

Karoline Sørli Berntsen

# **Språk og digitale læringsressurser i naturfag**

En studie av elever i samhandling  
om elementer fra Viten.no

Masteroppgave i naturfagdidaktikk, EDU 3910

Trondheim, våren 2011.



**NTNU**

Fakultet for samfunnsvitenskap  
og teknologiledelse

Program for lærerutdanning



## **Forord**

Det siste året har vært en utfordrende, men lærerik prosess. Gjennom en salig blanding av nye erfaringer og frustrasjon har jeg lært at et masterprosjekt er langt mer enn kun et skriftlig arbeid. Studien har gitt meg et betydningsfullt innblikk i fagdidaktisk forskning og gitt meg et nytt syn på hvilket arbeid som ligger i grunn for større forskningsprosjekter. Innledningsvis vil jeg benytte muligheten til å nevne noen av de som har støttet meg og bidratt i denne forskningsprosessen.

Først og fremst tusen takk til min veileder Ragnhild Lyngved for all tid du har lagt ned og alle viktige innspill du har bidratt med! Takk til Sonja M. Mork og Wenche Erlien fra Naturfagsenteret for at dere var villige til å stille opp som biveiledere. Deres konkrete tilbakemeldinger har holdt meg på rett kurs underveis i arbeidet. En takk rettes også til informantene mine som gjorde studien mulig å gjennomføre.

I arbeidet med oppgaven har nære medstudenter vært en viktig del av hverdagen, og stått for både faglige diskusjoner og mye latter. Uten dere hadde jeg gått trolig på veggen. En spesiell takk til Alexander som stilte opp som utstyrsassistent under datainnsamlingen.

Aller mest takknemlig er jeg for min kjære Greger. Takk for din evige tålmodighet(!), alle oppmuntrende ord og omsorgen du viser når jeg trenger det som mest.

Trondheim 22. mai 2011

Karoline Sørli Berntsen



## Sammendrag

Denne studien tar for seg elevers kommunikasjon og samhandling når de arbeider med et digitalt læringsprogram, kalt *Celler*. Med Kunnskapsløftet i 2006 ble *digitale ferdigheter* likestilt med ferdigheter som *å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig*. Gjennom Stortingsmelding 22, Motivasjon- Mestring- Muligheter, påpeker Kunnskapsdepartementet nødvendigheten av god kjennskap til det læringspotensialet som ligger i bruken av IKT. Hittil er det få undersøkelser som har tatt for seg elevers kommunikasjon under bruken av digitale læringsressurser. Prosjektets hensikt er rettet mot hvordan muntlige og digitale ferdigheter kan kombineres og fungere som et verktøy for å fremme språket i naturfagene. Oppgaven vil bidra til økt kunnskap om bruk av IKT i undervisningen.

I undersøkelsen er det benyttet et kasusdesign, der elevene og deres samhandling rundt gjennomføringen av programmet utgjør kasuset. Datamaterialet består av videoopptak og elevbesvarelser i digitale arbeidsbøker. Problemstillingen er delt inn i fire forskningsspørsmål som fokuserer på elevenes samspill, navigering, naturfaglige språk og hvordan ulike elementer av programmet kan fremme faglig dialog.

Studien diskuterer ulike aspekter av elevenes kommunikasjon og samarbeid. Elevenes verbale samhandling preges av korte setninger og metaforer, fremfor utforskende samtale. Elevene viser usikkerhet rundt å bruke naturfaglige ord. Naturfaglige ord brukes oftere som enkeltord enn i setninger eller i større sammenhenger. Likevel viser det seg at elevene gjerne samtaler om *begrepsinnhold* og *forståelse* for å tilegne seg ny kunnskap om naturfaglige ord. Elevene sentrerer store deler av sin dialog rundt de skriftlige oppgavene og benytter muligheten til å navigere når de skal lete opp svar eller når de snakker og refererer til figurer og animasjoner. Figurene og animasjonene fungerer tilsynelatende som en støtte for elevene når de forklarer ideer eller når de diskuterer. Transkripsjonene viser også at elevene erverver forståelse gjennom gjentatte avspillinger av animasjoner.

Elevene som deltok i denne studien fikk viktig trening i å praktisere sitt naturfaglige språk gjennom å bruke den digitale læringsressursen *Celler*. Programmet kan virke motiverende, samtidig som det oppfordrer elevene til å sette ord på sine ideer og diskutere disse med utgangspunkt i det de ser på skjermen. Elementer som animasjoner og tilstrekkelig utfordrende oppgaver kan fremme utforskende samtaler mellom elevene.



# Innhold

Kapittel 1 Innledning.....	1
1.1 Studiens formål.....	1
1.2 Bakgrunn for valg av tema .....	1
1.3 Problemformulering .....	2
1.4 Metodiske valg og avgrensinger.....	3
1.5 Teoretiske valg og avgrensinger.....	3
1.6 Begrepsforklaring.....	4
1.6.1 Naturfaglige prosesser .....	4
1.6.2 Naturfaglige ord .....	4
1.6.3 Meningsdannelse .....	4
1.7 Oversikt i teksten.....	4
 Kapittel 2 Teoretisk perspektiv .....	7
2.1 Studiens pedagogiske forankring .....	7
2.2 Naturfaglig innsikt og forståelse .....	7
2.3 Kommunikasjon og språk.....	9
2.3.1 Elevsamhandling .....	10
2.3.2 Språkbruk i naturfag.....	11
2.4 Digitale verktøy.....	15
2.5 Samhandling, språk og digitale verktøy .....	16
2.6 Bruk av modeller i naturfagsundervisning .....	18
2.6.1 Animasjoner .....	19
2.7 Viten.no .....	21
2.7.1 Det pedagogiske rammeverket: SKI-prinsippene .....	22
2.7.2 Viten-programmet <i>Genteknologi</i> .....	23
2.7.3 Viten-programmet <i>Celler</i> .....	24
 Kapittel 3 Metode.....	29
3.1 Metodisk tilnærming .....	29
3.2 Kasusstudie.....	29
3.3 Observasjon .....	30
3.4 Forberedelser .....	31
3.4.1 Utvalg .....	31
3.4.2 Presentasjon av gruppene .....	32
3.4.3 Pilotgjennomføring.....	32
3.5 Datainnsamling.....	33
3.5.1 Min rolle .....	33
3.6 Datagrunnlag .....	34
3.6.1 Databehandling og analyse.....	34
3.7 Studiens kvalitet .....	37
3.7.1 Reliabilitet .....	37
3.7.2 Validitet .....	38
3.7.3 Generaliserbarhet .....	39
 Kapittel 4 Resultat .....	41
4.1 Hovedtrekk i elevenes gjennomføring .....	41
4.2 Hvordan bruker elevene hverandre i samspillet? .....	42

4.2.1	Leser høyt fra programmet og egne besvarelser .....	42
4.2.2	Samhandler om skriftlige oppgaver .....	43
4.2.3	Samhandler om figurer og animasjoner .....	43
4.2.4	Samhandler om interaktive oppgaver.....	45
4.2.5	I korte trekk om elevenes samspill .....	46
4.3	Hvordan navigerer elevene i programmet? .....	46
4.3.1	Observerer et element gjentatte ganger .....	47
4.3.2	Navigerer hoppende i programmet.....	48
4.3.3	I korte trekk om elevenes navigering .....	50
4.4	Hvordan bruker elevene naturfaglige ord?.....	50
4.4.1	Bruk av naturfaglige ord .....	50
4.4.2	Begrepsforståelse .....	53
4.4.3	I korte trekk om naturfaglig ordbruk.....	53
4.5	Hvilke elementer i programmet ser særlig ut til å fremme faglig dialog? .....	53
4.5.1	Skriftlige oppgaver .....	54
4.5.2	Figurer og animasjoner.....	56
4.5.3	Interaktive oppgaver i programmet .....	57
4.5.4	I korte trekk om dialog knyttet til enkeltelementer .....	59
Kapittel 5 Diskusjon.....		61
5.1	Hvordan bruker elevene hverandre i samspillet? .....	61
5.1.1	Leser høyt fra programmet og egne besvarelser .....	61
5.1.2	Samhandler om skriftlige oppgaver .....	61
5.1.3	Samhandler om figurer og animasjoner .....	62
5.1.4	Samhandler om interaktive oppgaver.....	64
5.1.5	Generelt om elevenes samspill .....	64
5.2	Hvordan navigerer elevene i programmet? .....	65
5.2.1	Observerer et element gjentatte ganger .....	65
5.2.2	Navigerer hoppende i programmet.....	67
5.2.3	Generelt om elevenes navigering .....	68
5.3	Hvordan bruker elevene naturfaglige ord?.....	69
5.3.1	Bruk av naturfaglige ord .....	69
5.3.2	Begrepsforståelse .....	70
5.3.3	Generelt om elevenes naturfaglige ord.....	70
5.4	Hvilke elementer i programmet ser særlig ut til å fremme faglig dialog? .....	71
5.4.1	Skriftlige oppgaver .....	71
5.4.2	Figurer og animasjoner.....	72
5.4.3	Interaktive oppgaver.....	73
5.4.4	Generelt om elementer som fremmer faglig dialog .....	75
5.5	Hvordan kommuniserer og samarbeider elever om naturfaglige prosesser når de arbeider med programmet <i>Celler</i> ? .....	75
5.5.1	Samspill og navigering.....	76
5.5.2	Samtale og forståelse.....	77
5.6	Til ettertanke.....	77
Kapittel 6 Avslutning .....		81
6.1	Konklusjon .....	81
6.2	Resultatenes konsekvenser .....	83
6.3	Videre forskning.....	84



Litteraturliste .....	85
Vedlegg .....	88
Vedlegg 1: Tillatelse fra NSD .....	88
Vedlegg 2: Brev til rektor.....	90
Vedlegg 3: Brev til lærer .....	91
Vedlegg 4: Brev til elever og foresatte.....	92
Vedlegg 5: Naturfaglige ord i arbeid med Celler .....	94
Vedlegg 6: Transkripsjoner av video-opptak .....	CD-rom
Vedlegg 7: Skriftlige, digitale besvarelser fra arbeidsbok .....	CD-rom
Vedlegg 8: Viten-programmet <i>Celler</i> .....	CD-rom

#### Tabell- og figurliste

Tabell 1: Del 1 av programmet <i>Celler</i> : Cellens oppbygning	25
Tabell 2: Del 2 av programmet <i>Celler</i> : Arvematerialet	26
Tabell 3: Del 3 av programmet <i>Celler</i> : Vanlig celledeling	27
Tabell 4: Koder benyttet i analyseringen	36
Figur 1: Animasjonen ”Vanlig celledeling, kopiering av DNA-C”	20
Figur 2: Animasjonen “Oppbygning av DNA”	20
Figur 3: Elevenes ordbruk prosentvis gruppert etter type aktivitet	42
Figur 4: De oftest nevnte naturfaglige ordene	51
Figur 5: Hvordan eleven bruker naturfaglige ord	52
Figur 6: Antall ord knyttet til ulike typer aktivitet	54
Figur 7: Oppgave 4	55
Figur 8: Interaktiv oppgave nr. 2, IO-2	57
Figur 9: Interaktiv oppgave nr. 3, IO-3	58



# **Kapittel 1 Innledning**

## **1.1 Studiens formål**

I skolens naturfag er det mange elever som opplever utfordringer knyttet til deler av opplæringen. Fagets språk kan i seg selv oppleves som komplisert, spekket med naturfaglige begreper og kjemiske formler. I denne studien vil jeg rette søkelys mot elevers kunnskapskonstruksjon, med utgangspunkt i *muntlig uttrykk* og *digitale verktøy*.

Studien har til formål å styrke, samt bygge videre på forskning innenfor det naturfagdidaktiske forskningsfeltet. Med utgangspunkt i sosiokulturelle og konstruktivistiske læringsteorier vil studien ta for seg elevinteraksjon i tilknytning til digitale læringsressurser. Den vil belyse hvordan det å få uttrykke seg muntlig, gjennom naturfaglig dialog med medelever, kan fungere som et verktøy i å tilnærme seg naturfaglig kunnskap. Ved å integrere de grunnleggende ferdighetene som en naturlig del av fagets ulike dimensjoner, kan elevene bli bedre kjent med det naturfaglige språket. At elevene mestrer å uttrykke seg muntlig innenfor naturvitenskapens termer kan dessuten bidra til bedre kjennskap og trygghet til det naturfaglige språket. Et analytisk fokus på elevinteraksjon kan styrke vår kunnskap om elevsamhandling i tilknytning til digitale læringsressurser. Studien vil derfor bidra til forskning om hvordan en kan forbedre eller videreutvikle designet på slike ressurser, samt hvordan ulike elementer kan fremme elevenes språklige uttrykk i naturfag.

## **1.2 Bakgrunn for valg av tema**

Vi vet at mange elever ser på naturfaget som utfordrende, spesielt grunnet det komplekse naturfaglige språket som kjennetegner faget. Språket er sentralt i naturfaget, som i alle fag, og forståelse for dette språket er en forutsetning for å tilegne seg kunnskap om og forståelse for de ideer, fenomener og prosesser som kjennetegner naturvitenskapen. Samtidig ser vi at utviklingen av, og interessen for, digitale verktøy stadig når nye høyder.

I Læreplanverket for Kunnskapsløftet (LK06) beskrives det fem grunnleggende ferdigheter som er integrert i kompetansemålene og som skal bidra til utvikling av fagkompetanse (Kunnskapsdepartementet, 2010). Med denne studien ønsker jeg å rette lys på hvordan to av disse, *muntlige* og *digitale ferdigheter*, kan kombineres og fungere som et verktøy for å fremme det muntlige uttrykket i naturfaget.

Det er gjort relativt lite forskning på hvordan elever jobber med digitale ressurser i fellesskap med andre. Det er imidlertid foretatt en rekke nærliggende undersøkelser, som evalueringer av digitale læringsressurser (Erstad, Drotner, & Duus, 2009), og studier som belyser hvordan naturfaglig undervisning kan tilrettelegges for at elevene skal tilegne seg kunnskap gjennom bruk av samtale (Arnseth, Hatlevik, Kløvstad, Kristiansen, & Ottestad, 2007; Ødegaard & Arnesen, 2010).

Viten.no<sup>1</sup> er en digital læringsressurs i naturfag som tilbyr en rekke ulike programmer med utgangspunkt i kompetansemålene i LK06. Programmene på Viten.no tar utgangspunkt i et sosialkonstruktivistisk rammeverk, og har blant annet som mål å synliggjøre naturfaglige prosesser og å legge til rette for at elevene skal lære av hverandre. Ved at elevene jobber sammen om programmene, har en som mål at de skal lære om naturfagets *prosesser, begreper* og *produkter* og få økt interesse for naturfag (Isnes, 2011; Jorde, Strømme, Sørborg, Erlie, & Mork, 2003).

Personlig har jeg mye positiv erfaring med digitale verktøy der animasjoner og simuleringer konkretiserer kompliserte naturfaglige prosesser. Slike verktøy kan åpne for forståelse utenfor lærebøkens tekst og bilde, og gi innblikk i prosesser som kan være utfordrende å forklare elever gjennom ord, tekst eller labforsøk.

I Stortingsmelding 22 påpeker Kunnskapsdepartementet (2011) nødvendigheten av at skoleledelsen har god kjennskap til det læringspotensialet som ligger i bruken av IKT. Fokus på elevenes samtaler i forbindelse med bruk av digitale læringsressurser kan gi et viktig innblikk i hvordan ulike digitale elementer kan fremme elevenes dialog, samt hvordan elevenes språklige og digitale ferdigheter kan styrke hverandre gjennom samspill med medelever.

### **1.3 Problemformulering**

Med utgangspunkt i målet i LK06 om at elever skal *kunne uttrykke seg muntlig* samt *bruke digitale verktøy* i naturfag retter min masteroppgave fokus på elevenes språklige aktivitet og samspill i arbeid med digitale verktøy. Jeg ønsker å kartlegge hvordan elever jobber, samhandler og snakker om et digitalt læringsprogram, kalt *Celler*. Programmet er sammensatt

---

<sup>1</sup> [www.viten.no](http://www.viten.no)

av ulike programelementer fra Viten.no. Jeg vil undersøke hvordan elevene uttrykker seg muntlig i samtale med hverandre om det naturfaglige innholdet i programmet og se hvordan ulike elementer motiverer elevene til å bruke sitt naturfaglige språk i samtalene. Jeg vil tolke sammenhengene mellom elevenes dialoger og programmet *Celler* og se disse to faktorene i forhold til hverandre. Studien har forankring i følgende problemstilling:

*Hvordan kommuniserer og samarbeider elever om naturfaglige prosesser når de arbeider med programmet Celler?*

For å få innblikk i dette vil jeg forsøke å besvare følgende forskningsspørsmål:

- *Hvordan bruker elevene hverandre i samspillet?*
- *Hvordan navigerer elevene i programmet?*
- *Hvordan bruker elevene naturfaglige ord?*
- *Hvilke elementer i programmet ser særlig ut til å fremme faglig dialog?*

#### **1.4 Metodiske valg og avgrensinger**

Denne undersøkelsen karakteriseres som en kasusstudie. Datamaterialet består av transkriberte filmopptak, der tre elevpar utgjør utvalget. Dette utvalget er noe lite og kunne med fordel bestått av flere elever, for å skape noe mer bredde og mer sammenlignbare data. Grunnet begrensinger i tid og utstyr ble likevel utvalget bestående av de seks elevene.

