-komet tilbyr også en rekke andre forsøkssett til skolene, blant annet

genmodifisering av bakterier. En vesentlig forskjell på gjennomføringen av forsøkene med gel-elektroforese og genmodifisering av bakterier er tidsbruken. Forsøket med gel-elektroforese tar rundt 90 minutter å gjennomføre, mens en med genmodifisering må påberegne en inkubasjonstid på ca. 12-24 timer (KPT-komet). Det vil si at en ikke får resultater før neste skoledag, noe som kan være litt upraktisk.

5.1.3 Hvorfor de samme forsøkene?

Undersøkelsen til Steel og Abusson (2004) viste at lærere som underviste bioteknologi mente det fantes for få praktiske aktiviteter som kunne gjennomføres i undervisningen. Resultatene mine viser som sagt at informantene gjennomfører to praktiske forsøk gjennom bioteknologiundervisningen for naturfag og biologi 2. Et interessant aspekt ved kompetansemålene for bioteknologi i læreplanen er at de i stor grad er sentrert rundt den prosessrelaterte delen av den naturfaglige allmenndannelsen. Det vektlegges at elevene i stor grad skal lære om bioteknologiske metoder, der praktiske aktiviteter kan gjennomføres. Derfor er det interessant å se at det ikke gjennomføres mer praktiske aktiviteter i undervisningen, når læreplanen legger opp til det. Hva forteller dette oss om den bioteknologiske undervisningen som gjennomføres av informantene i min studie? Er det lærerne som ikke er oppdaterte nok i forhold til hva som er mulig å gjennomføre, eller finnes det rett og slett for få muligheter?

Nettstedene naturfag.no, ndla.no og viten.no gir alle forslag til ulike praktiske aktiviteter som kan gjennomføres i bioteknologiundervisningen. Informantenes uttalelser peker på at disse nettstedene er kjente for dem. Derfor kan det tenkes at informantene er kjent med de forslagene som ligger tilgjengelige på disse nettstedene. I tillegg finnes det en rekke utenlandske nettsteder som tar for seg undervisning av bioteknologi. En kan derfor ikke skylde på tilgjengeligheten av praktiske forsøk som kan gjennomføres i undervisningen. Siden informantene bestiller utstyr fra KPT, vil den mest naturlige forklaringen på at de gjennomfører det samme forsøket, være tidsbruken rundt forsøkene.

5.1.4 Utbytte av praktiske aktiviteter

Både *forskerspiren* og *den unge biologen* legger opp til at elevene skal få arbeide praktisk i opplæringen med naturvitenskapens metoder. Læreplanen sier likevel ikke noe om hvor mye praktisk aktivitet som skal foregå i undervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2014). På bakgrunn av det kan vi stille oss noen spørsmål. Hvor mye praktisk aktivitet bør egentlig foregå i bioteknologiundervisningen og hva kan elevene lære fra disse praktiske aktivitetene?

For å besvare det første spørsmålet, kan vi se til den store undersøkelsen PISA. PISA 2006 viser at det ikke er en klar sammenheng mellom hvor mye praktisk aktivitet som foregår i undervisningen og elevenes testresultat (Kjærnsli, Lie, Olsen, & Roe, 2007). I Danmark svarer 61% av elevene at de har praktisk arbeid i «alle timene» eller «i de fleste timene» i naturfaget og elevene skårer litt over OECD-gjennomsnittet. På Island gjennomføres det lite praktisk aktivitet, bare 7% av elevene har praktisk arbeid i «alle timene», eller «i de fleste timene», de skårer også bra, litt bak Danmark. I Norge gjennomfører 24% av elevene praktisk arbeid i «alle timene» eller «i de fleste timene», og elevene skårer litt under OECD-gjennomsnittet, noe som er litt svakere enn Danmark. Det viser seg at de som gjennomfører veldig mye og veldig lite praktisk arbeid, skårer lavt på PISAs undersøkelse. Dette vil si at en middels mengde av praktisk arbeid er det beste (Kjærnsli et al., 2007).

Hva elevene kan lære av å arbeide med praktiske aktiviteter, henger mye sammen med hva som er målet for arbeidet (Sjøberg, 2009). Om vi tar utgangspunkt i forsøket med gel elektroforese som begrunnes i kompetansemålet om *genetisk fingeravtrykk* (Utdanningsdirektoratet, 2014), er målet der at elevene skal kunne forklare hvordan en kan framstille et genetisk fingeravtrykk. Ved å gjennomføre forsøket med gel-elektroforese får elevene se hvordan en kan framstille et genetisk fingeravtrykk, men det betyr ikke at elevene har forstått hva som foregår i denne prosessen. Bioteknologi er et hovedområde med mange avanserte metoder. Gjennom de bioteknologiske metodene gjør en endringer i genmaterialer som er vanskelig å se for elever i et skolelaboratorium, bortsett fra i etterkant av prosessen. Det kan derfor være fordelaktig med en del kunnskap om hva som skjer i prosessen, når elevene skal gjennomføre praktisk arbeid i undervisningen. Det er vanskelig å bedømme om praktisk arbeid er positivt eller negativt, uten å se på konteksten og målene de blir brukt i (Sjøberg, 2009). Er målet at elevene skal kunne forstå hvordan en framstiller genetiske fingeravtrykk, må også vellykketheten vurderes i forhold til dette målet.

5.2 Hvordan formidler lærere bioteknologiens bruksområder?

5.2.1 Hvordan får lærerne frem i undervisningen hva bioteknologi kan brukes til?

Resultatene i kapittel 4.3.1, viser at de vanligste måtene å formidle hva en kan bruke bioteknologi til er gjennom praktiske forsøk og diskusjoner. I det praktiske forsøket gel elektroforese, innen kompetansemålet *genetisk fingeravtrykk*, får elevene se hvordan bioteknologi kan brukes i en DNA-test. Likevel kan det tenkes at bruksmulighetene ikke kommer fram av forsøket uten at elevene blir gjort oppmerksom på det. Det kan tenkes at elevene ikke får en god forståelse i forhold til hva bioteknologi kan brukes til, kun ved å se de fargede DNA-prøvene bevege seg mot spenningskilden i gelen. Mari sier i intervjuet at elevene får et innblikk i hva en kan bruke bioteknologien til i gjennomgangen av de ulike teknikkene. Dette er en uttalelse som kan knyttes til gjennomføringen av gel elektroforeseforsøket, da begge aktivitetene i seg selv ikke gir noe særlig innblikk i bioteknologiens bruksområder. Derfor kan det være fordelaktig at de fleste informantene også bruker diskusjoner rundt de ulike bruksområdene til bioteknologien.

Bjarte, Mari og Vilde sier de bruker diskusjoner for gjøre elevene oppmerksomme på hva bioteknologi kan brukes til i dag og i fremtiden. Forskning sier at det gjennomføres lite diskusjoner i bioteknologiundervisningen (Borgerding et al., 2012), noe som ikke samsvarer med funnene i min studie. Gjennomføringen av praktiske forsøk og diskusjoner rundt bioteknologiens bruksområder kan sees på som en stor del av den naturfaglige allmenndannelsen. For det først får elevene et innblikk i bioteknologiske metoder, som er en del av *biologifaget som prosess og metode* (Sjøberg, 2009; Strømme, 2008). For det andre kan kunnskap om hvordan en kan bruke bioteknologi, benyttes for å bidra i demokratiske prosesser. Dette andre punktet kan sees på som en del *biologifaget som produkt*.

Et interessant, men kanskje ikke så overraskende funn er at det er ingen av informantene som benytter seg av bedriftsbesøk i undervisningen. Ved å benytte seg av bedrifter som arbeider med bioteknologi, kunne elevene fått et innblikk i hvordan bioteknologien kan brukes i industrien. I området der datainnsamlingen er foretatt, finnes det få bedrifter som arbeider med bioteknologi, bortsett fra noen meierier. Meieriene benytter seg av den litt mer eldre typen bioteknologi, og det kan tenkes at de av den grunn ikke blir benyttet i forhold til bioteknologiundervisningen.

Resultatene viser også at film og artikler benyttes for å formidle hvordan bioteknologi kan brukes. Mari benytter seg av filmene fra bioteknologiskolen, mens Bjarte bruker filmer fra YouTube. Begge disse kildene kan være nyttige i bioteknologiundervisningen, da innholdet ofte kan være tilpasset elever. Særlig vil filmene fra bioteknologiskolen være nyttige, da disse er laget med tanke på at det er elever som skal se dem.

5.3 Hvordan undervises det i etiske problemstillinger knyttet til bioteknologi?

5.3.1 Hvordan formidler lærere etikk?

Resultatene viser at informantene gjennomfører undervisningen om etiske problemstillinger rundt bioteknologien stort sett i form av case. Et case kan sees på som et gitt tilfelle eller situasjon som diskusjonen skal utarte seg fra. Det er bare Bjarte som sier han ikke bruker case i undervisningen knyttet til etiske problemstillinger. Undervisningen foregår også enten som samlede klasseromsdiskusjoner eller gruppebaserte diskusjoner.

I læreplanen står det eksplisitt at elevene skal drøfte en rekke problemstillinger ved bruken av bioteknologien, likevel står ingenting om hvordan elevene skal drøfte disse problemstillingene (Utdanningsdirektoratet, 2014). Det betyr at det ikke er gitt at det bare kan benyttes diskusjoner i klasserommet for å oppnå kompetansemålene i læreplanen. I etterkant av datainnsamlingen, ser jeg en stor svakhet i intervjuguiden min. Intervjuguiden fokuserer kun på hvordan informantene bruker diskusjoner i undervisningen vedrørende etiske problemstillinger, og vil i så måte ikke avdekke andre mulige undervisningsmetoder. For eksempel kunne elevene arbeidet med etiske problemstillinger ved å lage eller se en film, sette opp et rollespill, eller at hver enkelt elev drøftet problemstillinger i en selvskreven tekst (BLH, 2009; Naturfagsenteret, 2014).

Bruken av case kan være nyttig, da elevene får en kontekst å diskutere ut ifra. I tillegg kan det være lærerikt å diskutere ut ifra en utdelt rolle, der en skal benytte seg argumenter som en personlig ikke er enige i. Bjarte er det eneste av informantene som ikke benytter seg av case i undervisningen, da han mener at det blir litt kunstig for elevene. Det kan det også være når en ikke skal diskutere med egne argumenter for en sak. Det er fordeler og ulemper ved å bruke

case, som det også er med mange andre undervisningsmetoder. Som lærer er en derfor nødt til å vurdere selv om bruken av case i gitte situasjoner, kan gi elevene det man ønsker.

Bjarte uttrykker at han ikke kan vurdere elevenes bidrag i de etiske diskusjonene, da det ikke finnes noen fasit i slike sammenhenger. Likevel mener jeg det kan finnes et grunnlag for å vurdere elevene i drøftinger rundt etiske problemstillinger i bioteknologien. Ved å skrive en oppgave der en drøfter en etisk problemstilling knyttet til bioteknologi, får en som lærer mulighet til å vurdere elevenes evner og ferdigheter. Her er det ikke snakk om at en skal sette en karakter på en elevs mening om en sak, men heller se på hvordan eleven anvender sine kunnskaper i faget og argumenterer for sitt standpunkt. En kan da si noe om elevenes forståelse for teorien i hovedområdet, samtidig som de får drøfte etiske problemstillinger innen bioteknologi. En god besvarelse på en slik oppgave kunne vært at elevene argumenterer godt for seg ved bruk av kunnskap fra naturvitenskap, samfunnsvitenskap og sitt eget syn. En slik oppgave kunne også vært tverrfaglig og et samarbeid med samfunnsfag kunne vært gunstig.