#### **1.5 Teoretiske valg og avgrensinger**

Programmene på Viten.no og oppbygningen av denne studien bygger på et sosiokulturelt syn på læring og sosial konstruktivisme. Innenfor elevers læring og samhandling har derfor teoretikere som Vygotskij (2001) og Mercer (2000) fått en sentral plass, mens Wellington og Osborne (2001) og Mortimer og Scott (2003) utgjør en viktig del av teorier om samhandling og språk, spesielt i naturfaget. Publiseringer fra Viten.no, om deres forskning på Viten-programmene, har også fått en viktig rolle i studien. Teorier om samhandling og dialog mellom *lærer og elev* er utelatt i denne studien.

## **1.6 Begrepsforklaring**

Før presentasjon av relevant teori vil jeg presentere de mest sentrale begrepene i problemformuleringen og i studien forøvrig.

### **1.6.1 Naturfaglige prosesser**

Bruken av begrepet *naturfaglige prosesser* må først av alt presiseres. I teksten brukes begrepet om naturfaglig innhold, fremfor naturvitenskapelig metode. Med *naturfaglige prosesser* menes dermed naturvitenskapelige fenomeners prosesser, som celledeling og kopiering av DNA.

### **1.6.2 Naturfaglige ord**

Sentralt i denne studien står bruk av, forståelse av og samtaler om det jeg omtaler som *naturfaglige ord*. Bruken av dette begrepet tar utgangspunkt i en inndeling av Wellington og Osborne (2001), som deler naturfaglig språk inn i *naturfaglige*, *semi-tekniske*, og *ikke-tekniske* ord. *Naturfaglige ord* omfatter her ord som er unike for naturfaget, som celle og kromosom, eller naturfaglige ord som også gir mening utenfor faget, som energi og masse.

### **1.6.3 Meningsdannelse**

I denne studien benyttes begrepet meningsdannelse som en norsk betegnelse på det engelske begrepet *meaning making*. Begrepet omhandler kunnskapsforståelse, og det å kunne se meningen av fenomener eller prosesser. Elever skal, eksempelvis gjennom å erverve ny kunnskap og forståelse av celledeling, danne forståelse av hensiktene som ligger i grunn for ulike fenomener og prosesser.

## **1.7 Oversikt i teksten**

Masteroppgaven er bygd opp med utgangspunkt i forskningsspørsmålene. Teorien tar for seg de mest relevante aspektene med utgangspunkt i sosiokulturelle læringsteorier og Læreplanen for Kunnskapsløftet (Kunnskapsdepartementet, 2010). I teoridelen presenteres områdene muntlige og digitale ferdigheter i naturfag, bruk av modeller og elevsamhandling, samt språkets plass i naturfaget. Metoden presenterer studiens forskningsdesign og analytiske prosesser, samt en vurdering av studiens kvalitet. Resultatene og diskusjonen presenteres i hvert sitt kapittel, men med utgangspunkt i samme oppbygning, og tar løpende for seg de fire forskningsspørsmålene. I diskusjonen blir det avslutningsvis trukket frem aspekter som kan

besvare den overordnede problemstillingen. Avslutningsvis oppsummeres funnene i en konklusjon, der også studiens konsekvenser og relevante oppfølgingsspørsmål trekkes frem.





## Kapittel 2 Teoretisk perspektiv

I dette kapittelet tar jeg for meg teoretiske perspektiver og forskning som er særlig relevant for samhandling, språk og bruk av digitale ressurser i naturfag. Digitale læringsressurser kan være gode verktøy i tilnærmingen til en naturfaglig allmenndannelse. Samtidig kan muntlig interaksjon gi elevene viktig trening i å sette ord på, dele og utvikle sine tanker og holdninger om blant annet naturfaglige prosesser. Elevers muntlige og digitale er dessuten to av de fem grunnleggende ferdighetene som ble innført med LK06. Kapittelet belyser teorier om elevsamhandling, dialog og bruk av modeller, spesielt i naturfagundervisning. Avslutningsvis presenteres nettstedet Viten.no, som er utgangspunktene for studien og programmet *Celler*, som benyttes en digital læringsressurs i studien. Viten.no legger til rette for at elevene kan bruke språket aktivt og ved hjelp av *Celler* har jeg i denne studien undersøkt hvordan dette skjer.

### 2.1 Studiens pedagogiske forankring

Programmene på Viten.no og oppbygningen av denne studien bygger på et sosiokulturelt syn på læring og sosial konstruktivisme, etter Vygotskij og Bakhtin. Disse perspektivene er videreføring av personlig konstruktivisme, som har som hovedtanke at alle individer konstruerer mentale modeller av sin virkelighet (Driver, Asoko, Scott, & Mortimer, 1994). I følge Mercer (2005) ser sosialkonstruktivisme på kommunikasjon, tankeprosesser og læring som et produkt av læringskulturer der kunnskap deles og forståelse konstrueres i samhandling med andre. Samhandlingen formes av den kulturelle situasjonen, og tenking, samarbeid og utvikling forstås ut i fra synet på mennesket som et sosialt vesen. Fra et sosiokulturelt perspektiv ses læring på som en prosess basert på dialog mellom lærere og elever, som representerer ulike verdier og meninger i reflekterte situasjoner (Mercer, 2005).

### 2.2 Naturfaglig innsikt og forståelse

I LK06 blir naturfaget omtalt som et grunnleggende fag i elevers allmenndannelse. Her står det blant annet:

*En viktig del av allmennkunnskapen er å kjenne til at naturvitenskapen er i utvikling, og at forskning og ny kunnskap i naturvitenskap og teknologi har stor betydning for samfunnsutviklingen og for livsmiljøet. (...) Samtidig skal naturfag bidra til at barn og unge utvikler kunnskaper og holdninger som gir dem et gjennomtenkt syn på samspillet mellom natur, individ, teknologi, samfunn og forskning (Kunnskapsdepartementet, 2010)<sup>2</sup>.*

---

<sup>2</sup> <http://www.udir.no/grep/Lareplan/?laereplanid=1099072>

Når en snakker om naturfag som allmenndannelse trekker en ofte inn tre sentrale aspekter, naturfag som *produkt*, *prosess* og *sosial institusjon*. I denne studien har argumentene om naturfag som *produkt* og *prosess* viktige roller. Det første omhandler naturfagets innhold, det naturfaglige kunnskapssystemet, med ideer og forklaringer (Mork & Erlie, 2010; Sjøberg, 2009). I denne studien benyttes Viten-programmet<sup>3</sup> *Celler* som et verktøy for å synliggjøre innholdet og for at elevene skal kunne dele sine oppfatninger av forklaringene med andre. *Produktet* kommer frem gjennom naturfaglige begreper, teorier, lover og modeller. Gjennom samhandling i arbeidet med *Celler* får elevene mulighet til å spørre hverandre, forklare og diskutere teorier og modeller, og de får trening i å bruke naturfaglige begreper. Naturfag som *prosess* og metode trekker frem de naturfaglige kunnskaper og den argumenterende strukturen som gjenspeiler naturvitenskapen (Sjøberg, 2009). *Celler* er tenkt som en ressurs som kan synliggjøre naturfaglige prosesser og hjelpe elevene til diskutere seg frem til forståelse av de prosesser og fenomener som blir presentert.

Naturfaglig allmenndannelse kan sammenlignes med begrepet *scientific literacy*, og ble blant annet tidligere brukt av PISA (Kjærnsli, Lie, Olsen, & Roe, 2007). *Scientific literacy* kan forklares som en persons kunnskap om, og bruk av, naturfag, forståelse og innsikt i hvordan naturvitenskap og teknologi former omgivelsene og vilje til å engasjere seg med en naturfaglig tilnærming i naturfaglige problemstillinger (Kjærnsli, et al., 2007). PISA lister opp tre kompetanser som står sentralt i et naturvitenskapelig samfunn og som de benytter for å måle *scientific literacy*:

- Å kunne identifisere seg med naturfaglige problemstillinger, forstå hva naturvitenskapen inneholder og hva som er sentralt.
- Å kunne forklare fenomener naturvitenskapelig, for å forstå fakta, begreper og lover og å kunne anvende denne kunnskapen.
- Å kunne bruke naturfaglig evidens for å forstå og verdsette naturvitenskapens evidens og å kunne bruke denne til å trekke konklusjoner og argumentere, men også formidle konklusjonene og evidensen disse bygger på (Kjærnsli, et al., 2007)

---

<sup>3</sup> [www.viten.no](http://www.viten.no)

For å beherske disse tre kompetansene må elevene jobbe aktivt med språket gjennom ferdigheter som lesing, skriving og muntlig aktivitet. Sammen med å kunne regne og å kunne bruke digitale verktøy beskrives disse som de fem grunnleggende ferdighetene i LK06 (Kunnskapsdepartementet, 2010). I min studie snakker elever sammen om et naturfaglig tema, som en tilnærming mot målene nevnt i LK06, mens de arbeider med en digital læringsressurs. I denne studien står derfor spesielt muntlige og digitale ferdigheter sentralt.

### 2.3 Kommunikasjon og språk

Hovedfokus i denne studien er å undersøke elevens interaksjon og samhandling ved å analysere hvordan elevene kommuniserer muntlig om det naturfaglige innholdet når de jobber med *Celler*. Ferdigheten *Å kunne uttrykke seg muntlig* peker generelt på at elevene skal være i stand til å lytte, samtale, beskrive, presentere og drøfte ulike tema (Traavik, 2009). Når elever får bruke sitt muntlige språk i fellesskap med andre kan dette fungere som et godt verktøy for å opprette forståelse for naturfagets termer, uttrykksformer, språk og begreper (Mortimer & Scott, 2003). På samme måte kan elevene snakke seg til bedre innsikt i temaet celler og opprette en styrket forståelse av fagets språk og begrep. Muntlige ferdigheter er også en forutsetning for å kunne kommunisere med andre, både i og utenfor skolen (Traavik, 2009). Gjennom trening i å bruke språket sitt i skolen og på fritiden får elevene samtidig utviklet sine sosiale ferdigheter. I LK06 knyttes muntlige ferdigheter til å kunne uttrykke seg skriftlig og beskrives på følgende måte:

*Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig i naturfag innebærer å presentere og beskrive egne opplevelser og observasjoner fra naturen. I naturfag er skriftlige rapporter fra eksperimenter, feltarbeid, ekskursjoner og fra teknologiske utviklingsprosesser sentrale. Å kunne formulere spørsmål og hypoteser og å bruke naturfaglige begreper og uttrykksformer inngår i dette. Å argumentere for egne vurderinger og gi konstruktive tilbakemeldinger er viktig i naturfag (Kunnskapsdepartementet, 2010)<sup>4</sup>.*

Både muntlig og skriftlig språk bygger på kommunikasjon mellom mennesker. Vi bruker språk for å kommunisere, gjennom å dele kunnskap, meninger og informasjon. Kommunikasjon er en forutsetning for tenking, læring og utvikling. Ordet *kommunisere* har opphav i det latinske ordet *communicare*, som betyr å ”gjøre felles” (Svennevig, 2001). Innenfor pragmatikken vil kommunikasjon og det å gjøre noe felles innebære en meningsfylt, eller intensjonell handling. Pragmatikken studerer språk som *handling*, med de handlende aktørene i fokus (Svennevig, 2001).

---

<sup>4</sup> <http://www.udir.no/grep/Lareplan/?laereplanid=1099072&visning=4>

Mercer (2005) mener at forskning på disse områdene må anerkjenne og medregne menneskers naturlige sosiale og kommuniserende adferd. Han ser på undervisning som en dialogisk prosess, der elever og lærere opptrer og samhandler på en arena som reflekterer den enkelte skolens verdier og sosiale praksis (Mercer, 2005). Muntlig språkbruk kan på mange måter ansees som en muntlig form for å tenke, eller å sette ord på tankene sine. Vi bruker språket som et verktøy for å skape forståelse av vår omverden, for å diskutere, begrunne og for å komme til enighet med andre (Mortimer & Scott, 2003). Svennevig (2001) hevder at språket, i enhver kommunikasjonssituasjon, har et intendert eller tenkt budskap. Når elever kommuniserer, for eksempel i gruppearbeid, gjør de dette for å overbringe et budskap. Når ord benyttes er det for å formidle tanker og ikke ordene i seg selv. Ordene fungerer som verktøy som kan hjelpe elevene å formidle sine tanker og ideer (Mercer, 2000). Når elevene formulerer setninger gjør de dette med utgangspunkt i *hva* de ønsker å formidle og til *hvem*. Likevel kan de sjelden vite om medeleven oppfatter budskapet bak ordene på den måten de ønsker. Når vi bruker språket har vi en individuell tolkning av vår ytring, et budskap som mottakeren søker. Likevel er det mottakerens tolkning av ytringen som blir det endelige budskapet. Svennevig (2001) hevder at på slikt grunnlag kan kommunikasjon bestå av to sentrale prosesser, *de mentale* og *de sosiale*. Talerens intensjoner og mottakers forståelse på det mentale planet og deltakernes evne til samhandling og tilpasning på det sosiale planet. Mercer (2000) bruker uttrykket *Å tenke høyt sammen* om prosesser som inkluderer språkbruk i fellesskap med andre. Kommunikasjon kan dermed forklares som *samhandling* (Svennevig, 2001). I det følgende skal vi se hvordan samhandling kan virke meningsskapende og bidra til økt kunnskapsforståelse.

### **2.3.1 Elevsamhandling**

I denne studien ser jeg på et utvalg elevpar og deres samhandlende læring knyttet til en digital ressurs. Sett fra et sosiokulturelt perspektiv er nettopp læring et resultat av en sosial kunnskapsdannende prosess mellom aktive individer (Vygotskij, 2001). Samhandling og samhandlingens språk spiller en viktig rolle, og samtale mellom de lærende er en forutsetning for å skape mening og oppnå resultater i læringsprosessen (Mercer, 2005).

I all elevinteraksjon danner partene seg kontinuerlig fortolkninger og de skaper mening i hendelser og ulike situasjoner. Samtidig synliggjør de sine tolkninger for medelever.

Vygotskij's (2001) teorier fremhever at når det kommer til mellommenneskelig interaksjon er

språket utelukkende det viktigste læringsredskapet for å opparbeide seg mening om verden og menneskers tilværelse. Samtidig er interaksjon et viktig verktøy for å stimulere til tankevirksomhet og argumentasjon. Mercer (2005) mener at dialog, i form av samtale og diskusjon, kan anses som en *sosial tankeprosess*. Han hevder at elevenes språklige rolle i klasserommet må sees i lys av tre viktige dimensjoner. For det første må læreren legge til rette for at elevene *får sette ord på tankene sine*. For det andre må elevene *få tilgang til hverandres tanker*. Og til slutt må det vies oppmerksomhet og fokus på *hvordan lærere snakker med elevene*, fordi dette er en viktig del av det som læres (Mercer, 2000). Kunnskapsforståelse kan derfor ikke sees på utelukkende som et resultat av individuelle læringsprosesser. For å oppnå en solid kunnskapsforståelse bør det involveres kompleks interaksjon mellom mennesker og kunnskapskilder, og ligge godt organisert tilrettelegging i grunn (Mercer, 2005; Vygotskij, 2001). Sosiokulturell kommunikasjon og læring knyttes ofte til sosiokulturelle prosesser som kulturelle fenomen, som at elevs læringsprosess er et resultat av den klasseromskulturen og det samspillet de deltar i (Mercer, 2005). Dette innebærer at individer deler kunnskap og ideer, og konstruerer forståelse i samhandling med andre. Også i denne studien står de kulturelle fenomenene sentralt. Elevenes interaksjon om sin kunnskap og forståelse er et resultat av de kulturelle fenomener disse er kjent med.

I tilknytning til elevsamhandling og muntlig interaksjon i naturfag er det naturlig å trekke inn språk i naturfag. Naturfag oppleves for mange som spesielt utfordrende på grunn av det *naturfaglige språket*.

### **2.3.2 Språkbruk i naturfag**

Hovedfokus i denne undersøkelsen er rettet mot hvordan elevene praktiserer samhandling og bruker sitt naturfaglige språk i gjennomføringen av Viten-programmet *Celler*. Språk er et viktig verktøy for naturvitenskapen og en stor del av naturfaget. Wellington og Osborne (2001) hevder at naturfaglærere på mange måter er språklærere, fordi det naturfaglige språket må ligge til grunn for en naturfaglig forståelse. Det naturfaglige språket preges av mange begreper om komplekse begrep, og kan for mange være vanskelig å relatere seg til. Forskningen til Wellington og Osborne (2001) har vist at det å lære det naturvitenskapelige språket er en av de største utfordringene ved å tilegne seg naturfaglig kunnskap. Det naturfaglige språket i lærebøkene er for mange uforståelig og navnene på utstyret som brukes i forsøk er uvante. Knain (2005) mener språk kan støtte læring i naturfag på tre måter:

- Som en ressurs for å tilegne seg faglige begreper og grammatiske mønstre
- Som en ressurs for å lære hva som kjennetegner naturfaglig språk
- Som en ressurs for å oppøve seg kompetanse i å lese, snakke, og skrive det naturfaglige språket.

Mork og Erlie (2010) mener at elevene må praktisere det naturfaglige språket for å kunne tilegne seg ferdigheter i å uttrykke seg muntlig i naturfag. Dette kan praktiseres gjennom flere tilnærminger, ved å lese, skrive, snakke og lytte til språket. Lemke (1990) hevder at en bør snakke naturfaglig med andre som allerede mestrer språket og bruke språket mest mulig i situasjoner der det faller seg naturlig. I det følgende presenteres aspekter av argumentasjon og naturfaglige ord, som utgjør en viktig del av problemformuleringen i denne studien.