Resultatene, kapittel 4.4.2, viser at Bjarte og Frode planlegger de fleste etiske diskusjonene, mens Mari og Vilde gjennomfører de fleste etiske diskusjoner uten å planlegge de. Det finnes lite forskning på hvordan kvinnelige og mannlige lærere gjennomfører etiske diskusjoner i undervisningen. Likevel kan en se til ROSE-prosjektets funn i forhold til kjønnsforskjeller i interesse. Det viser seg at gutter interesserer seg mer for «harde» temaer som *hvordan atombomben fungerer, eksplosive kjemikalier og hvordan datamaskinen virker*. Jenter har viser størst interesse for de litt mer «mykere» temaene, som *hvorfor vi drømmer når vi sover og hva drømmene kan bety, hvordan trene for å holde kroppen veltrent og sterk, og kreft, hva vi vet og hvordan kreften kan behandles* (Sjøberg, 2009). Nå kan ikke dette funnet fra ROSE, knyttes direkte opp mot mine funn om kjønnsfordelingen i gjennomføringen av etiske diskusjoner. Likevel kan det tenkes at jenter og gutters interesser kan være avgjørende i forhold til hvor mye etisk diskusjon som gjennomføres i undervisningen. Vilde mener at hvordan undervisningen i etikk gjennomføres, ofte er avhengig av klassen hun skal undervise. Hun prøver å gjennomføre minst en diskusjon rundt etikk i bioteknologiundervisningen i hver klasse, men at dette ofte utarter seg om det er mange jenter i klassen. Denne uttalelsen kan knyttes til ROSE-prosjektet da etikk ofte omhandler menneskelige perspektiver, som jentene i større grad har interesse for. Om det hadde vist seg at de samme funne fra ROSE også gjaldt for lærerne i biologi, kunne dette bety at det var mer undervisning i etikk hos de kvinnelige lærerne. Dette blir likevel bare spekulasjoner, og kan ikke overføres til mine funn i stor grad.

5.4 Hvordan forholder lærere seg til ny bioteknologisk forskning?

5.4.1 Hvordan forholder informantene seg til ny forskning?

I et fagfelt som bioteknologi, der det foregår mye forskning, vil det være en stor produksjon av ny kunnskap. Som beskrevet i innledningen kan denne utviklingen være utfordrende for læreren som skal undervise i hovedområdet. Resultatene fra undersøkelsen min viser at alle informantene er visst forhold til denne utviklingen og nye forskningen, men noen mer aktive enn andre. Vilde og Mari forholder seg til den nye forskningen som regel kun når de skal forberede seg til bioteknologiundervisningen. Bjarte og Frode går ikke aktivt ut og leter etter bioteknologiske nyheter, men leser artikler med bioteknologisk innhold om de tilfeldigvis kommer over noe. Dette er to forskjellige måter å forholde seg til den bioteknologiske forskningen på, men hvilken av dem som er best er vanskelig å si. For å kunne besvare dette må en se på hvilke informasjonsressurser som benyttes.

Resultatene fra undersøkelsen viser at informantene bruker en rekke informasjonsressurser for å holde seg oppdatert på forskningen som foregår innen bioteknologi. En informasjonsressurs som går igjen hos de fleste, bortsett fra Bjarte, er tidsskriftet «GENialt» fra bioteknologinemda. Dette er et gratis tidsskrift som kommer ut fire ganger i året, som omhandler nyheter fra bioteknologien og tar for seg diverse bioteknologiske problemstillinger. Bjarte og Frode leser offentlige aviser for å holde seg oppdatert. Mari og Bjarte benytter seg også av populærvitenskapelige artikler, mens Vilde og Bjarte bruker diverse nettsteder for å finne bioteknologisk informasjon. De fleste av disse informasjonsressursene er lett tilgjengelige, kanskje bortsett fra det populærvitenskapelige tidsskriftet *Illustrert vitenskap* som Bjarte benytter seg av. Resultatene viser også at forskningsartikler er lite brukt av informantene til å oppdatere seg på ny bioteknologisk forskning. Dette er et funn som samsvarer med undersøkelsen til Williams og Cole (2007) som viser at lærere som oftest benytter seg av de lettest tilgjengelige informasjonsressursene. Dette funnet kan relateres til min studie der informantene benytter seg av avisartikler, artikler fra gratistidsskriftet «GENialt» og artikler fra nettstedet naturfag.no. Alle disse informasjonskildene kan enkelt nåes gjennom internettet. Artiklene fra «GENialt» og nettstedet naturfag.no må sies å ha en høyere pålitelighet enn avisartiklene, noe som henger sammen med hvem som er utgiver. Informantene i undersøkelsen sier de benytter seg svært lite av forskningsartikler, da de mener at tilgjengeligheten er for dårlig. I tillegg kommer det frem at informantene har en større tiltro til generell informasjon istedenfor forskningsresultater (Williams & Coles, 2007). Nå kommer det ikke frem i min

undersøkelse hvorfor lærerne ikke benytter seg av forskningsartikler, men jeg kan se for meg at tilgjengelighet er en viktig faktor. I tillegg kan det være tidkrevende å finne, lese og forstå forskningsartiklene, i tillegg til at en kanskje skal videreformidle innholdet. Det vil egentlig si, om dette er tilfellet, kan det være at informantenes informasjonsallmenndannelse er for dårlig. At de ikke har nok kunnskap i å søke og forstå informasjon i form av forskningsartikler.

Bjarte og Frode går ikke aktivt inn for å finne ny bioteknologisk forskning, men lar tilfeldighetene avgjøre om hva de oppdaterer seg på. Mari og Vilde søker aktivt opp informasjon som en forberedelse til undervisningen og kan derfor lettere velge hvilke informasjonskilder de benytter seg av. På dette grunnlaget og hvilke informasjonsressurser som er beskrevet i avsnittet over, kan Mari og Vildes oppdatering være mer sikker, da kildene de bruker er mer pålitelig.

5.4.2 Hvordan brukes ny forskning i undervisningen?

Resultatene fra studien min, kapittel 4.5.3, viser at informantene bruker ny forskning på to ulike måter. Den ene er for å vise hvor langt vi har kommet i den bioteknologiske utviklingen i dag, mens den andre er i diskusjoner rundt etiske problemstillinger.

I læreplanen legges det vekt på at elevene gjennom undervisningen i bioteknologi skal få innblikk i den bioteknologiske utviklingen (Utdanningsdirektoratet, 2014). Det viser seg at alle informantene bruker ny forskning for å oppdatere elevene i forhold til hvor langt vi har kommet i dag. Informantene bruker populærvitenskapelige artikler fra tidsskriftet «GENialt» og avisartikler for å formidle nyheter innen bioteknologisk forskning. Ved å vise til nye forskningsresultater fra bioteknologien kan elevene få en følelse av at dette hovedområdet er i stor utvikling, og det er noe som foregår i dag. Hovedområdet bioteknologi skiller seg litt ut fra resten av områdene i biologien, da aktiviteten som foregår er i teknologiens natur, med vekt på problemløsning for å bidra til menneskenes utvikling (A. Williams, 1996). Mange av de andre hovedområdene i naturfag og biologi underviser veletablert kunnskap, som for eksempel fotosyntese, drivhuseffekten, evolusjon og celledeling. I bioteknologien benytter en seg av kunnskap fra samfunnsvitenskap, naturvitenskap og ingeniørvitenskap, sammen med kreativitet og et ønske om å løse en utfordring. Derfor

Resultatene fra studien viser også at Vilde og Mari benytter seg av ny forskning for å diskutere etiske problemstillinger i undervisningen. Etter hvert som den bioteknologiske utvikler seg, vil det også dukke opp flere og flere problemstillinger knyttet til våre etiske retningslinjer. Det å

ha kunnskap innen etikk og hvordan en skal argumentere for sin sak, vil være viktig når elevene en gang i fremtiden skal ta demokratiske avgjørelser angående bioteknologisk aktiviteter. Denne kunnskapen kan knyttes til Sjøbergs demokratiargument for naturvitenskapelig kunnskap (Sjøberg, 2009), og vil i så måte være viktig for landets og verdens utvikling, da det er elevene som er fremtidige beslutningstakere. Uten de etiske retningslinjene og kunnskap innen etikk, kan det tenkes at den bioteknologiske utviklingen hadde kommet lengre enn den har i dag. Likevel er det viktig at vi ikke bare gjør som vi vil, uten å tenke på risiko og andre organismers rettigheter. Vektleggingen etikk i bioteknologiundervisningen vil derfor være fordelaktig for elevene, da de får et innblikk i de etiske utfordringene bioteknologien bringer med seg.

5.5 Bekymring rundt ny bioteknologisk kunnskap?

I denne delen av diskusjonskapittelet vil jeg ta for meg CBAM, kapittel 2.5 og se på om lærerne uttrykker en bekymring i forhold til strømmen av kunnskap fra forskning innen bioteknologi. Uttalelsene knyttet til CBAM er ikke besvart i en egen del i resultatkapittelet, men blir presentert direkte i diskusjonskapittelet. Uttalelsene ligger som vedlagt som vedlegg 1, 2,3 og 4.

0. **Bevissthet** – På dette nivået ser en om lærerne er bevisst på at bioteknologi er et fag i endring. En kan derfor relatere dette nivået til informantenes uttalelser om emnet bioteknologi.

Av intervjuene vedlagt som vedlegg 1, 2, 3 og 4, kan en se at alle informantene omtaler bioteknologi som et fagfelt i endring. Informantene omtaler bioteknologi som et fagfelt der det foregår mye forskning og stor kunnskapsutvikling. Bjarte sier at å undervise et slikt emne som stadig er i utvikling, er fascinerende. Av disse uttalelsene kan en trekke konklusjonen om at alle informantene er bevisst på at bioteknologi er et fagfelt i endring. Det virker ikke som om all denne nye forskning og kunnskapen er noe som bekymrer informantene.

1. **Informasjon** – Dette nivået kan relateres til spørsmålet om informantene forholder seg til ny bioteknologisk forskning og hvordan de oppdaterer seg.

Av resultatene, kapittel 4.5.1 og 4.5.2, kan en se at alle lærerne til en viss grad oppdaterer seg på ny forskning. Informantene viser ingen bekymring eller vegring i forhold til å holde seg oppdatert på bioteknologisk forskning, men det er likevel en viss ulikhet i forhold til hvordan de oppdaterer seg. Vilde og Mari oppdaterer seg i forberedelsesfasen inn mot bioteknologiundervisningen, mens Bjarte og Frode prøver å følge med i avisene i forhold til hva som skjer. Det viser seg at det er ingen av informantene som aktivt oppsøker informasjon om bioteknologiske nyheter jevnlig gjennom hele året. Informantene oppdaterer seg på ny bioteknologisk forskning gjennom tidsskriftet «GENialt» og populærvitenskapelige artikler. Ingen av informantene benytter seg av hovedkildene for ny bioteknologisk forskning, forskningsartikler. Grunnen for at forskningsartikler ikke blir brukt kommer ikke frem av intervjuene, men det er grunn til å tro det kan være for tungvint å få tak i og lese disse. Forskning på bruken av forskningsartikler viste at et av hindrene mot å lese forskningsartikler var at lærerne ikke hadde tilgang på dem gjennom skolen (Williams & Coles, 2007).

2. **Personlig** – Det personlige nivået kan relateres til informantenes uttalelser det å holde seg oppdatert på hva som skjer innen den bioteknologiske utviklingen.

Resultatene og vedleggene viser ingen tegn til bekymring blant informantene, bortsett fra tidsbruken som blir vurdert på det administrative nivået.

3. **Administrativ** – På det administrative nivået kan informantenes uttalelser om tid og ressursbruk rundt det å holde seg selv og elevene oppdaterte på ny forskning brukes.