### **2.3.2.1 Elevdialog**

Wellington og Osborne (2001) peker på hvordan ulike typer spørsmål påvirker elevers bruk av språk. De hevder at ”lukkede” spørsmål, som etterspør navn eller spesifikke argumenter, er lite hensiktsmessige for å stimulere elevenes språklige aktivitet. Gjennom forskning på skoleelevers dialog i klasserommet har Mercer (1996) kommet frem til en tredelt kategorisering av faglige tanker og elevdialog. Han benytter beskrivelsene *ordstridig* (disputational), *akkumulerende* (cumulative) og *utforskende* (exploratory) prat om elevenes ulike samtaleformer. I denne omtalen kjennetegnes ordstridig prat av uenighet, mangel på argumenter og individuelle avgjørelser. Slike samtaler består ofte av ubegrunnede påstander, som ”Jo, det er det” eller ”Det tror ikke jeg”. Akkumulerende prat er samtaler som bygger ukritisk på hva andre sier. Kunnskapen bygger på et flertall ubegrunnede påstander, og kjennetegnes ofte av repetisjoner og bekreftelser. Utforskende prat omhandler samtaler der de involverte deltar og vurderer hverandres ideer kritisk, men konstruktivt. Påstander blir lagt frem og vurdert i fellesskap. Den kunnskapen som konstrueres bygger på felles forklaringer og samtalene kjennetegnes av begrunnelser (Mercer, 1996, 2005).

### **2.3.2.2 Argumentasjon**

Argumentasjon er en sentral drivkraft i naturvitenskapelig praksis (Mork & Erlie, 2010) og er i følge LK06 en viktig del av naturfaget i skolen. Muntlige og skriftlige ferdigheter i naturfag innebærer å kunne argumentere for egne vurderinger og gi konstruktive tilbakemeldinger (Kunnskapsdepartementet, 2010). Mork og Erlie (2010) presenterer tre

sentrale mål for å fokusere på argumentasjon i naturfag: Elevene skal få kunnskap om naturvitenskapens egenart, få grunnlag for deltakelse i demokratiske prosesser, samt utvikle mer avanserte ferdigheter enn å gjengi og bruke kunnskaper.

Wellington og Osborne (2001) hevder at elever må tilegne seg de naturfaglige ordene og lære seg og tenke naturfaglig før de kan lære å begrunne og argumentere i naturfag. Toulmin (1958) definerer *argumentasjon* som en påstand og dens medfølgende begrunnelser. I naturfag formulerer en argumenter på bakgrunn av vurderinger av evidens. Elever knytter ny kunnskap til begrunnelser og påstander, gjerne med utgangspunkt i tidligere etablert viten, i ulike argumenter, rapporter og betingelser (Mork & Erlie, 2010). I denne studien er læringsressursen ment å fremkalle naturfaglig argumentasjon gjennom ulike tilnærminger. Læringsressursen fungerer som et verktøy for å engasjere elevene til å bygge videre på allerede etablert kunnskap. Gjennom å dele sine forkunnskaper, samtidig som de kan støtte seg til tekst og modeller, kan elevene argumentere seg frem til ny kunnskapsforståelse om temaet celler.

### **2.3.2.2 Bruk av naturfaglige ord**

Som tidligere omtalt kan det naturfaglige språket være en barriere når elever skal lære naturfag. Det er derfor viktig at elevene får praktisere bruken av det naturfaglige språket. Jeg vil undersøke hvordan en læringsressurs som *Celler* kan stimulere elevene til å praktisere dette språket. Wellington og Osborne (2001) har presentert en grovsortering av ord i det naturfaglige språket, der de skiller mellom *naturfaglige*, *semi-tekniske* og *ikke-tekniske* ord. Denne inndelingen viser at språket befatter mange typer ord, mange av dem med flere betydninger. I denne studien velger jeg å fokusere på de *naturfaglige ordene*.

Mange ord i språket forutsetter god kjennskap til naturfagets miljø og diskurs. En taksonomi over naturfaglige ord, utarbeidet av Wellington og Osborne (2001), deler ulike typer ord inn i fire kategorier eller nivå. På nivå 1 finner vi *navnsettende ord*, på nivå 2 *prosessord*, nivå 3 *begreper* og på nivå 4 det de kaller *matematiske "ord" og symboler* (Wellington & Osborne, 2001).

*Navnsettende* ord betegner observerbare, identifiserbare objekter eller enheter (Mork & Erlie, 2010). Disse er altså navn på alt fra planter til teknologiske innretninger. *Prosessord* omtaler naturfaglige prosesser, enten synlige, som ordet *eksplosjon*, eller usynlige som

*celledeling* (Wellington & Osborne, 2001). *Begreper* er en stor del av det naturfaglige språket og betegner ideer, prinsipper og forestillinger (Mork & Erlie, 2010). Eksempler på slike er *atom* og *kromosom*. Symbolene  $\mu$  og  $\bar{U}$  er eksempler på *matematiske "ord" og symboler*.

Mange kan se utfordringer i å forstå og kunne bruke naturfaglige begreper fordi de ofte er abstrakte eller komplekse. De bygger ofte på andre begreper og krever visse forkunnskaper for å kunne gi mening (Mork & Erlie, 2010). Et eksempel er begrepet DNA-tråd, som forutsetter kjennskap til oppbygning av DNA og cellers funksjoner. Denne kategorien krever med andre ord mer forståelse enn navsettende ord og prosessord fordi den utfordrer til å bygge videre på allerede kjente ord og begreper. Wellington og Osborne (2001) viser at elever ofte blander sammen naturfaglige begreper og at elever av og til har en motsatt forståelse av hva begreper betyr. Lemke (1990) hevder at mange elever ikke ser meningene i naturfaglige ord og at de sjelden forstår de tematiske sammenhengene mellom disse. Uten å forstå ordene og slike sammenhenger vil det heller ikke gi mening å benytte disse ordene i setninger og dialog. En undersøkelse blant elever mellom 14 og 17 år viser at det er vanskelig å se sammenhengen mellom atomer og celler (Sewell, 2002). Elevene blander begrepene og har manglende forståelse for at celler er bygd opp av atomer.

Lemke (1990) mener at elever sjelden lærer hvordan en snakker naturfaglig. De vet ikke hvordan en bruker naturfaglige ord i setninger og hvordan en overfører eller omdanner et ord når det brukes i ulike sammenhenger. Mortimer og Scott (2003) fremhever dette når de hevder at man ikke *kan* et ord dersom en ikke kan *benytte* dette i ulike sammenhenger. Mork og Erlie (2010) trekker frem hvordan slike omdanninger, eller *nominaliseringer*, kan gjøre det mulig å snakke om mer komplekse prosesser, som celledeling og celleånding. Nominalisering betyr å omdanne et ord, oftest verb og adjektiv, til et substantiv (Mork & Erlie, 2010). For eksempel kan verbet *å dele* omgjøres til substantivet *deling*, og deretter kobles til *celle* og gi substantivet *celledeling*. Nominaliseringer skiller det naturfaglige språket fra det språket elevene bruker i dagliglivet. Celledeling bygger på prosessen der en celle deler seg, og celleånding på nedbryting av næringsstoffer i mitokondriene. Prosessen løftes frem av nominaliseringen, den presiseres og omtales som et spesifikt fenomen. Til slutt er nominalisering et viktig språklig verktøy for å skape fagterminologi, der kjente begreper knyttes til nye og utvider elevens forståelse og kunnskap (Mork & Erlie, 2010). Lemke (1990) viser til forskningsresultater som tilsier at store deler av dialoger i klasserommet er mellom lærer og elev, samt at lærere ofte stiller spørsmål som kan besvares med få ord. Slike



dialoger gir elever lite trening i å uttrykke seg muntlig i naturfag, samt å utforske det naturfaglige språket.

## 2.4 Digitale verktøy

Internettets gjennombrudd i 90-årene brakte med seg et teknologisk vendepunkt med nye muligheter for kunnskapsdeling, kommunikasjon og samarbeid. Bruken av IKT og internett i arbeidslivet og i hjemmene ekspanderte, mens skolene i lang tid hadde begrenset tilgjengelighet til digitalt utstyr og manglende kompetanse. L97 nevnte bruk av IKT i utdanningen, men det var først med LK06 at IKT virkelig ble vektlagt. Med LK06 kom betegnelsen *Digitale verktøy* inn i læreplanen, og ferdigheten *Å kunne bruke digitale verktøy* ble likestilt med ferdighetene lesing, skriving og regning og det å kunne uttrykke seg muntlig. I de ulike fagene vektlegges ulike aspekter av digital kompetanse, som gjenspeiler noe av fagets øvrige kompetansemål (Kunnskapsdepartementet, 2010). I rapporten ”Digital skole hver dag”, fra Forsknings- og kompetanseverket for IT i Utdanningen, defineres begrepet *digital kompetanse* på følgende måte: ”*Digital kompetanse er ferdigheter, kunnskaper, kreativitet og holdninger som alle trenger for å kunne bruke digitale medier for læring og mestring i kunnskapssamfunnet*” (ITU, 2005, s. 8). I Kunnskapsløftets del ”Grunnleggende ferdigheter i naturfag” står det:

*Å kunne bruke digitale verktøy i naturfag dreier seg om å kunne benytte slike verktøy til utforskning, måling, visualisering, simulering, registrering, dokumentasjon og publisering ved forsøk og i feltarbeid. For å stimulere kreativitet, levendegjøre og visualisere naturfaglige problemstillinger er digitale animasjoner, simuleringer og spill gode hjelpemidler. Kritisk vurdering av nettbasert naturfaglig informasjon styrker arbeidet med faget. De digitale kommunikasjonssystemene gir muligheter for å drøfte naturfaglige problemstillinger (Kunnskapsdepartementet, 2010)<sup>5</sup>.*

Å utnytte digitale verktøy pedagogisk innebærer å stimulere til læring gjennom nye tilnærminger. Å ta i bruk digitale hjelpemidler i skolen i tillegg til læreboken, kan fremme elevenes skaperevne og skape variasjon. Ifølge ITU (2005) kan digitale hjelpemidler gjøre det lettere å gjennomføre tilpasset opplæring og skape større fleksibilitet i undervisningen. Poenget er å se hva det digitale kan tilføre undervisningen, fremfor å erstatte eksisterende metoder. Otnes (2009) bruker uttrykket ”å være digital”, fremfor digitale ferdigheter, og omtaler målet om å bli digital som en holdning eller livsstil fremfor en ferdighet.

---

<sup>5</sup> <http://www.udir.no/grep/Lareplan/?laareplanid=1099072&visning=4>

I tilnærmingen mot målet om digitale ferdigheter finnes det en rekke ulike digitale verktøy som kan benyttes hensiktsmessig i undervisning. I dette prosjektet er det benyttet en digital læringsressurs som tilnærming til temaet celler.

I Norge har det blitt diskutert hvilke arenaer som bør benyttes for best læringsutbytte og for å gjøre elevene mest mulig digitalt kompetente. Åpne arenaer er arenaer der alle har tilgang, som blogger og digitale mapper, mens lukkede arenaer omhandler passordbeskyttede ressurser og rom (Otnes, 2009). Mange læringsressurser på nett ligger en plass mellom det åpne og det lukkede rommet: De har fastsatte rammer for opplæringen, men åpner for muligheten til å benytte andre nettressurser eller tilnærminger i problemstillingen. Viten.no, NDLA<sup>6</sup> og Dammskolen<sup>7</sup> er eksempler på slike nettsteder som tilbyr digitale læringsressurser, blant annet for naturfag i grunnskolen. Disse har forankring i LK06 og kan fungere som verktøy for elever, i undervisning og hjemme. Digitale læringsressurser åpner for en mer elevstyrt navigering i et tema i forhold til i en lærebok. Elevene kan disponere tiden slik de ønsker og kan bevege seg fritt innenfor plattformen. De kan i realiteten hoppe over det de opplever som uinteressant eller lite relevant, eller gå tilbake for å lese eller se noe om igjen, som en animasjon. Når en skal bruke slike ressurser er det viktig å vurdere disse i forhold til det tekniske, det tekstlige, til brukeren, til konteksten og til det faglige (Erstad, et al., 2009). I det følgende presenteres teorier om hvordan en kan knytte bruk av muntlig uttrykk til arbeid med digitale ressurser.

## **2.5 Samhandling, språk og digitale verktøy**

Denne mastergradsstudien knytter de to grunnleggende ferdighetene, muntlige og digitale ferdigheter, sammen. Den digitale ressursen er ment å styrke elevenes muntlige interaksjon, samtidig som elevene samhandler om å tilegne seg kunnskap og løse oppgavene i programmet.

Bruk av digitale læringsressurser som legger opp til elevinteraksjon er i samsvar med synet til Vygotskij (2001) om at læring er en sosial prosess som involverer sosiale dimensjoner. Gjennom en slik tilnærming kan elevene oppleve at læringen foregår gjennom kommunikasjon og samarbeid gjennom arbeidet programvaren. Læring foregår ikke bare inni en person, men i dialog og samhandling med andre (Vygotskij, 2001). Læringen, eller den

---

<sup>6</sup> Nasjonal Digital Læringsarena, [www.ndla.no](http://www.ndla.no)

<sup>7</sup> [www.dammskolen.no](http://www.dammskolen.no)

erhvervede kunnskapen, kan synliggjøres i elevers prestasjoner på prøver, men også i hvordan de benytter spesifikke verktøy på produktive måter for å nå konkrete mål (Säljö, 1999). På samme måte er samarbeid og dialog viktige verktøy for å dele og diskutere individuelle oppfatninger og kunnskap. Gjennom dialog og samhandling med andre kan vi også ved å rekonstruere den kunnskapen vi innehar, ved behov (Scanlon, Issroff, & Murphy, 1999). Light og Littleton (1999) viser at elevens individuelle læringsutbytte øker når de jobber i par, kontra alene, slik de gjør i denne studien.

Mortimer og Scott (2003) refererer til Vygotskijs teori om elevenes *proksimale utviklingszone* (Zone of proximal development) når de omtaler læring og meningsdannelse. Teorien er velkjent innenfor didaktikken og belyser elevers potensielle læring med og uten hjelp utenfra. I denne studien kan to faktorer påstås å utvide elevenes proksimale utviklingszone, *medeleven* og Viten-programmet *Celler*. Gjennom å studere samarbeidspartneres dialog og samhandling kan vi åpne for et innblikk og dypere forståelse av hvordan elevers læringsprosesser forløper og dyrkes frem i slike situasjoner (Mercer, 2005). Det *teknologiske*, *epistemologiske* og *institusjonelle* synet på meningsdannelse er relevant i forskning på elevers interaksjon og læring i arbeid med digitale læringsressurser. Det *teknologiske* perspektivet ser digitale læringsressurser som kulturelle fenomen eller gjenstander utviklet av mennesker og retter fokus på hvordan elever engasjerer seg i slike fenomen. Det *epistemologiske* perspektivet peker på hvordan elevenes læringsmiljø benytter kompleksiteten av begreper innenfor ulike fagområder, som i min studie tilsvarende kompleksiteten av fagområdet *cellebiologi*. Det *institusjonelle* perspektivet kjennetegnes ved påstanden om at elevers meningsdannende prosesser ikke bare er relatert til de umiddelbare kontekstene som er integrert, men også situert i en langvarig institusjonell prosess (Furberg, 2009; Linnell, 1998).

Vitenskapelig diskusjon og argumentasjon har lenge stått sentralt i forskning innen naturfagdidaktikk. Slik forskning, med tilknytning til bruk av digitale verktøy, har i stor grad hatt et sosiokulturelt fokus, gjennom studier rettet mot en spesifikk handling, nemlig elevers samtale i vitenskapelig diskurs (Mortimer & Scott, 2003). Studiene bygger ofte på elevers skriftlige besvarelser, som nettdiskusjoner og rapporter, eller pre- og post-tester. Mange av disse studiene har påvist endringer i elevenes evne til å diskutere og argumentere om vitenskapelige fenomener, samt påvist endringer i elevers faglige oppfatning og forståelse av disse (Furberg, 2009; Hakkarainen, 2003; Mork, 2006; Strømme, 2004; 2011; Seethaler & Linn, 2004). Hakkarainen (2003) viser at elever kan få økt prosessorientert forståelse for

naturfaglige fenomener gjennom bruk av digitale læringsressurser og interaksjon. Mork og Jorde (2004) viser elevers fordelaktige endringer av synet på ulv knyttet til et av programmene på Viten.no. Gjennom analyser av pre- og post-tester kom de frem til resultater som viste signifikante forskjeller i elevenes kunnskaper og holdninger om ulv, før og etter gjennomgang av Viten-programmet. Andre forskere har benyttet film i sine prosjekter om digitale læringsressurser og samhandling, for å kartlegge elevers læring og læringsprosess når de jobber med slike (Mork, 2006; 2011; Strømme, 2004). I likhet med denne studien har de benyttet film for å se på forholdet mellom elevenes handlinger og utsagn og det som skjer på skjermen. I likhet med min studie utgjør modeller en stor del av de ulike skjermbildene, da disse illustrerer fenomener og prosesser gjennom hele det benyttede programmet.

## **2.6 Bruk av modeller i naturfagsundervisning**

Modeller kan bidra til å redusere kompleksiteten av prosesser og fungere som et hjelpemiddel til å skape egen forståelse (Mathiassen, 2008). Med utgangspunkt i et konstruktivistisk læringssyn kan vi si at modeller er et viktig verktøy for å la elevene bygge videre på kunnskap de allerede har ervervet. I dette prosjektet benyttes et metodisk verktøy med variert innhold. Temaet elevene jobber med presenteres gjennom blant annet bilder, figurer og animasjoner. Ved å studere modeller som dette kan elevene gjenkjenne eller assosiere objekter eller prosesser med allerede kjente fenomener (Hannisdal & Ringnes, 2003).