På spørsmålene om hvordan informantene holder seg oppdatert og om de føler seg oppdatert, kommer det frem noen bekymringer rundt tid til rådighet, se kapittel 4.5 og vedlegg 1,2,3 og 4. Mari sier at hun gjerne kunne tenkt seg å oppdatere seg på hovedområdet bioteknologi gjennom kurs, men at tiden til rådighet hindrer dette. Bjarte mener at han ikke har så stort behov for å oppdatere seg på ny bioteknologisk kunnskap, da han må posisjonere ut kunnskapen sin etter kompetansemålene. Vilde mener hun burde vært flinkere til å holde seg oppdatert, men at dette er vanskelig. Alle disse uttalelsene fra informantene beskriver en slags bekymring overfor det å skulle holde seg oppdatert til bioteknologien. I Steel og Abussons (2004) undersøkelse, uttrykker lærere som underviser bioteknologi en viss bekymring i forhold til å finne bioteknologisk informasjon. Dette funnet samsvarer ikke med informantene i denne undersøkelsen. I følge Williams og Cole (2007) kan dette komme av at informantenes informasjonsallmenndannelse er bedre enn lærerne i Steel og Abussons undersøkelse. Vi må heller ikke undervurdere at den økende betydningen av bioteknologien i samfunnet har gjort den bioteknologiske informasjonen mer tilgjengelig for allmennheten.

4. **Konsekvenser** – Dette nivået kan relateres til spørsmålet om hvordan lærerne bruker den nye forskningen i undervisningen. Vil det ha konsekvenser for elevene?

Resultatene fra studien, kapittel 4.5.3, viser at informantene bruker ny forskning i undervisningen på to måter. For det første benytter informantene seg av nye forskningsresultater for å formidle til elevene hvor langt vi har kommet i dag. Den andre måten forskningen blir benyttet er i forbindelse med diskusjoner rundt etiske problemstillinger. Det uttrykkes ingen bekymring angående det å bruke ny forskning i undervisningen, heller ikke i forhold til elevene.

5. **Samarbeid** – Dette nivået kan relateres til spørsmålet om lærerne arbeider i team for å diskutere problemstillinger rundt ny forskning.

I vedlegg 1, 2, 3 og 4 kan en finne informantenes uttalelser om samarbeid med kolleger rundt problemstillinger knyttet til ny forskning innen bioteknologi. Resultatene viser at informantene ikke uttrykker noe behov for å samarbeide om slike problemstillinger.

På skolen? Nei. Vi ordner det veldig godt selv, det er ikke noe organisert nei. (Bjarte)

Vi har ikke noe system for det, egentlig. (Vilde)

Nei, vi er litt dårlig på det altså. Vi har ei samarbeidstid, og der har vi ofte for biologilærere og sånn, men det blir dessverre satt opp for lite tid til å sitte og diskutere slike detaljerte ting innenfor fag altså. (Mari)

I en hektisk hverdag har de ikke mulighet til å diskutere slike problemstillinger. Noe av grunnen for at informantene ikke viser noe behov for å diskutere slike problemstillinger med andre, kan være at det kanskje ikke har kommet noen nyvinninger som kan skape bekymring rundt undervisningen. Likevel kan en slik utfordring være nært forestående, med tanke på den raske utviklingen innen bioteknologien. En slik nyvinning kan i mellomtiden, før den blir innført i læreplanen, skape diskusjon om en skal implementere den i undervisningen selv, eller ikke.

6. **Refokusering** – Refokuseringsnivået kan relateres til informantenes mulige uttalelser om andre måter å bruke ny forskning på.

Resultatene gir ikke noe svar på om informantene har noen forslag til hvordan de selv kan bruke ny forskning på en annen måte enn de gjør i dag. Derfor kan en heller ikke spore noen bekymringer rundt dette nivået.

5.6 Er det viktig å holde seg oppdatert?

For å understreke viktigheten av å holde seg oppdatert, velger jeg å eksemplifisere dette med forskning på stamceller. Det har i lang tid foregått forskning på stamceller og hvordan en kan benytte disse i medisinske sammenhenger. Ulike kilder til stamceller har vært kraftig debattert, da særlig bruken embryonale stamceller strider mot noen av våre etiske retningslinjer. Mehmet-saken i Norge ble grunnlag for stor debatt i landet, der det var bestemt at det skulle settes et nytt barn til verden i et forsøk på å redde livet til Mehmet (Andersen, 2004).

Ny forskning viser at bruken av embryonale stamceller fra et embryo snart kan være over. Forskere fra *Brigham and Womens Hospital* tilknyttet *Harvard University* i samarbeid med forskere ved *RIKEN Center for Developmental Biology* i Japan, har gjort noen spennende funn (Schroth, 2014). De har demonstrert, gjennom en preklinisk modell, at alle somatiske celler har potensialet til å omprogrammeres til en pluripotent celle, tilsvarende embryoniske stamceller. Den nye metoden, *stimulus-triggered acquisition of pluripotency* (STAP), krever ikke at en innfører nytt DNA, slik en vanligvis gjør det når en skal omprogrammere somatiske celler tilbake til en tilstand av pluripotensitet. Dette kan føre til at en ikke lenger trenger å produsere et embryo for å benytte seg av embryonale stamceller (Schroth, 2014).

I læreplanen for biologi 2 legges det vekt på at elevene skal diskutere de etiske problemstillingene knyttet til de ulike kildene for stamceller og gjøre greie for den biologiske verdien for stamceller (Utdanningsdirektoratet, 2014). Det nye funnet omtalt i avsnittet over vil derfor bety at bruken av stamceller ikke lenger vil være like nødvendig som før, noe som igjen fører til at kompetansemålet om stamceller er i ferd med å bli utdatert. Som lærer vil en gjerne gi elevene et mest mulig likt bilde av slik virkeligheten er i dag, samtidig som en baserer undervisningen på læreplanen. I et slikt tilfelle vil en som lærer oppleve et dilemma. Skal en fortsette å la elevene drøfte de ulike kildene for embryonale stamceller, når en vet at en ikke lenger har det samme behovet av embryo som kilde? Selv om dette ikke enda er etablert kunnskap, da det fortsatt ikke er testet ut på mennesker, kan det se ut som om det er nært forestående.