Nettsteder som Viten.no kombinerer ofte bruk av tekst, modeller og aktiviteter. Denne studien har som mål å undersøke hvordan ulike digitale modeller, som illustrerer naturfaglige prosesser, skaper dialog mellom elevene. Modellene som er benyttet kan kalles *analoge modeller* fordi de visualiserer objekter, fenomener eller prosesser gjennom nye medium. Skalamodeller har i lang tid blitt benyttet i klasserommet og spesielt i naturfag. Analoge modeller skiller seg fra skalamodeller, ved at analoge modeller kan illustrere prosesser som er tilsynelatende usynlige (Jorde, 2003; Jorde, et al., 2003; Mathiassen, 2008). Gassekspløsjoner på sola, proteinsyntesen og celledeling er gode eksempler på slike prosesser.

Modellers oppbygning og innhold er avgjørende for om de kan bidra positivt i læringen. Mathiassen (2008) mener at dersom elevene ikke forstår modeller eller deres betydning vil de heller ikke gi noen mening. Å forstå modeller er i seg selv en ferdighet, men modeller bør også vurderes kritisk før de tas i bruk. Alder og elevforutsetninger er to grunnleggende faktorer som bør tas med i vurderingen, da disse er avgjørende for hvordan elevene tilegner

seg kunnskap. Animasjoner og simuleringer er to typer analoge modeller som kan benyttes blant annet for å konkretisere slike prosesser. Viten.no kombinerer ofte bruk av disse i programmene sine, men i *Celler* er det animasjoner som står sentralt.

### **2.6.1 Animasjoner**

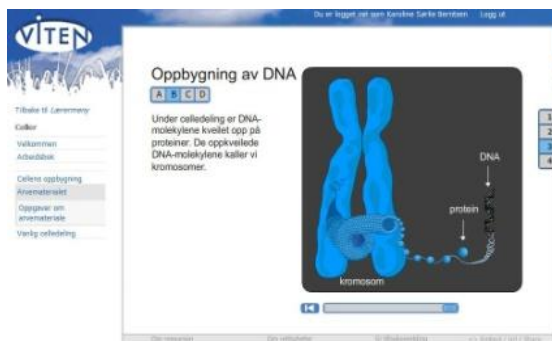
Den teknologiske utviklingen i den virtuelle verden gir stadig nye muligheter for å illustrere naturfaglige begreper og prosesser. En digital simulering kan etterligne og illustrere naturvitenskapelige prosesser eller benyttes for å gjennomføre interaktive forsøk. De lages etter en modell av virkeligheten og kan studeres for å se hvordan modellen virker og for å finne sammenhenger. Simuleringer gir stor grad av interaktivitet, fordi elevene kan eksperimentere med dem, men innenfor faste rammer (Mork & Erlien, 2010). En digital animasjon oppleves som en film og gir et visuelt inntrykk av en prosess, der alle variabler er fastsatt (Mork & Erlien, 2010). Animasjoner utgjør en stor del av programmet som er benyttet i denne studien.

Modeller i form av animasjoner kan tillate elever å utforske steder og prosesser som tidligere bare kunne presenteres gjennom bilder. Forskningsresultater støtter opp under bruk av animerte pedagogiske elementer i digitale læringsressurser og hevder blant annet at slike kan fungere motiverende på mange elever (Craig, Gholson, & Driscoll, 2002; Light & Littleton, 1999; Mork & Erlien, 2010). De kan gjengi prosesser som kan være utfordrende å forklare eller forstå gjennom stillbilder og tekst. Modellene som benyttes i denne studien illustrerer naturfaglige fenomener og prosesser, som oppbygning av DNA og celledeling, gjennom stiliserte fremstillinger.

Animasjoner sammenlignes ofte med film, fordi de består av bilder som skaper en illusjon av bevegelse. De fungerer ofte godt fordi de kan illustrere omfattende prosesser og fenomener på forenklet vis og på kort tid. En forenklet gjenskapning kan vektlegge de mest sentrale aspektene, da utviklerne står fritt til å fremheve, fjerne eller stilisere prosessene (Mork & Erlien, 2010). Forskningsresultater på bruk av ulike typer modeller kan fortelle noe om hva som kjennetegner gode animasjoner. Disse viser blant annet at animasjonene bør utelukke forvirrende elementer og lages slik at elevenes oppmerksomhet trekkes til vesentlige elementene i forståelsen (Craig, et al., 2002). Dessuten kan det med fordel benyttes piler, uthevninger og farger for å fremheve sammenhengen og innholdet mellom tekst og animasjon (Craig, et al., 2002)

Rieber (1990) har vist at animasjoner kan fungere støttende i læringen og føre til økt læringsutbytte. Likevel har han fastsatt fire betingelser som bør ligge til grunn for at slike animasjoner skal ha noen hensikt i digitale læringsressurser. Han mener at animasjoner kan benyttes når a) programmets innhold krever at elevene visuelt ser for seg bevegelse eller prosjektilbaner, b) elevene skal tilegne seg lærestoff som er utfordrende, men overkommelig, c) når programmet må tiltrekke elevens oppmerksomhet mot bevegelse eller prosjektilbaner gjennom å bruke animasjoner, d) når de lykkes i å kombinere animasjonene med andre aktiviteter eller oppgaver som kan relateres til innholdet (Rieber, 1990, s. 139).

Strømme (2004) viser i sin forskning fra norske klasserom hvordan elever opplever at animasjoner gjør det lettere å huske naturfaglig innhold og blir mer motivert til å lære. I denne masterstudien studeres elevenes samtaler i forbindelse med bruk av blant annet ulike animasjoner. Figur 1 og 2 viser stillbilder av to av animasjonene som inngår i programmet *Celler*. Alle de benyttede animasjonene kan studeres nærmere i Vedlegg 8.



**Figur 1: Animasjonen "Vanlig celledeling, kopiering av DNA- C"**

Animasjonen illustrerer hvordan de komplementære DNA- trådene bygges opp etter den opprinnelige tråden, etter at dobbelheliksen separeres.



**Figur 2: Animasjonen "Oppbygning av DNA"**

Animasjonen "Arvematerialet, oppbygning av DNA- B" viser hvordan DNA-molekyler kveiles opp på proteiner og danner kromosomer.

## 2.7 Viten.no

Viten.no er en digital læringsressurs som utvikles og driftes av Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen<sup>8</sup>. Personene bak Viten.no lager digitale undervisningsprogrammer og forsker på bruken av disse i norsk skole. Viten.no er resultat av mange års forskning og utviklingsarbeid knyttet til digitale læringsprogram. Målgruppen er elever i ungdomskole og videregående skole.

Viten.no inneholder per i dag 19 gratis programmer innenfor ulike realfaglige tema, alle med tydelig forankring i kompetansemål for naturfagene i LK06 (Isnes, 2011). Programmene kombinerer ulike tilnærminger og er sammensatt av simuleringer, animasjoner, bilder og tekst, praktiske, interaktive og skriftlige oppgaver, samt utfordringer som debatter og diskusjoner. Viten.no oppfordrer elever til å jobbe parvis slik at de kan benytte hverandre og språket i sine vurderinger og kunnskapsdeling. Nettstedet gir også tilgang til enkeltelementer fra programmene, slik at lærere kan benytte disse isolert etter behov. Utvalgte programmer finnes tilgjengelig på nynorsk, engelsk, svensk og dansk, i tillegg til bokmål (Isnes, 2011).

Viten.no har sin opprinnelse fra prosjektene KIE (Knowledge Integration Environments) og WISE (Web-based Inquiry Science Environment) (Linn, 1995). Tanken bak WISE<sup>9</sup> var å støtte opp under idealiseringen om kunnskapsintegrasjon som en prosess der vi tilføyer, sammenligner, organiserer og evaluerer ulike sider av et fenomen. De amerikanske WISE-programmene ble utprøvd i norske klasserom i 1999. Studier om bruk av programmene viste ett stort engasjement rundt konseptet, men tydeliggjorde også ulikheter, som skolekultur og teknologi mellom landene. Med disse vokste det frem et ønske om å lage et tilsvarende prosjekt i Norge som kunne tilpasses norske klasserom og læreplaner (Jorde, et al., 2003). I dag beskriver utviklerne at hovedmålet med plattformen er at elever skal lære om naturfaglige produkter og prosesser, samt å skape interesse for naturfaget (Isnes, 2011).

Viten.no fører statistikk over sine brukere. Per mars 2011 fantes det over 86 000 registrerte lærere og 130 000 elever. Av disse elevene har minst 100 000 avlagt minimum ett gjeldende svar siden januar 2009. I snitt registreres det hver dag omtrent 800 innlogginger (Sørborg, Ø., E-post, 06.04.2011).

---

<sup>8</sup> [www.naturfagsenteret.no](http://www.naturfagsenteret.no)

<sup>9</sup> [www.wise.berkeley.edu](http://www.wise.berkeley.edu)

### 2.7.1 Det pedagogiske rammeverket: SKI-prinsippene

Det pedagogiske rammeverket for Viten.no er basert på teorier om personlig og sosial konstruktivisme (Leach & Scott, 2003). WISE-gruppen (Linn, Davies, & Eylon, 2004) har utarbeidet det som kalles *SKI-prinsippene*. Programmene på Viten.no er designet i tråd med disse prinsippene. SKI står for begrepet *Scaffolded Knowledge Integration* og kan oversettes til pedagogiske prinsipper for integrert stillasbygging. Disse prinsippene består av fire hovedaspekt for naturfaglig opplæring; å gjøre naturfaget tilgjengelig, å gjøre tenking synlig, å la studentene lære av hverandre, samt å etablere selvstendig og livsvarig kunnskap (Jorde, et al., 2003; Mork, 2006).

Linn (2004) skapte et rammeverk for en metode som skal oppmuntre elever til å utvikle personlig forståelse innenfor komplekse fagfelt. Elever med personlig forståelse av faget og spesifikke tema kan lettere koble sammen ideer fra ulike fagfelt. De ser tydeligere sammenhenger innenfor fagområder og kan lettere overføre disse til personlig relevante problemstillinger (Linn, 1995). SKI-prinsippene oppfordrer til å se elevenes ideer som byggeklosser, fremfor hindringer til forståelse. Et resultat av dette perspektivet er at elevene blir oppmuntret til å se sammenhenger istedenfor å pugge isolerte bruddstykker med informasjon. Læringsmålet blir da å motivere elever i læring til å vurdere nye modeller og informasjon med utgangspunkt i de modeller og perspektiver de allerede har kjennskap til (Linn, 1995).

*Å gjøre naturfag tilgjengelig* går ut på å få elevene til å bygge videre på sine naturvitenskapelige ideer når de videreutvikler sterkere og mer saklige naturfaglige prinsipper. I tillegg skal elevene oppfordres til å undersøke personlig relevante problemstillinger og få ta del i oppdagende læringsaktiviteter, der de får jobbe med varierte arbeidsoppgaver (Linn, et al., 2004).

*Å gjøre tenking synlig* handler om å dele og sette ord på tanker og ideer for å vurdere disse opp i mot hverandre. Prinsippet kan også innebære å vurdere og sammenligne ulike forklaringer eller å liste opp argumenter for og imot en påstand (Linn, et al., 2004). I programmet *Celler* blir modeller benyttet for å synliggjøre tanker og for bidra til å skape forståelse for blant annet vitenskapelige prosesser, som kopiering av DNA. Digitale modeller som animasjoner kan i tillegg visualisere bevegelse, som kan bidra ytterligere til å illustrere en prosess (Strømme, 2009).



Å hjelpe elevene til å lære av hverandre bygger på kollektiv kunnskapsbygging. Dette innebærer å lytte og lære av hverandre, diskutere, argumentere og debattere i samhandling med andre (Mork, 2006). Programmet *Genteknologi* på Viten.no oppfordrer til debatt om genmanipulering i klasserommet, der elevene skal ta på seg ulike roller og belyse disse rollenes syn på genmanipulering. I *Celler* skal elevene diskutere seg frem til felles besvarelser og skape felles forståelse av fenomener og prosesser innenfor tema cellebiologi.

Å etablere selvstendig kunnskap innebærer å skape innholdsrike og utfordrende problembaserte læringsøkter der elevene kan utfordres i varierte problemstillinger. Prinsippet skal inkludere elevene i refleksjon over egne vitenskapelige ideer, både i og utenfor klasserommet (Linn, et al., 2004).

Satsingsområder som IKT og STS (Science, technology and society) har forsøkt å synliggjøre hvorfor naturfaget bør integreres i sosiale kontekster for å gjøre undervisningen rikere. STS-prinsippene vektlegger spesielt hvordan undervisningen bør bygges opp med utgangspunkt i elevenes forutsetninger og integrere de utfordringer elevene står ovenfor i hverdagen. Viten.nos oppbygning er på mange måter i tråd med STS-prinsippene, samt sosiokulturelle læringsteorier. De bygger på grunnleggende prosesser, fakta og begreper, men integrerer disse i teknologiske kontekster som er meningsfulle for elevene (Jorde, et al., 2003).

### **2.7.2 Viten-programmet *Genteknologi***

Viten-programmet *Genteknologi* er utgangspunktet for programmet *Celler*, som er brukt i denne studien. *Genteknologi* er tenkt som en innføring i cellebiologi, genetik og genteknologi, for elever på 8. – 10. trinn, og Biologi 2 i videregående skole. Programmet er utviklet av Wenche Erlien og Øystein Sørberg, i samarbeid med blant andre Bioteknologinemda. *Genteknologi*, slik det foreligger i dag, har en planlagt tidsramme på 5-6 timer og består av en rekke ulike elementer. Det kombinerer animasjoner og simuleringer med tekst, varierte oppgaver og utfordringer, som rollespill. Viten.no registrerer rundt 20 000 brukere av *Genteknologi* hvert år. Høsten 2011 ventes en revidert, todelt utgave av genteknologiprogrammet, der en del blir tilpasset ungdomstrinn (*Celler og arv*) og en del videregående opplæring (*Genteknologi*). Som et ledd i denne revideringen satte Wenche Erlien sammen et utkast til et nytt program, kalt *Celler*.

### **2.7.3 Viten-programmet *Celler***

*Celler* er tilpasset 8. trinn og består av utvalgte enkeltelementer fra programmet *Genteknologi*. Denne utgaven er bygd opp rundt tre hovedområder, *Cellens oppbygning*, *Arvematerialet* og *Vanlig celledeling*. Disse tre områdene er også overskrifter i programmenyen. I programmet finnes tekst, bilder og animasjoner, samt fire interaktive og tolv skriftlige oppgaver. De fire interaktive oppgavene kalles heretter IO-1 til 4, mens de skriftlige oppgavene er nummerert fra 1 til 12. Planlagt tidsramme for gjennomføringen er satt til 60-80 minutter.

Tabell 1, 2 og 3 viser en kort oversikt over oppbygningen av programmet *Celler*. I tillegg kommer sidene "Velkommen", som er startsidene, og "Arbeidsbok" som er en oppsamling av alle de skriftlige oppgavene som følger i hver del. Programmet *Celler* finnes vedlagt i sin helhet på CD-rom (Vedlegg 8). Leseren kan med fordel åpne dette for og lettere se sammenhengene mellom programmet og de resultatene som presenteres i de to følgende kapitlene.

**Tabell 1: Del 1 av programmet *Celler: Cellens oppbygning*.**

**Bilde 1: Cellens oppbygning – Innledning**  
 Sideoversikt over innholdet under Cellens oppbygning. Figur av en dyrecelle og introduksjonsteksten ”Alle levende organismer er bygd opp av celler. Men hva er det egentlig cellene består av?”

**Bilde 2: Cellens oppbygning - Ulike typer celler**  
 Kort tekst om at det finnes ulike celler og at disse har både fellestrekk og ulikheter. Fotografi av en plante, et menneske og en petriskål. Når elevene peker med pila på hvert av disse får de opp et stillbilde av den celletypen disse er bygd opp av.

**Bilde 3: Cellens oppbygning - De ulike celledelene**  
 Figur av dyrecelle og de ulike celledelene. Når elevene klikker på en av organelle trer denne ut av bildet og inn i feltet til venstre, i en snurrende bevegelse. Samtidig kommer det frem en tilhørende tekst om den aktuelle celledelens viktigste oppgaver.


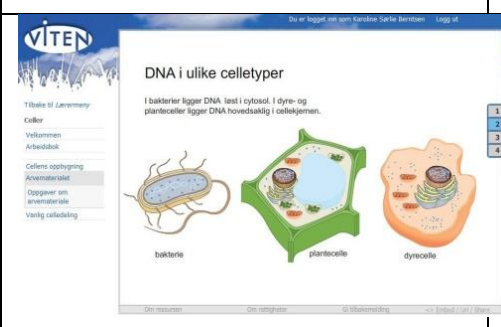
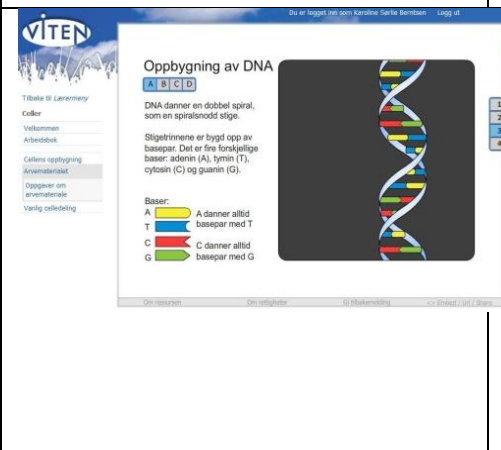

**Bilde 4: Cellens oppbygning – Interaktiv Oppgave 1 (IO-1)**  
 Interaktiv oppgave, kalt IO-1, der elevene skal navngi de seks ulike delene i cellen. En pil peker på en og en del av figuren og elevene skal klikke med markøren på det tilhørende navnet. For hvert svar får elevene beskjed om de har svart rett eller galt.

**Bilde 5: Cellens oppbygning – Interaktiv Oppgave 2 (IO-2)**  
 Interaktiv oppgave, kalt IO-2, også om navnsetting på delene i dyrecelle. Elevene skal plassere de seks brikkene med navn på rett plass i figuren. Her får elevene beskjed om hva som er rett eller galt først når de har alt rett eller trykker på ”Vis retting”.

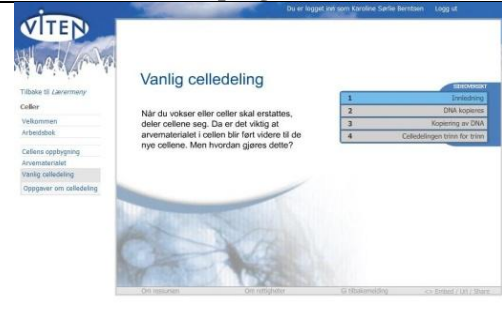


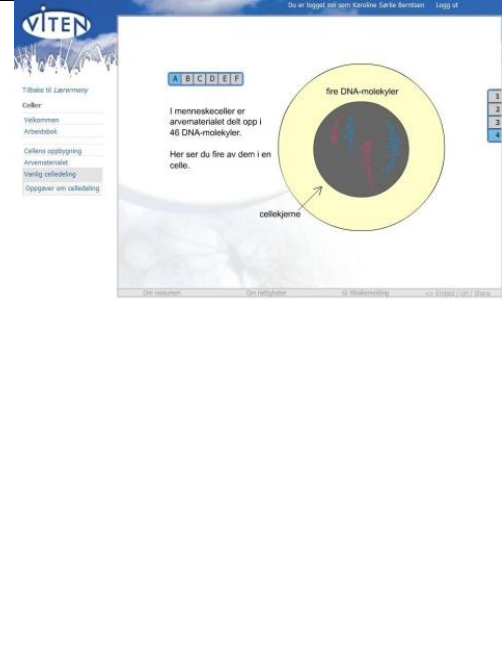
**Skriftlige oppgaver om oppbygning av celler:**

- 1 Hva finner du inni cellekjernen?
- 2 Hva slags funksjon har arvematerialet?
- 3 Hva slags funksjon har mitokondriene?
- 4 Her ser dere en figur av bakterie, plantecelle og dyrecelle. Beskriv hva slags bygningstrekk de har felles.
- 5 Beskriv hva slags bygningstrekk som er forskjellige hos de ulike celletypene.

**Tabell 2: Del 2 av programmet *Celler: Arvematerialet***

	<p><b>Bilde 1: Arvematerialet - Innledning</b> En introduksjon av DNA – Arvematerialet og sideoversikt over innholdet under Arvematerialet.</p>
	<p><b>Bilde 2: Arvematerialet - DNA i ulike cellyper</b> Kort tekst om DNA i ulike typer celler og figurer av en bakterie, en plantecelle og en dyrecelle.</p>
	<p><b>Bilde 3: Arvematerialet - Oppbygning av DNA, A-D (IO-3)</b> Området består av 4 sider, A-D, der A-C henger tydelig sammen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tekst og figur, om hvordan DNA er oppbygd, og om hvordan de fire basene danner basepar. Figuren synliggjør hvordan basene utgjør ”stigerinn” i DNA-trådene.</li> <li>Kort tekst og en 5 sekunders animasjon. Forklarer hvordan DNA-molekyler kveiles opp på proteiner og danner kromosomer.</li> <li>Kort tekst og 5 sekunders animasjon, som viser hvordan DNA er fordelt i 46 kromosomer i cellekjernen.</li> <li>Interaktiv oppgave, kalt IO-3, der brikkene <i>DNA</i>, <i>base</i>, <i>kromosom</i>, <i>celle</i> og <i>atom</i> skal settes i riktig rekkefølge etter størrelse.</li> </ol>
	<p><b>Bilde 4: Arvematerialet – Bygg DNA (IO-4)</b> Interaktiv oppgave, kalt IO-4, der en figur illustrerer en del en DNA-tråd. Elevene skal bygge den andre delen av tråden ved å bruke brikkene (basene) fra det blå feltet.</p>
<p><b>Skriftlige oppgaver om arvematerialet:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Det er fire forskjellige baser i DNA. Hva heter disse?</li> <li>Hva er et kromosom?</li> <li>Hvor mange kromosomer har en vanlig menneskecelle?</li> <li>DNA ligger for det meste løst inne i cellekjernen. Med jevne mellomrom blir det kveilet opp til kromosomer. Når skjer dette?</li> <li>Hvorfor tror dere DNA blir pakket sammen (kveilet opp) til kromosomer?</li> </ol>	

**Tabell 3: Del 3 av programmet *Celler: Vanlig celledeling***

	<p><b>Bilde 1: Vanlig celledeling – Innledning</b>                      Introduksjonstekst og menyoversikt til delen om <i>Vanlig celledeling</i>.</p>
	<p><b>Bilde 2: Vanlig celledeling - DNA kopieres</b>                      Tekst og 3 sekunders animasjon om DNA-kopiering. Forklarer og viser at de to kopiene havner i hver sin celle etter celledeling. Under animasjonen står teksten ”En celledeling tar omtrent 2-3 timer”.</p>
	<p><b>Bilde 3: Vanlig celledeling - Kopiering av DNA, A-D</b>                      Området består av 4 sider, A-D, som henger tydelig sammen og viser de hvordan DNA kopieres.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Figur av et utsnitt av en DNA-tråd.</li> <li>Animert overgang av at DNAet åpnes på langs, ved hjelp av et enzym, og baseparene splittes.</li> <li>Animert overgang av DNA-trådene som bygges opp igjen, etter mønster fra de gamle.</li> <li>Figur av to sett DNA, som begge er like som det første eller ”opprinnelige”.</li> </ol>
	<p><b>Bilde 4: Vanlig celledeling - Celledeling trinn for trinn, A-F</b>                      Området viser vanlig celledeling trinnvis, gjennom 6 sider. Stillbilder, animerte overganger og korte animasjoner viser hvordan DNA-molekylene deles, skilles og havner i to ulike celler.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tekst og stillbilde av fire DNA-molekyler inne i cellekjernen.</li> <li>Tekst og stillbilde av de fire DNA-molekylene som har fått hver sin kopi og blitt til åtte.</li> <li>Tekst og stillbilde av DNA-molekylene som er blitt kveilet opp til fire nye kromosomer. Når markøren føres over ordet <i>kromosomer</i> kommer sluttbildet fra animasjonen fra siden kalt 2.3B frem, som viste at kveilede DNA-molekyler dannet kromosomer.</li> <li>Animasjon der kromosomene samles på rekke i midten av cellen, med tilhørende tekst.</li> <li>Animasjon, der kromosomene splittes og kopiene trekkes til hver sin side i cellen, med tilhørende tekst.</li> <li>Animasjon og tekst om hvordan cellen deler seg, kromosomene kveiles ut igjen og det dannes ny kjerne. Sluttbildet i animasjonen illustrerer de to dattercellene.</li> </ol>
<p><b>Skriftlige oppgaver om vanlig celledeling:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Hvorfor deler celler seg?</li> <li>Hvorfor må DNA kopieres før vanlig celledeling?</li> </ol>	



## **Kapittel 3 Metode**

I dette kapitlet vil jeg gjøre rede for mine metodiske valg, forskningsdesign, den analytiske prosessen og studiens kvalitet. Studien har som mål å belyse hvordan elever benytter sine muntlige ferdigheter i forbindelse med et spesifikt digitalt verktøy. I en slik studie, med vekt på handlinger og språk, kan en kvalitativ tilnærming være godt egnet.

### **3.1 Metodisk tilnærming**

”Kvalitet betyr beskaffenhet og viser til egenskaper ved fenomener, mens kvantitet viser til mengde og antall” (Johannessen, Tuft, & Kristoffersen, 2005, s. 312). Kvalitative studier foregår ofte gjennom en situert aktivitet, der forskeren i feltet er synlig. Kvalitativ metode kan defineres som en undersøkelse av menneskelige og sosiale prosesser i deres naturlige setting (Johannessen, et al., 2005; Robson, 2002).

Med utgangspunkt i studiens tema og problemstilling, fokus på elevenes dialog og samhandling, har studien fått en kvalitativ tilnærming. Dette åpner for dybdestudie i elevers dialog og samhandling. Gjennom observasjon og fortolkning kan elevsamtalene og handlingene analyseres og ses i lys av programvaren de jobber med. En kvantitativ tilnærming, med tellbare og statistiske data, kunne ikke gi lignende forståelse av elevers samhandling, dialog og kommunikasjon i den aktuelle situasjonen. Ved å observere et antall elever som jobber sammen blir det mulig å blant annet studere og tolke elevenes samtaler knyttet til konkrete elementer, som animasjoner og interaktive oppgaver (Robson, 2002).

For å kunne besvare overnevnte problemstilling er det nødvendig å gjøre en dypere analyse av elevenes samhandling i arbeid med programmet *Celler*. Utvalget er derfor begrenset til tre elevpar fra 8. trinn. Disse elevene og deres arbeidsprosess er *kasuset* i denne studien.

### **3.2 Kasusstudie**

Denne studien er lagt opp som en kasusstudie, der elevenes interaksjon under arbeid med en spesifikk læringsressurs er kasuset. Fokus på et spesifikt kasus i en setting gjør det mulig å avdekke interaksjonen mellom ulike faktorer som er karakteristiske for dette kasuset i denne settingen (Stake, 1995). En kasustilnærming åpner for muligheten til å studere et fenomen, i denne studien elevinteraksjon, i sine naturlige omgivelser (Postholm, 2010; Stake, 1995).

Kasusstudier omtales også som beskrivende forskning, definert som en utforsking av et både tids- og stedsbundet system, der vi søker forståelse (Stake, 1995).

Denne kvalitative studien innebærer altså en undersøkelse av handlinger i deres naturlige kontekst. Den kan omtales som en *instrumentell kasusstudie*, fordi den tar for seg hvordan elever diskuterer og kommuniserer i arbeid med en digital læringsressurs i et begrenset tidsrom (Stake, 1995). Hensikten med studien bør, ifølge Postholm (2010) avgjøre hvilke og hvor mange kasus en forsker velger å studere. Denne studien har fokus på ett kasus, da flere fokusområder ofte resulterer i mindre dyptgående studier på hvert enkelt forskningsfelt.

Denne kasusstudien har til hensikt å fange opp en pågående aktivitet. Den vil få en beskrivende form, fordi flere av forskerspørsmålene begynner med *hvordan*, som leder til en beskrivende tekst, i en fortellende form. Formålet er likevel, i likhet med mange andre kasusstudier, å støtte, utfordre og videreutvikle teorier der de eksisterende teoriene er mangelfulle. Det er ønskelig å hente inn nok data til å beskrive, tolke og teoretisere overnevnte kasus. Slik kan det oppstå et samspill mellom deltakerens perspektiv og forskerens vitenskapelige blikk, og studien kan omtales som en beskrivende og tolkende kasusstudie med en induktiv tilnærming (Postholm, 2010).

### **3.3 Observasjon**

I studien er det benyttet observasjon for å få innblikk i elevenes samhandling i arbeid med programmet *Celler*. Fremfor å spørre elevene om deres tanker kan observasjon fungere som en inngang til elevenes handlinger og utsagn knyttet direkte til fenomenet (Robson, 2002). Dette kan gi et helhetlig og mer virkelig inntrykk av kasuset. Observasjon kan gjennomføres på ulike måter, som å notere, eller å benytte film- eller lydopptak. I denne tilnærmingen er det benyttet filmopptak, for å bedre kunne se sammenhenger mellom elevenes interaksjon og Viten-programmet. Observasjon med filmopptak er en teknikk som kan gi tilgang til informasjon som forskeren ikke nødvendigvis får tak i gjennom intervju og undersøkelser (Postholm, 2010). Med filmopptak kan jeg ivareta elevenes samtaler i sin helhet, se disse i sammenheng med programmet, samt observere elevenes gjennomføring gjentatte ganger. Før og under datainnsamlingen var jeg bevisst på min egen rolle som deltakende observatør. Jeg tok også notater for å kunne oppdage, og seinere utforske, elementer som opplevdes som spesielt meningsfulle i min forståelse av klasseromssituasjonen. Det ble notert opplevd lydnivå, ulike forstyrrelser og i hvilken grad klassen så ut til å jobbe selvstendig. Fokuset ble



snevret noe inn i løpet av observasjonen, da noen sider av forskningsfeltet fremsto som mer hensiktsmessig enn tidligere antatt, som elevenes navigering i programmet (Postholm, 2010).

### **3.4 Forberedelser**

Studien ble meldt til Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD) og ble godkjent før datainnsamlingen ble igangsatt (Vedlegg 1). Prosjektet er gjennomført i tråd med deres retningslinjer for personvern, datainnsamling og lagring. Dette innebærer blant annet anonymisering og at innsamlet data slettes ved prosjektets slutt. Forespørsel til rektor om gjennomføring av datainnsamling (Vedlegg 2) la grunn for utsending av forespørsel til lærere ved samme skole (Vedlegg 3). Før selve gjennomføringen fikk elevene i den aktuelle klassen med seg forespørsel om deltakelse hjem (Vedlegg 4). Denne skulle signeres av elevene og minst en foresatt før den ble returnert til meg. 26 av de 28 forespørslene om deltakelse ble returnert med signatur. De to elevene som ikke leverte signert tillatelse ble plassert utenfor kameravinklene og er ikke med i filmopptakene.

Med utgangspunkt i forskningsspørsmålene og rammene for en masteroppgave, har jeg i denne studien valgt å innhente alle data fra elever i samme klasse. Etter å ha kontaktet ulike skoler fikk jeg tak i en interessert lærer som akkurat da jobbet med celler som tema i undervisningen.

#### **3.4.1 Utvalg**

Det endelige utvalget består av tre elevpar fra 8. årstrinn. For å kunne studere elevenes dialog og begrepsbruk hadde jeg et ønske om at utvalget skulle ha noe kjennskap til temaet på forhånd. Temaet celler oppleves av mange som abstrakt og krevende og det kunne derfor være en fordel å benytte et utvalg som hadde noen forkunnskaper om dette. Før datainnsamlingen hadde elevene jobbet med temaet i halvannen uke, i til sammen fire undervisningsøkter.

Kontaktlærer plukket ut seks elever på grunnlag av følgende kriterier:

- Utvalget skal representere både gutter og jenter.
- Elevene skal være på et gjennomsnittlig faglig nivå i naturfag, i forhold til klassen for øvrig.
- Utvalget skal representere muntlig aktive elever.

Utvalget er *kriteriebasert* fordi det var ønskelig med en relativt homogen gruppe. Elevene representerer da en gruppe med lite variasjon og med utgangspunkt i sentrale kjennetegn (Johannessen et al. 2005). Kriteriene var tenkt i å bidra til og lettere finne fellestrekk og ulikheter mellom gruppene. Et utvalg bestående av både gutter og jenter kan vise likheter og fellestrekk i hvordan jenter og gutter samhandler. Med et utvalg som presenterer et tilsvarende faglig høyt nivå kan jeg lettere se forbi denne faktoren og fokusere på de individuelle arbeidsprosessene, samtalene og tankerekken. Kriteriet om muntlig aktive elever var en forutsetning for å få innblikk i elevenes verbale samhandling.

### **3.4.2 Presentasjon av gruppene**

Gruppe 1 består av to jenter, heretter omtalt som J1 og J2. Disse er venninner på fritiden og har kjent hverandre i flere år. De er godt vant med å jobbe sammen og samarbeider fast når klassen jobber i par. Kontaktlærer har omtalt jentenes faglige nivå som gjennomsnittlig i klassen, men samtidig er de svært nøyaktige når de løser oppgaver. Ifølge henne er disse elevene mer opptatt av å finne de rette svarene enn å finne veien til dem. De gjør dermed det de mener er forventet av dem.

Gruppe 2 består av to gutter, heretter omtalt som G1 og G2. De to jobber er et fast par når klassen jobber i grupper. Ifølge kontaktlærer befinner G1 seg på et faglig høyt nivå og liker å diskutere naturfag. G2 ligger på et noe lavere faglig nivå, men jobber godt når han samarbeider med G1.

Gruppe 3 består av en gutt og ei jente, heretter omtalt som G3 og J3. Disse to har sjelden jobbet sammen tidligere. J3 begynte i klassen kort tid før datainnsamlingen fant sted og omtales som litt forsiktig. Hun har en høy faglig kompetanse, men er sjenert og noe utrygg i klassen. G3 ligger på et middels nivå i naturfag, men er godt vant med å snakke om og diskutere naturfaglige prosesser, spesielt hjemme.

### **3.4.3 Pilotgjennomføring**

I studier som inkluderer instrumentelle verktøy, som en digital ressurs, kan det være fordelaktig å gjennomføre en test av disse i forkant. Å observere med film kan i seg selv by på utfordringer, som batterikapasitet, vinkling og lyd. Det ble derfor avsatt to dager til besøk i klassen, en til pilottest og en til datainnsamling. Hensikten med pilottesten var å sjekke filmkvalitet, kameravinkler og kvalitet på lyd. Det var også nødvendig å kontrollere at Viten-

programmet fungerte på skolens PC'er og at nødvendig programvarene var installert. En medstudent var assistent og hjalp til med film- og lydopptak begge dagene.

Utstyrstesten ble gjennomført med ett elevpar fra den samme klassen som utvalget, som jobbet foran en av skolens PC'er. Det ble foretatt test av de tre kameraene med de forskjellige myggene og diktafonen. Elevene fikk beskjed om å arbeide som vanlig, slik at vi kunne få testet utstyret i et mest mulig realistisk klasserom, med den eventuelle støyen dette innebærer. Vi fikk også testet hvilken vinkel som fungerte best for å få med både skjerm bilde og eventuell peking og gestikulering.