I et hovedområde som bioteknologi skjer utviklingen raskt, og nye løsninger på utfordringer vi har i dag kan komme i nær framtid. Derfor er det en fordel at utdanningsdirektoratet har besluttet at læreplanen ikke lenger skal trykkes i papirform, men kun ligge digitalt på direktoratets hjemmesider. Dette gjør at muligheten for å endre innholdet i læreplanen er mye enklere enn før, som igjen kan føre til læreplanen kan følge den vitenskapelige utviklingen. Likevel er det

ikke sikkert at læreplanen oppdaterer seg like raskt som utviklingen innen bioteknologien. Lærere vil derfor være avhengig av å følge med i utviklingen, slik at det ikke blir formidlet feil informasjon til elevene. I tillegg får en også se at naturvitenskap og teknologi bidrar til utvikling innen sykdomsbekjempelse.

5.7 Etterutdanning for lærere

I innledningen presenterte jeg den nåværende regjeringens løfte om å satse på etterutdanning av lærere, da de mener at dette kan styrke elevenes læringsutbytte av opplæringen. Forskning viser at elevenes læringsutbytte har en klar sammenheng med lærerens kunnskap i undervisningsfaget og evne til å videreformidle denne kunnskapen (Darling-Hammond, 1999; Nordenbo et al., 2008). I en del av mitt forskningsprosjekt undersøkte jeg hvordan lærere på videregående skole forholder seg til ny forskning innen emnet bioteknologi og hvordan de oppdaterer seg på ny kunnskap. Hovedtrekkene i undersøkelsen viser at informantene ikke har et aktivt forhold til ny forskning innen bioteknologi.

Å holde seg selv oppdatert på ny forskning og nye metoder i undervisningsfaget sitt, kan i seg selv være et ledd i å styrke den faglige tyngden til norske lærere. Likevel er det viktig at den informasjonen som lærere bruker for å oppdatere seg, er så pålitelig som mulig. Avisartikler skrevet av journalister uten bakgrunn i emnet de skriver om, vil i så måte være mindre pålitelig enn artikler skrevet av fagfolk innen miljøet. Forskning viser at lærere ofte benytter seg de enklest tilgjengelige informasjonskildene når de oppdaterer seg på ny forskning (Williams & Coles, 2007). Undersøkelsen viste også at forskningsartikler ikke ble brukt fordi tilgangen på dem var for dårlig. Nettopp dette med tilgjengelighet til informasjon er et viktig aspekt om selvoppdatering skal virke som et ledd i regjeringens satsing på etterutdanning. På internett og i tidsskrifter finnes det mange tusen artikler med bioteknologisk innhold, utfordringen er bare å finne dem. Her kunne kanskje regjeringen satt i stand kurs for å bedre lærernes informasjonskompetanse. Informasjonskompetanse er som sagt kompetanse i å finne frem til og benytte seg av tilgjengelig informasjon (Williams & Coles, 2007). Ved å forbedre hver enkelt lærers kompetanse i å finne den rette informasjonen, kunne staten spare masse penger på unngå å gjennomføre så mange etterutdanningskurs. Om skolene også hadde fått tilgang på forskningsartikler på internett gjennom skolens bibliotek, kunne lærere på en enklere måte lete etter løsninger på problemer de har i teorien. Dette kunne ikke bare gi hver enkelt lærer mer

kunnskap innen undervisningsfaget sitt, men også mer kunnskap innen didaktikk og pedagogikk.

En vektlegging på å øke lærernes informasjonsallmenndannelse kunne derfor bidratt til at lærere i større grad innhentet nødvendig informasjon på en utfordring som de har. Dette kunne enten vært som en oppdatering på et undervisningsemne, som en faglig fordyping, eller for å løse en pedagogisk eller didaktisk utfordring. Siden informasjonsallmenndannelse er noe som må læres (Limberg et al., 2013), kunne det vært hensiktsmessig med et kurs som vektla de ulike aspektene som er viktig for å oppnå informasjonsallmenndannelse, som beskrevet av Williams og Cole (2007). Aspekter som strategier, evner og kunnskap om å søke etter informasjon burde alle være sentrale når et slikt kurs skal gjennomføres. I et slikt kurs kunne det også være fordelaktig å opplyse deltakerne om de ulike informasjonsverktøyene som finnes, og hvor en kan finne informasjonen en er ute etter. For informasjonsallmenndannelse handler også om kunnskap om hvor en kan finne nyttig informasjon hen. Som et eksempel er det ikke sikkert at alle lærere vet om scholar-søkemotoren til Google, der en kan finne forsknings- og fagartikler. Bruken av denne søkemotoren kunne kanskje bidratt til en økt informasjonsallmenndannelse, ved at en har tilgang til mange artikler på et sted.

Ved å gi lærere kunnskap og redskaper til å søke, finne, kritisk evaluere og videreformidle informasjon, kunne dette bidratt til å øke lærerstabens faglige kompetanse. Dette blir som det gamle uttrykket å gi «hjelp til selvhjelp» eller som det mye brukte bistandsordtaket sier:

«Gi en mann en fisk, og han har mat for en dag. Lær en mann å fiske, og han har mat for resten av livet.»

Ved å gi lærere redskaper og kunnskap i lete frem til informasjon selv, kan de på mange måter være «selvberget» på å øke kunnskapen sin. Det kan bety at de ikke vil ha like stort behov for etterutdanning i form av faglige kurs. Likevel ligger det et spørsmål om tidsbruk her. Hvor mye tid skal en forvente at hver enkelt lærer bruker på å fordype seg i kunnskap om sitt eget fagfelt? Det å være lærer er mye mer enn kunnskap i undervisningsfag, en har også andre viktige arbeidsoppgaver å ta seg av. Likevel var statens ønske at lærerne skulle øke sin fagkunnskap, for at dette skulle ha positive innvirkninger på elevenes læringsutbytte. Derfor må det legges til rette for at lærere skal kunne bruke av arbeidstiden sin på å forbedre sine fagkunnskaper.