### **3.5 Datainnsamling**

Selve gjennomføringen foregikk gjennom at elevene arbeidet med programmet *Celler*, presentert i kapittel 2.7.3 Programmet er satt sammen av ulike elementer som animasjoner, tekst og oppgaver innenfor temaet *celler*. I forkant av gjennomføringen ble de tre kameraene plassert bakerst i klasserommet, der det var best plass. Alle elevene skulle arbeide i par med det samme programmet, men kun tre par ble filmet.

De første minuttene ble brukt til å informere elevene om hvem vi var, om programmet, og til registrering og innlogging på Viten.no. Også disse minuttene ble filmet for å kunne se på de i ettertid. Arbeidsøkta var på til sammen 80 minutter og elevene ble oppfordret til å ta seg god tid. De skulle også prøve å diskutere seg imellom før de spurte lærer eller assistent om hjelp. Da de anså seg ferdige med programmet skulle de jobbe videre med arbeidsplanen sin.

Elevene jobbet i det faste klasserommet, i faste par, og innenfor pågående tema i faget. Gjennomføringen foregikk altså innenfor et naturlig miljø, men i en arrangert situasjon, som en mellomting mellom det Postholm (2010) omtaler som *naturalistisk* og *arrangert setting*. De tre kameraene sto plassert bak hvert sitt elevpar, slik at elevenes handlinger og skjerm bilde ble filmet. Ved å plassere kameraene bak elevene kan en anta at de blir mindre påvirket av kameraene enn om de hadde sett dem. På pulten foran hvert av elevparene ble det plassert en mygg eller en diktafon for å registrere den tilhørende lyden.

#### **3.5.1 Min rolle**

I denne studien anser jeg meg selv som en *deltakende observatør*, med en *åpen rolle* (Robson, 2002). Elevene fikk kortfattet informasjon om hvorfor jeg var der, både gjennom

informasjonsskrivet, gjennomføring av pilot og gjennom en liten introduksjon i begynnelsen av økta. Analyseenheter, lærer og elever, visste hvorfor jeg var der, hva jeg planla å gjøre og de visste hvem som i hovedsak skulle filmes (Johannessen et al. 2005). Det var i forkant klargjort med faglærer at jeg skulle lede innledningen til timen, der elevene fikk vite mer om hvem vi var, hvordan økta ville se ut og hvordan de skulle registrere seg på Viten.no. Elevene ble oppfordret til å ta seg god tid i programmet og til å følge menyen, slik at de kom innom alle elementene i programmet. Med en slik innledning fikk jeg selv legge føringene for økta og datainnsamlingen. Da elevene kom i gang med programmet var de selvstyrt og kunne støtte seg til faglærer, slik at jeg kunne fokusere på å observere klasserommet.

### 3.6 Datagrunnlag

Analysen bygger på filmopptakene av elevene og diskusjonene deres, med forankring i det elevene ser og leser på PC-skjermen. Opptakene har en varighet på til sammen rundt to timer, som er transkribert i sin helhet (Vedlegg 6). I transkriberingene er elevene anonymisert og gitt navn bestående av en bokstav og et tall, G for gutt og J for jente. Transkriberingene er skrevet på grunnlag av det de seks elevene i utvalget sier og gjør i opptakene. I tillegg er det fokusert på hvor i programmet elevene befinner seg, og hvilke skjermbilder de observerer, underveis i samtale. I transkripsjonene er det benyttet fire transkripsjonskoder, for å gjøre materialet lettere å analysere:

(...)	= Deler av utsagn utelatt
(-)	= Kort pause i samtalen
”I hermetegn”	= Elevene leser høyt
<i>Kursiv</i>	= Elevene uttaler det de skriver

Det ble også foretatt innsamling av de seks elevenes digitale besvarelser fra programmet, for å få et inntrykk av elevenes faglige nivå og variasjon mellom gruppene. Besvarelsene er elevenes endelige skriftlige besvarelser gjennom arbeidet (Vedlegg 7).

#### 3.6.1 Databehandling og analyse

Å analysere et datamateriale innebærer å se ulike deler i lys av hverandre og helheten. Alle de mest vesentlige dialogene fra datainnsamlingen er tolket opp i mot hverandre og i forhold til helheten. Den kvalitative analysen har vært en kontinuerlig prosess fra første observasjon. Det er foretatt en deskriptiv analyse som omfatter analyseprosesser som har gjort det mulig å

strukturere datamaterialet, gjøre det mer oversiktlig, forståelig og rapportvennlig (Postholm, 2010).

Målet med denne studiens analyse var å dele opp, kode og kategorisere innsamlet data, som beskrevet av Stake (1995) og Johannessen, et al. (2005). Det ble benyttet en åpen, aksial koding av det transkriberte datamaterialet, for å få oversikt i materialet, samt å få frem relasjonene mellom kategoriene (Postholm, 2010). Den åpne kodingen resulterte i syv hovedkategorier som ble satt opp etter vurdering av datamaterialet og med utgangspunkt i studiets forskningsspørsmål (Se Tabell 4). Hovedkategoriene ble deretter delt inn i underkategorier, eller det Postholm (2010) kaller aksiale koder. Eksempelvis ble hovedkategorien *Leser høyt* delt inn i underkategoriene *Leser høyt fra programmet* og *Leser høyt fra egen besvarelse*. Kategoriene i Tabell 4 er benyttet som et verktøy for å kategorisere og strukturere datamaterialet. Slik ble det tydelig hvordan noen kategorier, som *Navigerer* og *Begrepsforståelse* var sentrale i analyseringen, mens andre, som *urelevant prat* var uinteressante. Under hovedkategorien *Bruker naturfaglige ord* er eksempelvis kategoriene *Enkeltord* og *I setning/dialog* tatt med videre i analysen, mens *I høytlesing* er utelatt. Elevenes svar i den digitale arbeidsboka fungerte som en støtte i transkriberingen av observasjonene. Svarene ble ikke kodet og analysert i seg selv, men ble brukt for å bedre se sammenhenger mellom elevenes dialog og de endelig lagrede svarene.

**Tabell 4: Koder benyttet i analyseringen**

Tabellen viser de åpne og aksiale kodene som er brukt for å strukturere datamaterialet. Kolonnen til høyre viser hvilke kategorier som er benyttet for å besvare de ulike forskningsspørsmålene.

F.spm. 1: *Hvordan bruker elevene hverandre i samspillet?*

F.spm. 2: *Hvordan navigerer elevene i programmet?*

F.spm. 3: *Hvordan bruker elevene naturfaglige ord?*

F.spm. 4: *Hvilke elementer i programmet ser særlig ut til å fremme faglig dialog?*

<b>Åpen koding: Hovedkategorier</b>	<b>Aksial koding: Underkategorier</b>	<b>Analyseres videre for å besvare forskningsspørsmålene:</b>
Leser høyt	Leser høyt fra programmet	F.spm. 1
	Leser høyt fra egen besvarelse	F.spm. 1
Navigerer	Navigerer kronologisk	F.spm. 2
	Navigerer hoppende i programmet	F.spm. 2
	Observerer et element gjentatte ganger	F.spm. 2
Samhandler om figurer eller animasjoner	Umiddelbare reaksjoner	F.spm 1, 3, og 4
	Samtaler rundt det presenterte temaet	F.spm 1, 3, og 4
	Snakker eller skriver uten å kommunisere med medelev	-
Besvarer skriftlige oppgaver	Samtaler om rettskriving og formulerer svar	F.spm. 1, 3 og 4
	Samtaler om tema/ svar	F.spm. 1, 3 og 4
	Snakker eller skriver uten å kommunisere med medelev	-
Løser interaktive oppgaver i programmet	Samtaler om tema/ svar	F.spm. 1, 3 og 4
	Snakker eller skriver uten å kommunisere med medelev	-
Lite relevant prat	Snakker om annet enn programmet og naturfaglige tema	-
Bruker naturfaglige ord	Enkeltord	F.spm 1 3og 4
	I setning/dialog	F.spm 1 3og 4
	I høytlesing	-
	Begrepsforståelse	F.spm 1 3og 4

Den kvalitative tilnærmingen preger både innsamlingen og analyseringen av data. Jeg ønsket å finne resultater gjennom å benytte det Johannessen et al. (2005) kaller den *hermeneutiske sirkel*. Denne kan beskrives som et samspill mellom hypoteser, teori, metode og data, der fortolkninger og meningsfulle fenomener kan og må begrunnes. Analyseringen tar i første omgang utgangspunkt i hypoteser, metode og data, og trekker videre inn teori i diskusjonen. Gjennom denne prøver jeg å skape forståelse i observasjonene, gjennom å studere disse

inngående og knytte dem til relevante teorier. En kasantalyse som dette vil alltid påvirkes av forskerens egne erfaringer og subjektive teorier, men kan likevel forsvares av å være den mest relevante tilnærmingen til de spesifikke forskningsspørsmålene i denne studien (Stake, 1995).

### **3.7 Studiens kvalitet**

For å kvalitetssikre studien må visse krav oppfylles. Jeg vil derfor gjøre rede for de viktigste aspektene rundt studiens kvalitet, med utgangspunkt i den positivistiske treenigheten *reliabilitet, validitet og generaliserbarhet*. I kvalitativ forskning vil alltid reliabilitet og validitet være en utfordring fordi forskeren og de aktuelle informantene vil være i en spesiell situasjon (Postholm, 2010).

#### **3.7.1 Reliabilitet**

I en masterstudie er det først og fremst forskerens egen reliabilitet eller pålitelighet det bør stilles spørsmål ved. Hvilke data som benyttes, hvordan de er samlet inn og hvordan de er bearbeidet er alle faktorer som påvirker påliteligheten (Johannessen, et al., 2005).

Flere grep har blitt gjort for å styrke dette arbeidets reliabilitet. Studien bygger som nevnt på datamateriale i form av transkripsjoner av videoopptak. Slike transkripsjoner sies å ha en styrket pålitelighet i forhold til feltnotater og andre typer datainnsamling som skal rekonstruere en situasjon. Opptakene ivaretar den faktiske situasjonen og kan sees gjentatte ganger. Å transkribere filmopptak er både tidkrevende og utfordrende. Transkripsjonene må beskrive elevenes utsagn, handlinger og skjermbilde, og knytte disse tre faktorene sammen. Denne sammenhengen er grunnleggende for å kunne besvare forskningsspørsmålene. For å styrke transkripsjonenes reliabilitet er filmene studert i sin helhet gjentatte ganger. Fire av gangene ble det foretatt grundige gjennomganger av elevutsagnene i transkripsjonene. Gjentatt observasjon som dette gjør det mulig å rette opp eventuelle feil samt å notere utfyllende observasjoner, da en legger merke til nye deler av datamaterialet for hver gjennomgang.

Analyser farges ofte av erfaringer, opplevelser eller subjektive, individuelle teorier som forskeren bringer med seg (Stake, 1995). Johannessen et al. (2005) hevder at forskeren likevel kan styrke påliteligheten ved å gi leseren en åpen og detaljert beskrivelse av studiens fremgangsmåte og datamateriale. For å styrke troverdigheten er derfor transkripsjonene vedlagt i sin helhet (Vedlegg 6). I tillegg finnes programmet *Celler* tilgjengelig på CD-rom

(Vedlegg 8) slik at leseren kan få best mulig innblikk i prosjektets fremgangsmåte. Ved å inkludere leseren på denne måten blir det mulig å spore forskerens prosedyrer og avgjørelser som ligger i grunn for sluttproduktet.

En tredje faktor som styrker påliteligheten i studien er den løpende presentasjonen av det transkriberte datamaterialet. Ved å presentere utdrag fra transkriberingene kan leseren selv følge elevenes dialoger og analysere disse underveis i lesingen. Sitatene i teksten er de samme som de originale sitatene i transkripsjonene. I enkelte tilfeller er disse kortet noe ned<sup>10</sup> for å fremheve det faglige innholdet i teksten.

For å styrke reliabiliteten ytterligere kunne jeg ha foretatt den samme datainnsamlingen med andre elever, i en annen elevgruppe. Dette ville gitt større mengde datamateriale å analysere, men samtidig større bredde og troverdighet. En kunne også styrke reliabiliteten ved å la flere forskere analysere de data som foreligger. Grunnet faktorer som tidsaspekt er dette ikke blitt foretatt i dette prosjektet.

### **3.7.2 Validitet**

Validitet dreier seg om hvorvidt den benyttede metoden, observasjon med filmopptak, undersøker det studien har til hensikt å undersøke, elever i samhandling om programmet *Celler* (Johannessen, et al., 2005). Forskertextens validitet er avhengig av flere forhold, som valg av metode, innhold i utsagnene til informanter og analysemetode (Postholm, 2010). Robson (2002) trekker frem at man uansett metodevalg må være bevisst hvilke trusler som kan undergrave validiteten i en studie. Datamaterialet er ofte omfattende og det kan være lett å peke på tydelige sammenhenger og fellestrekk mellom studiens informanter. I denne studiens analyse har jeg derfor tatt for meg elevgruppene både en og en og felles, innenfor hver kategori, uavhengig av fellestrekk og ulikheter.

Spørsmål rundt en validitet angår *troverdigheten* bak de ulike aspektene av studien. Gjennom å presentere studien detaljert, og synliggjøre et helhetlig og troverdig bilde av studien, håper jeg å styrke validiteten for kommende lesere. For å styrke validiteten kunne jeg med fordel benyttet metodetriangulering for å se kasuset fra ulike perspektiver (Robson, 2002; Thagaard, 2009). Ved å kombinere observasjon med intervju eller spørreundersøkelser kunne jeg fått en

---

<sup>10</sup> Lite relevante ord og setninger er erstattet med (...)



dypere forståelse av elevenes egne erfaringer med programmet. Jeg kunne også benyttet slike tilnærminger for å få et mer omfattende innblikk i elevenes naturfaglige språk. Samtidig valgte jeg bevisst å konsentrere datainnsamlingen rundt observasjon av filmopptakene da jeg anså disse som beste innfallsvinkel til å forstå hvordan elevene samhandler når de arbeider med programmet *Celler*.

### 3.7.3 Generaliserbarhet

For at resultater skal kunne generaliseres må flere faktiske krav tilfredsstilles. I kvalitative undersøkelser som denne dreier det seg gjerne om overførbarhet fremfor generaliserbarhet, fordi utvalget ofte er smalt og resultatene presenterer dybde fremfor bredde (Johannessen, et al., 2005; Postholm, 2010).

Det smale utvalget i denne studien er et argument for en svak generalisering. Overførbarheten er derfor et spørsmål om resultatene fra denne studien kan overføres lignende situasjoner (Johannessen, et al., 2005). I skolesammenheng kan vi aldri si med sikkerhet at noe som fungerte i et klasserom nødvendigvis fungerer på samme måte i andre. Det samme gjelder programmet *Celler* og elevenes arbeidsprosess. Det er naturlig å anta at andre elever, på et tilnærmet likt nivå, kan samhandle om det samme programmet med lignende dialoger. Likevel er dette en ren antakelse og andre elever ville trolig benyttet andre ord, hatt et annet samtaleforløp og gi andre resultater enn det aktuelle utvalget. Utvalget gir derfor ikke grunnlag for statistisk generaliserbare resultater, men kan gi en tilpasning med utgangspunkt i en beskrivelse, en overførbarhet, eller det som kalles *analytisk generalisering* (Kvale & Brinkmann, 2010). Studien kan gi et overførbart bilde av det undersøkte fenomenet, nemlig elevers samhandling i forbindelse med programmet *Celler*. Dessuten kan fokus på prosesser, som gjennomføringen av programmet, bidra til å skape forståelse for materialet som *parallell erfaringer* (Postholm, 2010; Stake, 1995). Det er viktig å påpeke at også slike *analytisk generaliserbare* kasusfunn kan være viktige bidrag i den kollektive oppbygningen av forståelse og kunnskapsbygging innenfor sitt område (Flyvbjerg, 2004).

For å styrke overførbarheten kan det være en fordel å benytte et noe større utvalg. Et utvalg tilsvarende seks elever er svært sårbart, da frafall eller svakheter i datainnsamlingen påvirker resultatene i stor grad. De overnevnte kriteriene kan bidra til å styrke overførbarheten, da disse forteller noe om elevenes nivå og muntlige aktivitet, sett fra lærerens perspektiv. Likevel

er slike kriterier lite presise og en stor andel av ungdomskoleelevene vil kunne antas å passe inn under disse.

## Kapittel 4 Resultat

I dette kapitlet presenteres resultatene fra analysen gjennom seks delkapitler. Først oppsummeres hovedtrekk ved elevenes gjennomføring av programmet, for å gi et bilde av tidsbruk og variasjoner i utvalget. Resultatene beskrives deretter med utgangspunkt i de fire forskningsspørsmålene, og ut i fra de relevante kategoriene fra kodingen, som vist i Tabell 4. Avslutningsvis legger jeg frem en oppsummering av resultatene, som knytter disse til den overordnede problemstillingen. I hvert punkt vil jeg trekke inn resultater fra alle de tre observerte elevgruppene.