5.8 Videre forskning

I en verden i rask utvikling vil behovet for informasjon og et informert samfunn være viktig. Denne studien peker på at kunnskap om å finne og forstå informasjon er viktig i forhold til et hovedområde som bioteknologi. En ny interessant vinkling for videre forskning hadde vært å finne ut hvordan en kan øke læreres og elevers informasjonsallmenndannelse. Etter en slik studie, kunne en satt i gang tiltak for å øke denne.

Denne studien peker på at kvinnelige og mannlige biologilærere gjennomfører undervisning knyttet til etiske problemstillinger i bioteknologi på forskjellige måter. De kvinnelige lærerne gjennomfører de fleste etiske diskusjoner uten at de er planlagt, mens de mannlige lærerne planlegger de fleste diskusjonene i undervisningen. Dette kunne vært interessant å se om dette er noe som gjenspeiler gruppen av biologilærere i Norge.

6. Konklusjon

Funnene i denne studien viser at informantene benytter seg av praktiske forsøk for å formidle bioteknologiske metoder. Det viser seg at det bare gjennomføres praktiske forsøk i to av syv mulige kompetansemål fra læreplanen, *den genetiske koden* og *genetisk fingeravtrykk*. Dette til tross at læreplanen har en stor vektlegging på prosessdelen av den naturfaglige allmenndannelsen. Funnene fra studien viser også at praktiske forsøk, diskusjoner og filmer brukes for å formidle bioteknologiens bruksområder. Det viser seg at undervisningen knyttet til etiske problemstillinger i bioteknologi, ofte gjennomføres i form av case, i både gruppediskusjoner og klasseromsdiskusjoner. Informantene har ikke et aktivt forhold til ny forskning innen bioteknologi, da de enten leser det de tilfeldigvis kommer over, eller bare oppdaterer seg i forkant av undervisningen. For å oppdatere seg benytter informantene seg av de lettest tilgjengelige informasjonsressursene, som tidsskriftet «GENialt», populærvitenskapelige artikler og tabloidaviser. Ny forskning benyttes av informantene i stor grad til å oppdatere elevene på hvor langt den bioteknologiske utviklingen har kommet i dag, men også i forbindelse med diskusjoner rundt etiske problemstillinger. Bruken av «Concern Based Adoption Model» indikerer at informantenes eneste bekymring i forhold ny forskning ligger på det administrative nivået. Der er tidsbruken rundt det å holde seg oppdatert den største bekymring for informantene.

Kildehenvisninger

- alfasoft. (2014). NVIVO 10. Hentet 12.04.14 fra <http://www.alfasoft.com/no/produkter/statistikk-og-analyse/nvivo.html>
- Andersen, E. K. (2004). Hva er det med Mehmet? Hentet 12.05.2014, 2014, fra <http://www.forskning.no/artikler/2004/mars/1079954670.61>
- Anderson, S. E. (1997). Understanding teacher change: Revisiting the concerns based adoption model. *Curriculum Inquiry*, 27(3), 331-367.
- Bachmann, K. E. (2005). Læreplanens differens: Formidling av læreplanen til skolepraksis.
- Bailey, D. B. J., & Palsha, S. A. (1992). Qualities of the Stages of Concern Questionnaire and Implications for Educational Innovations. *The Journal of Educational Research*, 85(4).
- Behrens, S. J. (1993). A conceptual analysis and historical overview of information literacy. *Enjoy these lilies {rom Ablex's Information Management, Policies and Services Series., 55*, 309.
- BIO. (2014). What is Biotechnology? Hentet 25.03.14, 2014, fra <http://www.bio.org/articles/what-biotechnology>
- Bioteknologinemda. (2014). Hentet 30.04.14, 2014, fra <http://www.bion.no/>
- BLH. (2009). Teaching ethics. Hentet 15.05, 2014, fra http://www.biotechlearn.org.nz/themes/bioethics/teaching_ethics
- Borgerding, L. A., Sadler, T. D., & Koroly, M. J. (2012). Teachers' concerns about biotechnology education. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 133-147.
- Brewer, J., & Hunter, A. (2006). *Foundations of multimethod research: synthesizing styles*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Bruce, C. (2008). *Informed learning: Assoc of Clge & Rsrch Libr.*
- Campbell, N. A., Simon, E. J., & Reece, J. B. (2007). *Essential biology with physiology*. San Francisco, CA: Pearson/Benjamin Cummings.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: choosing among five approaches*. Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode*. Oslo: Universitetsforl.
- Darling-Hammond, L. (1999). *Teacher quality and student achievement: A review of state policy evidence*: Center for the Study of Teaching and Policy, University of Washington Seattle, WA.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Driscoll, M. P., Moallem, M., Dick, W., & Kirby, E. (1994). How does the textbook contribute to learning in a middle school science class? *Contemporary educational psychology*, 19(1), 79-100.
- Engelsen, B. U. (2006). *Kan læring planlegges?: arbeid med læreplaner - hva, hvordan, hvorfor*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L., & Tavares, F. (2012). Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education. *Teaching and Teacher Education*, 28(3), 368-381.
- France, B. (2007). Location, location, location: Positioning biotechnology education for the 21st century.
- Hauge, J. G. (2013). Bioteknologi. In S. N. Leksikon (Ed.), (Vol. 2014). www.snl.no: Aschehoug og Gyldendal.
- Hennessy, S., Deaney, R., & Ruthven, K. (2006). Situated expertise in integrating use of multimedia simulation into secondary science teaching. *International Journal of Science Education*, 28(7), 701-732.
- Imsen, G. (2009). *Lærerenes verden: innføring i generell didaktikk*. Oslo: Universitetsforl.

- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt.
- Jorde, D., Marion, P. v., & Strømme, A. (2008). *Biologi - Et fag for framtiden*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Kirke-, undervisnings-, forskningsdepartementet, & læremiddelsenter, N. (1997). *Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen* Oslo: Nasjonalt læremiddelsenter.
- Kirke, undervisningsdepartementet, Aschehoug, A., & Co. (1987). *Mønsterplan for grunnskolen - M87*.
- Kirke, utdannings-, & forskningsdepartementet. (1996). *Biologi*. www.udir.no: Utanningsdirektoratet Hentet 05.05.14 fra <http://www.udir.no/Lareplaner/Finn-lareplan/Lareplanverket-for-videregaende-opplaring-R94/>.
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R. V., & Roe, A. (2007). Tid for tunge løft. *Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*, 313.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartement. (2011). *Nasjonal strategi for bioteknologi - for framtidens verdiskapning, helse og miljø*. Oslo.
- Kunnskapsdepartement. (2012). *Kompetanse for kvalitet - Strategi for etter- og videreutdanning*. Oslo.
- Kvale, S., Brinkmann, S., Anderssen, T. M., & Rygge, J. f. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Limberg, L., Sundin, O., & Talja, S. (2013). Three theoretical perspectives on information literacy. *Human IT: Journal for Information Technology Studies as a Human Science*, 11(2).
- Loucks, S. F., & Hall, G. E. (1979). *Implementing Innovations in Schools: A Concerns-Based Approach*.
- Marion, P. v., & Strømme, A. (2008). *Biologididaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Naturfagsenteret. (2014). *Bioteknologi introduksjonsfilm*. Hentet 19.05.2014, 2014, fra <http://www.naturfag.no/eksternressurs/vis.html?tid=1067436>
- Negrín, S., Sosa, Á. E., Ayala, M., Diosdado, E., Pérez, M. R., Pujol, M., . . . González, L. J. (2007). Popular teaching of Biotechnology. *Biotecnología Aplicada*, 24(1), 58-63.
- Nelson, J. (2012). Hur används läroboken av lärare och elever? *Nordic Studies in Science Education*, 2(2), 16-27.
- Nordahl, T. (2010). Gjør læring synlig. *Bedre skole*, 4.
- Nordenbo, S. E., Larsen, M. S., Tiftikci, N., Eline Wendt, R., & Østergaard, S. (2008). *Lærerkompetanser og elevers læring i barnehage og skole: et systematisk review utført for Kunnskapsdepartementet*, Oslo: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- OECD. (2005, 2005). *Statistical Definition of Biotechnology*. Hentet 24.03.14, 2014, fra <http://www.oecd.org/sti/biotech/statisticaldefinitionofbiotechnology.htm>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*: London: The Nuffield Foundation.
- OUP. (2014). *technology*. In O. U. Press (Ed.), *Oxford Dictionaries*: University of Oxford.
- Owens, M. R. (1976). State Government and Libraries. *Library Journal*, 101, 27.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park: Sage.
- Ringdal, K. (2007). *Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. Bergen: Fagbokforl.
- Ropohl, G. (1997). Knowledge types in technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 7(1-2), 65-72.
- Ross, A. (2000). *Curriculum: construction and critique*. London: Falmer Press.
- Schroth, L. J. (2014). Researchers create embryonic stem cells without embryo. *Life Sciences*. Hentet 12.05.2014, 2014, fra <http://news.harvard.edu/gazette/story/2014/01/researchers-create-embryonic-stem-cells-without-embryo/>
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal akademisk.

- SNL. (2014). Store Norske Leksikon. 2014
- Sober, E. (1991). Organisms, individuals, and units of selection *Organism and the origins of self* (pp. 275-296): Springer.
- Steel, F., & Abusson, P. (2004). The Challenge in Teaching Biotechnology. *Research in Science Education*, 34.
- Strømme, A. (2008). *Hva er egentlig biologi?* Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Utdanningsdirektoratet. (2006). Kunnskapsløftet (LK06 og LK06-S). Hentet 24.03.14, 2014, fra <http://www.udir.no/Lareplaner/Veiledninger-til-LK06/Veiledning-i-lokalt-arbeid-med-lareplaner/Artikler/Mer-om-Kunnskapsloftet/>
- Utdanningsdirektoratet. (2014). Kunnskapsløftet LK-06. Hentet 11.03, 2014, fra <http://www.udir.no/kl06/BIO1-01/Hele/Struktur/>
- Vanderschuren, H., Heinzmann, D., Faso, C., Stupak, M., Arga, K. Y., Hoerzer, H., . . . Šimková, K. (2010). A cross-sectional study of biotechnology awareness and teaching in European high schools. *New Biotechnology*, 27(6), 822-828.
- Vanderschuren, H., Heinzmann, D., Faso, C., Stupak, M., Arga, K. Y. i., Hoerzer, H., . . . imkova, K. r. S. (2010). A cross-sectional study of biotechnology awareness and teaching in European highschools. *New Biotechnology*, 27(6).
- Ward, H., & Hockey, J. (2007). Engaging the learner: Embedding information literacy skills into a biotechnology degree. *Biochemistry and molecular biology education*, 35(5), 374-380.
- Wennberg, G. (1990). Geografi och skolgeografi: ett ämnes förändringar: en studie med exempel.
- Williams, A. (1996). An introduction to technology education. *Technology Education for Teachers*, 1-23.
- Williams, D., & Coles, L. (2007). Teachers' approaches to finding and using research evidence: an information literacy perspective. *Educational research*, 49(2), 185-206.
- Zeuli, J. S. (1994). How do teachers understand research when they read it? *Teaching and Teacher Education*, 10(1), 39-55.
- Ødegaard, M. (2011). Forskerføtter og leserøtter - et tilpasningsdyktig prosjekt i naturfag. *Bedre skole*, 4(Naturfag), 5.