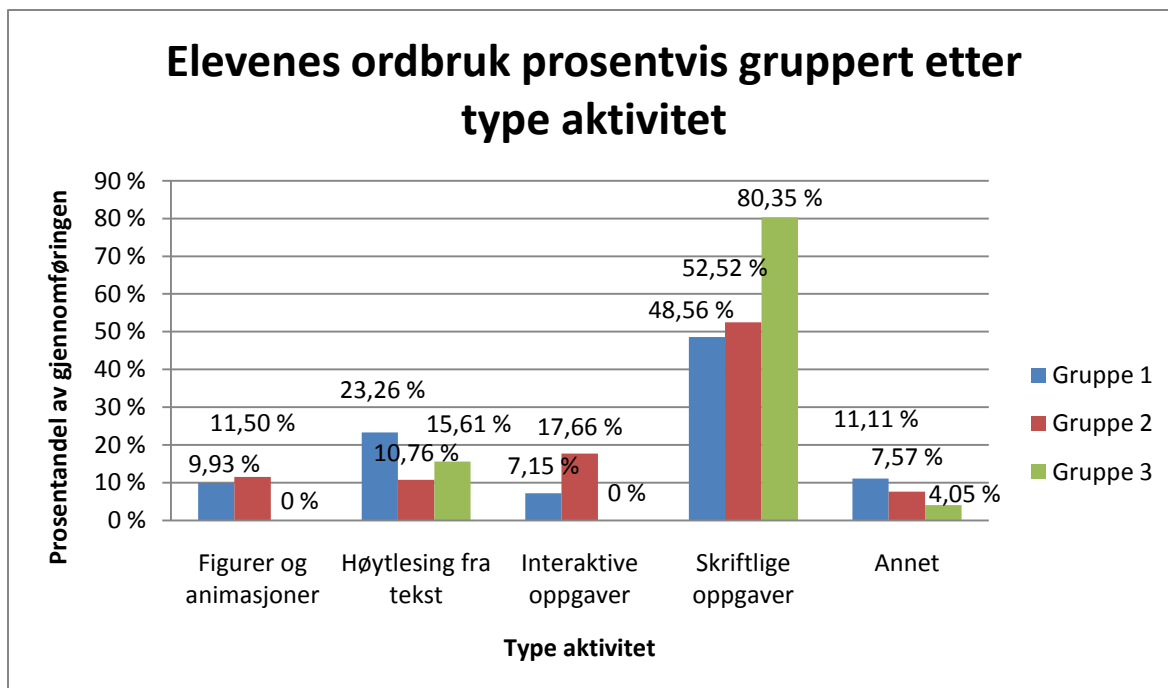
### 4.1 Hovedtrekk i elevenes gjennomføring

Resultatene viser store variasjoner mellom de tre elevparene som utgjør utvalget. For å gi leseren et lite innblikk i de ulike gruppenes tidsbruk og arbeidsprosess presenteres disse her, i svært korte trekk.

Gruppe 1 jobber ivrig under arbeidet med *Celler* og arbeider med dette i 50 minutter. De bruker mye tid på fnising og tøys, men er også nøye i sine besvarelser av oppgavene og virker opptatt av å kunne svare riktig. De skiller seg fra de andre gruppene ved at de leser store deler av tekstene i programmet høyt for hverandre. De peker på skjermen, benytter kroppsspråk, og gestikulering, i tillegg til den livlige muntlige kommunikasjonen.

Gruppe 2 jobber med programmet *Celler* i 43 minutter og jobber seg kronologisk gjennom hele menyen. De skiller seg fra de andre ved å samtale mer om hva de ser og tenker enn hva de skal svare på hvert enkelt spørsmål. De prater aktivt og kommer med forslag og utsagn, og gir inntrykk av å ikke være redde for å ta feil eller innrømme at det er noe de ikke forstår.

Gruppe 3 skiller seg mest ut da de bruker svært kort tid på gjennomføringen av programmet, bare 17 minutter. De bruker denne tiden på å besvare spørsmålene i arbeidsboka, og blar seg så vidt innom noen andre sider i programmet. De kommuniserer i merkbare mindre grad, også muntlig. De bruker lite kroppsspråk og diskuterer lite. De er likevel oppmerksomme på hverandres innspill. Figur 3 viser prosentvis fordeling av hva de tre gruppenes dialoger handler om.



**Figur 3: Elevenes ordbruk prosentvis gruppert etter type aktivitet**

Prosentvis fordeling av elevenes muntlige uttrykk i forbindelse med de ulike typene elementer i programmet *Celler*. Ord og setninger som uttales i overganger mellom elementer, og derfor er problematisk å knytte til spesifikke elementer, er plassert i kategorien *Annet*, sammen med datamateriale kodet som "Lite relevant prat".

## 4.2 Hvordan bruker elevene hverandre i samspillet?

### 4.2.1 Leser høyt fra programmet og egne besvarelser

Alle de tre gruppene leser mange av spørsmålene fra arbeidsboka høyt. Til sammen utgjør gruppens høytleste ord i gjennomsnitt 16,5 % av ordbruken. Gruppe 1 leser mye tekst høyt, noe som utgjør 23,3 % av alle deres uttalte ord under gjennomføringen. De leser oppgavetekster, egne besvarelser og store deler av tekstene i programmet høyt, spesielt fra den første delen "Ulike typer celler". De to elevene bytter på å lese høyt. Når en elev stopper opp i en setning tar den andre over høytlesingen.

*J1: Ja.. "I bakterier ligger DNA løst i cyto..sol.."*

*J2: "I dyreceller ligger DNA hovedsakelig i cellekjernen"..*

*(J1 trykker videre i menyen og får opp "Oppbygning av DNA".)*

*J1: Her vettu..! "Oppbygningen.. Oppbygning..av DNA.."*

*J2: "DNA danner en dobbel spiral som en slags, nei.. som en spiralstige. Stigetrinnene er bygget opp av basepar.."*

(Sitat 1, Gruppe 1, "Arvematerialet - Oppbygning av DNA")

Høytlesingen på gruppe 2 består i hovedsak av arbeidsbokoppgaver. De leser ni av de elleve skriftlige oppgavene høyt, samt enkelte begreper, som tymin og guanin. Høytlesingen utgjør

10,8 % av deres totale muntlige aktivitet. Gruppe 3 leser fem spørsmål høyt og noen enkeltord. Grunnet lite prat mellom disse elevene utgjør denne høytlesingen likevel hele 15,6 % av alle uttalte ord under gjennomføringen. I transkriberingen kommer det frem at G3 står for all denne høytlesingen.

#### **4.2.2 Samhandler om skriftlige oppgaver**

En stor andel av den muntlige aktiviteten dreier seg om hva elevene skal svare på de ulike spørsmålene i arbeidsboka. Dette utgjør henholdsvis 48,6 %, 52,5 % og 80,4 % av den totale muntlige aktiviteten.

Elevene i gruppe 1 fokuserer hele veien på å finne riktig svar til arbeidsboka, formulere gode setninger og stave begrepene rett. De snakker mye sammen om hvor de kan finne svarene, men forklarer også sine oppfatninger og tanker til hverandre. Gruppe 2 stiller hverandre relevante spørsmål og formulerer skriftlige svar i fellesskap. De samtaler også om nærliggende prosesser og prøver å skrive utfyllende svar i arbeidsboka. Gruppe 3 bruker hverandre i mindre grad, men også disse prøver å formulere svarene i fellesskap. Alle gruppene samtaler om svarene og formuleringen i de skriftlige oppgavene. De formulerer ofte et svar i fellesskap, gjennom en kort dialog, som denne:

*G3: Kromosomer..  
J3: Hva skal vi si at et kromosom er?  
G3: Det er jo ganske vanskelig.. Kromosomer er.. Eeeh..  
J3: DNA-molekyler kveilet på sekunder..?  
G3: Kveilede DNA-molekyler..?*

(Sitat 2, gruppe 3, ”oppgave 7”).

#### **4.2.3 Samhandler om figurer og animasjoner**

To av gruppene bruker mange ord på å samtale rundt figurer og animasjoner de støter på i programmet, henholdsvis 9,9 % og 11,5 % av total ordbruk. Samtalene deres dreier seg om elevenes tolkning av de ulike figurene og animasjonenes innhold. De bærer også preg av at elevene refererer til eller støtter seg til disse i sine beskrivelser. Gruppe 3 studerer få figurer og animasjoner i programmet, og snakker derfor knapt om disse.

Elevene i gruppe 1 og 2 prøver å forklare prosesser og vise hverandre hva de mener når en part virker usikker. I slike situasjoner viser de stadig til tekster eller modeller på skjermen

mens de forklarer. Gruppe 1 støtter seg også til modeller når de skal besvare arbeidsboka for å få frem hva de mener, som her:

*J2: Vi kan bare se her vet du (peker på figuren av de tre celletypene)! Kloroplast, har alle det? Nei, bakteriene har jo ikke kloroplast. Og heller ikke dyrecellene.*

*J1: Ok. Nei, det visste jeg. Det er jo bare de som trenger det vet du (peker på plantecella). Det grønne vet du.. (...)*

*J2: Indre kanalsystem, det er ikke..*

*J1: Det er de (peker på plante- og dyrecella). Men da kan vi skrive sånn.. (...)*

(Sitat 3, gruppe 1, ”oppgave 4”).

I enkelte tilfeller gestikulerer og tegner elevene i luften mens de forklarer. J2 tegner eksempelvis et kromosom i luften gjentatte ganger, mens hun refererer til en av animasjonene, når hun forklarer J1 hva et kromosom er. Elevene i gruppe 2 peker stadig på skjermen når de samtaler om hva de ser og tenker. De bruker språket aktivt gjennom å snakke om blant annet likhetstrekk og forskjeller mellom de ulike celletypene og om hvordan kromosomene er bygd opp:

*G1: Hva sier du..? -har ikke cellevegg (Studerer bildet).. og ikke kloroplast..*

*G2: OG den har sjelden vakuoler.*

*G1: (...) Sånn. Bakteriene da?*

*G2: Ehh*

*G1: Den har sånn hale (peker på figuren)*

*G2: Den har hale ja..*

*G1: Og hva gjør den?*

*G2: Vet ikke, hehe. Kan ikke den svømme da?*

*G1: Mmm. Jeg skriver det.. Hale og.. Og den hadde mange lag. Ser du? (peker på figuren av bakterien).*

(Sitat 4, gruppe 2, ”oppgave 5”).

Elevene samtaler også om flere av figurene og animasjonene under og etter visning av disse. De forteller hverandre sine ideer og oppfatninger av figurer og animasjoner og setter ord på tankene sine når de prøver å forstå disse:

*J2: ”Det er fire forskjellige baser. Adenin, A, Tymin, T, kytosin, C”. Eller noe sånn..*

*J1: GUANIN? Hihi. Baser.. A rund. A danner alltid sånn gul og rund. (Peker på figuren av adenin) B..*

*J2: ”Basepar med T..” Ja, se! (Peker på DNA spiralen og et basepar bestående av adenin og tymin) Det er alltid gul og blå sånn. Hm..*

*J1: Ja, men basepar.. Åja, sånn ja! (Peker på spiralen) Se.. Dem er basepar sånn, og sånn henger dem sammen.. ”C danner alltid G, basepar med G”.*

(Sitat 5, gruppe 1, ”Arvematerialet - Oppbygning av DNA”).

Elevene i gruppe 2 setter ord på det de ser eller tenker om flere av figurene og animasjonene. De forklarer med egne ord hva de ser i animasjonene, til hverandre og seg selv. I to tilfeller stiller G1 relevante spørsmål, uten at de to går nærmere inn på disse, som her:

*G2: Film! (Setter i gang animasjonen)*

*G1: Et kromosom..*

*G2: Den var stor!*

*G1: Ja, veldig og. Men den er jo 2 meter lang da. Men, det jeg ikke har skjønt.. Du ser den? (Peker på midten av kromosomet) De henger ikke sammen. Hvordan kan det være et kromosom da, når de ikke henger sammen? Jeg vet at den ene er en dame og den andre en mann, men de kan jo ikke samarbeide akkurat? Jaja, samme det.*

(Sitat 6, gruppe 2, "Arvematerialet - Oppbygning av DNA-B").

Flere av reaksjonene fra gruppe 1 og 2 på programmets animasjoner er småkommentarer, enkeltord eller småord, som "Oi" og "Åh". Gruppe 1 reagerer også gjentatte ganger med latter, knising eller tegning i lufta, før de raskt fortsetter videre i programmet. J1 tegner eksempelvis de oppkveilede DNA-trådene i lufta da hun ser animasjonen om hvordan de pakkes sammen i kromosomene. Gruppe 3 bruker knapt tid på modellene og samarbeider i langt mindre synlig grad enn de andre. De ytrer ingen muntlige reaksjoner på det de ser. De samhandler, men med korte setninger eller enkeltord:

*G3: Figur av bakterie, planteceller og dyreceller.. Ehm.*

*(-)*

*J3: Jeg kan ikke så mye om bakterier i alle fall.*

*G3: Ribosomer. Også tror jeg de har DNA i seg.*

*(J3 skriver "Ribosomer og DNA" og går videre til neste spørsmål)*

(Sitat 7, gruppe 3, "oppgave 4").

#### **4.2.4 Samhandler om interaktive oppgaver**

Samtaler i forbindelse med de interaktive oppgavene utgjør i gjennomsnitt omtrent 8.3 % av ordbruken. Igjen er det store variasjoner mellom gruppene. I gruppe 1 utgjør dette 7,2 %, mens i gruppe 2 utgjør det 17,7 %. Gruppe 3 løste ikke de interaktive oppgavene, men klikket seg forbi dem.

Gruppe 1 er igjen mest opptatt av å få riktig svar. De løser oppgave 1 og 2 sammen og får alt rett. På en annen oppgave gjetter de seg frem mens de prater og får bekreftet riktig svar. Gruppe 2 diskuterer før og mens de løser oppgavene. De kommenterer at de interaktive

oppgavene er enkle, men løser dem i fellesskap. Samhandling rundt størrelsesforholdene mellom celle, atom, DNA og kromosom går igjen hos gruppe 1 og 2:

*G2: Cella er jo.. Er jo kanskje størst? (Peker på brikken med "celle")*

*G1: Hva er et atom?*

*G2: Jeg tror det.. Det er det som bygger opp cella, kanskje? Enda mindre..?*

*G1: Ja, men DNA danner et kromosom.. inni cellen. (G1 lar pila følge brikkene mens han leser opp navnene på hver av dem) Et atom.. Det høres veldig lite ut synes jeg.*

(Sitat 8, gruppe 2, "Arvematerialet - Oppbygning av DNA-D").

#### **4.2.5 I korte trekk om elevenes samspill**

Gruppe 1 bruker lengst tid på gjennomføringen, og mye tid på å utforme svarene på de skriftlige oppgavene i fellesskap. Dialogen preges av å finne og skrive inn riktige svar, men de samtaler også om flere prosesser, som celledeling og kopiering av DNA. De bruker mange ord, og mange av disse er enkeltord eller repetisjoner av noe som nettopp er sagt. Gruppe 2 er, i likhet med gruppe 1, språklig og faglig aktive. De setter ord på det de ser, de spør og forklarer hverandre. De formulerer de fleste svarene i fellesskap og snakker om prosessene som illustreres i modellene. De samtaler også rundt de interaktive oppgavene før de prøver å løse dem. Elevene i gruppe 2 ordlegger seg i stor grad i hele setninger og argumenterer gjerne for sine påstander. Gruppe 3, som bruker minst tid, jobber seg gjennom programmet med utgangspunkt i arbeidsboka. De utveksler få ord og besvarer flere spørsmål uten å kommunisere muntlig. De fyller inn noen svar hver og samtaler svært lite. G3 leser flere spørsmål høyt, men de diskuterer sjelden hva de skal svare. J3 svarer kort og ofte med enkeltord.

#### **4.3 Hvordan navigerer elevene i programmet?**

De tre gruppene jobber seg svært ulikt gjennom programmet og bruker henholdsvis 50, 43 og 17 minutter på gjennomføringen. Gruppe 1 og 2 tar seg stort sett god tid, også til navigeringen, og jobber seg kronologisk gjennom alle sidene i programmet. Gruppe 1 navigerer seg til tider mye frem og tilbake, og diskuterer hvor de skal trykke, men følger stort sett menyen. Gruppe 2 trykker seg tilsynelatende bevisst inn på de ulike sidene og jobber seg strukturert gjennom hele programmet, uten å diskutere menyen underveis. De går gjennom punkt for punkt i et rolig tempo. Gruppe 3 starter rett på arbeidsboka, selv om de ble oppfordret til å følge menyen fra "innledning" og nedover. De jobber seg nedover



spørsmålene i høyt tempo, navigerer med utgangspunkt i denne og samtaler aldri om menyvalgene.

#### 4.3.1 Observerer et element gjentatte ganger

Å navigere seg bakover eller å trykke for å se en modell om igjen er en handling som går igjen. Elevene ser flere ganger en animasjon, kommenterer denne og spiller den av på nytt. De reagerer blant annet med latter, småord, og/ eller gestikulering. De peker ofte på skjermen mens de ser animasjonene eller diskuterer dem. Animasjonen ”DNA kopieres,” (Tabell 3, bilde 2) og ”Oppbygning av DNA” (Tabell 2, bilde 3) er de mest observerte og avspilte animasjonene. Den første er en animasjon på tre sekunder, som viser en celledeling, og den andre er en todelt animasjon som viser hvordan DNA-trådene kveiles sammen på proteiner og hvordan kromosomene ligger plassert inni cellekjernen.

Gruppe 1 observerer animasjonene ”Oppbygning av DNA” og ”DNA kopieres” tre ganger etter hverandre. ”Kopiering av DNA” (Tabell 3, bilde 3) avspilles to ganger. De studerer animasjonene, oftest i stillhet, og ler eller kommenterer når de er ferdige, før de spiller dem av på nytt:

*(J2 starter avspillingen av animasjonen. De studerer den uten å si noe. Første del av animasjonen er ferdig og avspillingen stopper )*

*J1: Hahaha.. Det var.. (Hun fører fingeren over skjermen og følger de spiralkveilede molekylene fra DNA-stigen til kromosomet på skjermen, mens hun lager lyd). Djuououæøæ..*

*J2: Jeg visste ikke at det var sånn. Å, sånn ja.*

*(...)*

*(J2 trykker i gang neste del av animasjonen)*

*J2: Ååååå.. (Avspillingen stopper)*

*J1: En gang til! (Spiller av igjen) Åååå..*

*J2: For det er inni cellekjernen..!*

(Sitat 9, gruppe 1, ”Arvematerialet - Oppbygning av DNA”).

Gruppe 1 klikker seg også innom de overnevnte animasjonene flere enn de overnevnte nevnte gangene, men uten å avspille disse.

Gruppe 2 studerer ”Oppbygning av DNA” to ganger etter hverandre og ”DNA kopieres” tre ganger. De tar seg god tid til å vurdere hver av modellene. Gruppe 3 kikker seg innom siden med animasjonene ”Kopiering av DNA” to ganger, men klikker seg videre uten å studere modellene. Felles for elevene i gruppe 1 og 2 er at de spiller av flere animasjoner gjentatte

ganger selv om de gir uttrykk for at de ikke forstår innholdet:

*(G2 setter i gang avspillingen av animasjonen, som simulerer en celle som deler seg og blir til to)*  
*G2: Oooo! (Avspillingen stopper og G2 starter den på nytt. Begge studerer den uten å si noe. Avspillingen stopper)*  
*G1: Hva er det?*  
*(G 2 starter animasjon ennå en gang)*  
*G2: Kult*  
*G1: Hva er det?*  
*G2: Klump.*  
*G1: Ah, celledeling?*  
*G2: Mhm..*  
*G1: Det er jo helt sinnsykt!*

(Sitat 10, gruppe 2, "Vanlig celledeling - DNA kopieres")

### 4.3.2 Navigerer hoppende i programmet

Elevene navigerer seg stadig frem og tilbake mellom de skriftlige oppgavene og sidene som omhandler det samme tema. Gjennom hele gjennomføringen navigerer elevene i gruppe 1 seg kontinuerlig mellom arbeidsboka, de ulike overskriftene i hovedmenyen og innenfor disse. Elevene klikker seg til oppgavene, tilbake til siden de nettopp leste igjennom og tilbake til oppgaven igjen. Da de skal svare på oppgave 6, om hva de fire basene i DNA heter, navigerer de seg tilbake til "Oppbygning av DNA" hele fire ganger for å sjekke svaret sitt. Gruppe 2 navigerer bort fra arbeidsboka et par ganger, enten for å lete opp et svar eller for å sjekke at de har svart riktig:

*G2: Hvorfor deler celler seg..?*  
*G1: Hehe, tilbake igjen. (Navigerer seg tilbake "DNA kopieres")*  
*G2: "På denne måten får alle celler i kroppen det samme arvematerialet".*  
*G1: Mhm.. Så cellene deler seg for at alle.. DNA deler seg for at.. Celler deler seg for at alle celler.. Cellene i hele kroppen skal få samme arvestoffer..! (Navigerer tilbake til arbeidsboka)*

(Sitat 11, gruppe 2, "oppgave 11").

Det samme kommer frem hos gruppe 3, som navigerer ut fra oppgavene i arbeidsboka når de leter opp informasjon om spørsmål de ikke kan besvare:

*G3: "Arvemateriale..". "Det er fire forskjellige baser i DNA. Hva heter de..?"*  
*(Elevene ser på hverandre. J3 klikker seg inn på menyen på venstre side og innom "Ulike typer celler", men uten å studere sidene. Hun klikker seg inn på menyen på høyre side og leter opp informasjon om baseparene. Begge ser ut til å lese inni seg).*  
*G3: Det står sikkert noe om.. (-) A, T, C og G..*  
*(J3 klikker seg tilbake til "Arbeidsbok" og begynner å skrive inn svaret. G3 ser på henne igjen).*  
*G3: Kromosom..*  
*J3: Oi, kanskje vi skal lese alt.. (Klikker seg tilbake til siden "Basepar")*

(Sitat 12, gruppe 3, ”oppgave 6 og 7”)

Både gruppe 1 og 2 vurderer menyen i fellesskap når de skal finne frem til et svar på en oppgave. De jobber rolig og tar seg tid til å vurdere alternativene i menyene og å diskutere disse. Gruppe 3 blar seg kronologisk gjennom alle spørsmålene og besvarer de fleste av dem med det samme. Deretter leter de opp de manglende svarene fra andre sider i programmet. Gruppens tidsbruk på gjennomføringen gjenspeiles i noen av oppgavebesvarelsene i arbeidsboka, der noen er mer nøyaktige enn andre.

**Oppgave 9: DNA ligger for det meste løst inne i cellekjernen. Men med jevne mellomrom blir det kveilet opp til kromosomer. Når skjer dette?**

Gruppe 1: Når det vokser eller må erstattes

Gruppe 2: Det skjer under celledeling

Gruppe 3: -

**Oppgave 10: Hvorfor tror dere DNA blir pakket sammen (kveilet opp) til kromosomer?**

Gruppe 1: For da tar det mindre plass og det går raskere og dele kromosomene

Gruppe 2: For å ta mindre plass. Og for å bli en enhet.

Gruppe 3: For å få mest mulig DNA på minst mulig plass.

(Sitat 13 og 14, besvarelser fra arbeidsbok, ”oppgave 9 og 10”).

Noe navigering virker ubevisst, eller tilfeldig, der elevene trykker seg gjennom menyen for å finne et svar eller av annen, uviss grunn. Annen navigering bærer preg av at elevene leter for å finne tilbake til en spesifikk side eller for å finne en tidligere avspilt animasjon som de refererer til. Gruppe 1 navigerer seg generelt mye frem og tilbake og mellom sidene, både når de leter etter svar på oppgaver og når de refererer til sider de har vært innom.

J2: Ja.. De der.. (Begynner å navigere seg rundt i menyen. Klikker seg rask gjennom flere sider) De er ikke her.. Om vi går på.. (J1 sukker, mens J2 klikker på de ulike valgmulighetene i menyen) Jo, se.. Vent da.. Hvor var vi hen i sta da?

J1: Celle.. (Peker på skjermen. J2 navigerer seg på nytt til første side og fortsetter kronologisk gjennom alle sidene i de ulike menyene)

J2: Nei.. De der H'ene som vi så i sted.. Å! Nei, det var ikke her, det var der.. Nei. Vi er på arve.. Hvor er vi nå..?

(Sitat 15, gruppe 1, ”oppgave 7”).

Gruppe 2 jobber kronologisk og rolig, og leter ikke opp sider slik de andre gruppene gjør. De diskuterer seg ”ferdig” med innholdet på en side før de klikker seg videre. G3 klikker seg flere ganger ”letende” rundt i programmet etter svar til arbeidsboka. De blar seg kjapt, ofte

kronologisk, gjennom menyen for å lete opp relevant informasjon, men uten å studere figurer og animasjoner.

### **4.3.3 I korte trekk om elevenes navigering**

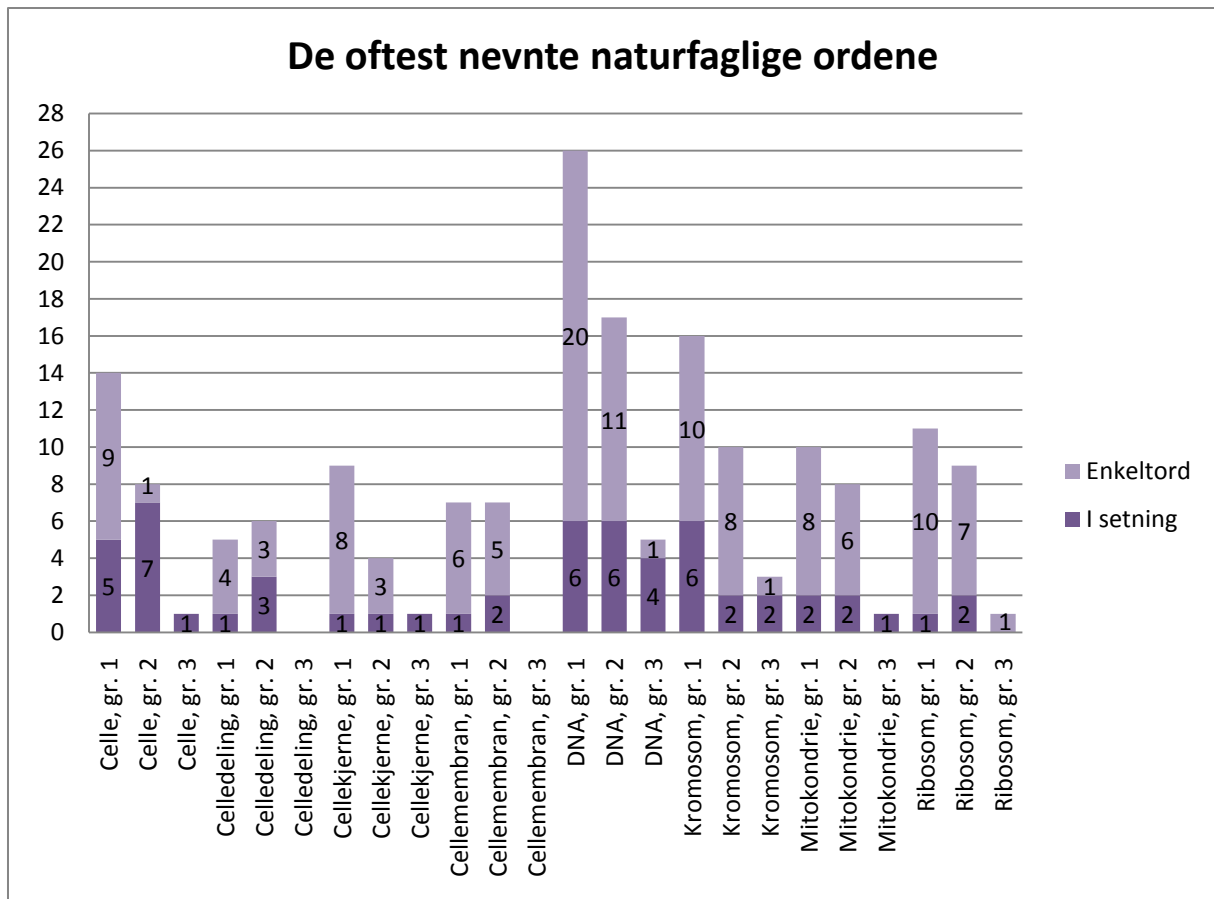
Elevene navigerer seg ulikt rundt i programmet, to av gruppene med utgangspunkt i tema, den siste med utgangspunkt i arbeidsboka. Samtlige grupper navigerer flere ganger mellom arbeidsboka og relevante sider. Flere av sidene oppsøkes flere ganger, både tilsynelatende bevisst og ubevisst. Animasjonene ”DNA kopieres” og ”Oppbygning av arvematerialet” blir avspilt flest ganger. Den *ubevisste* eller *letende* navigeringen er oftest knyttet til at elevene leter etter et svar til arbeidsboka eller etter en figur eller animasjon.

## **4.4 Hvordan bruker elevene naturfaglige ord?**

Det transkriberte datamaterialet viser hvor stor andel av de uttalte ordene som er naturfaglige. Samtlige elever benytter naturfaglige ord når de ordlegger seg, men ofte som enkeltord eller i ufullstendige setninger.

### **4.4.1 Bruk av naturfaglige ord**

Alle de naturfaglige ordene som elevene bruker er ord som går igjen i programmets tekster og animasjoner. I alt blir det nevnt 32 ulike naturfaglige ord under gjennomføringen, men noen av disse repeteres opp til 20 ganger av samme gruppe. Figur 4 viser de 8 naturfaglige ordene som elevene bruker flest ganger, og mer enn 10 ganger totalt, under arbeidet med *Celler*. Den viser også at de samme ordene blir benyttet gang på gang, av de samme elevene, og variasjonene mellom gruppenes naturfaglige ordbruk i setninger. Figuren er et utdrag av Vedlegg 5 som viser en oversikt over alle uttalte de naturfaglige ordene og hvordan disse brukes under gjennomføringen.



**Figur 4: De oftest nevnte naturfaglige ordene**

Diagrammet viser en oversikt over de 8 naturfaglige ordene som går igjen flest ganger i elevenes samtaler. Stolpene viser antall ganger disse blir nevnt i de tre gruppene og hvordan ordene brukes, som enkeltord eller i setninger. Ord som inngår i høytlesning er ikke medregnet i disse resultatene.

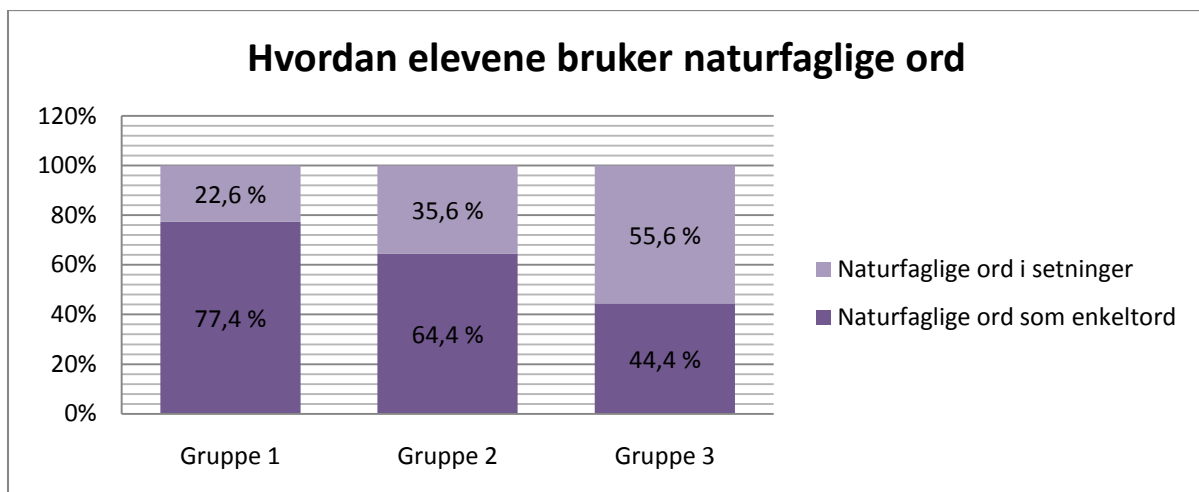
Gruppe 1 bruker i alt 30 ulike naturfaglige ord når de ordlegger seg. Ordene som leses høyt fra teksten i programmet er ikke med regnet. Store deler av disse, 77,4 % uttales som enkeltord eller ufullstendige setninger, men 18 av de 30 ulike ordene går igjen i hele setninger. Ordene som går igjen flest ganger totalt, i setninger og som enkeltord, er *DNA* og *kromosom*. Sitat 15 viser hvordan elevene nevner et begrep gjentatte ganger som enkeltord uten å bruke det i en sammenheng.

J1: Eh, der ja!  
 J2: Her ja. "Hva finner du i cellekernen..?"  
 J1: Hoho..  
 J2: DNA, DNA  
 J1: DNA.. d- n- a  
 J2: Store bokstaver  
 J1: D- N- A

(Sitat 16, gruppe 1, "oppgave 1")

Gruppe 2 bruker i alt 20 ulike naturfaglige ord i gjennomføringen, der 16 av disse også inngår i hele setninger. Grappa uttaler ofte naturfaglige ord i hele setninger, 36 ganger i alt, men enkeltord utgjør likevel 64,4 % av alle de brukte naturfaglige ordene (Se Figur 4). Kun to ord skiller mellom antall naturfaglige ord i setninger mellom gruppe 1 og gruppe 2, selv om gruppe 1 i alt bruker over dobbelt så mange ord generelt i gjennomføringen. Gruppe 2 bruker naturfaglige ord i setninger både når de formulerer svar til arbeidsboka og når de snakker sammen om ulike prosesser og modeller. Ord som *DNA* og *celle* går oftest igjen i samtale deres. Gruppe 3 ordlegger seg som nevnt i form av korte setninger og enkeltord. De bruker 17 ulike naturfaglige ord i sin interaksjon. 11 av disse ordene brukes i setninger, og ord brukt i setninger utgjør hele 55,6 % av deres naturfaglige ord. Setningene grappa bruker er svært korte. Begrepet *DNA* går igjen også her. Av Figur 5 kan vi lese at elevene, spesielt i gruppe 1, i stor grad uttaler naturfaglige ord som enkeltord i forhold til i hele setninger.

De naturfaglige ordene blir i stor grad benyttet enten når elevene samtaler om hva de skal svare på de skriftlige oppgavene eller når de siterer det de skriver. De fleste ordene er begreper, med unntak av to prosessord og to navnsettende ord. Flere av begrepene blir repetert opp til flere ganger etter hverandre. Begrepene *celle*, *DNA* og *kromosom* brukes flest ganger i alt. Prosessordene *celledeling* og *celleånding* går også igjen.



**Figur 5: Hvordan elevene bruker naturfaglige ord**

Figuren viser hvordan gruppene bruker naturfaglige ord i sine samtaler. Stolpene utgjør naturfaglige ord i alt, den mørke-lilla delen viser hvor mange av ordene som ble nevnt som enkeltord, mens den lyse-lilla delen viser bruk av naturfaglige ord i hele setninger. Naturfaglige ord som inngår i høytlesing er ikke tatt med i disse resultatene.

#### 4.4.2 Begrepsforståelse

I noen tilfeller snakker elevene om naturfaglige ord fra programmet. De spør og prøver å forklare hverandre innholdet i begreper, som kromosom og atom. De lager også metaforer av ikke-naturfaglige ord for å beskrive det de ser på skjermen, for eksempel pølsebrød, føtter og bokstaven H:

*J1: "Hva er et kromosom.." (-) Var det de der pølsebrødene?*

*J2: Nei, det er.. (-) Kromosom er de der H'ene vet du.. (...) Der..! (Peker på en figur av et kromosom på skjermen) DET er et kromosom..*

*J1: Det er jo beina det.. Hehe.*

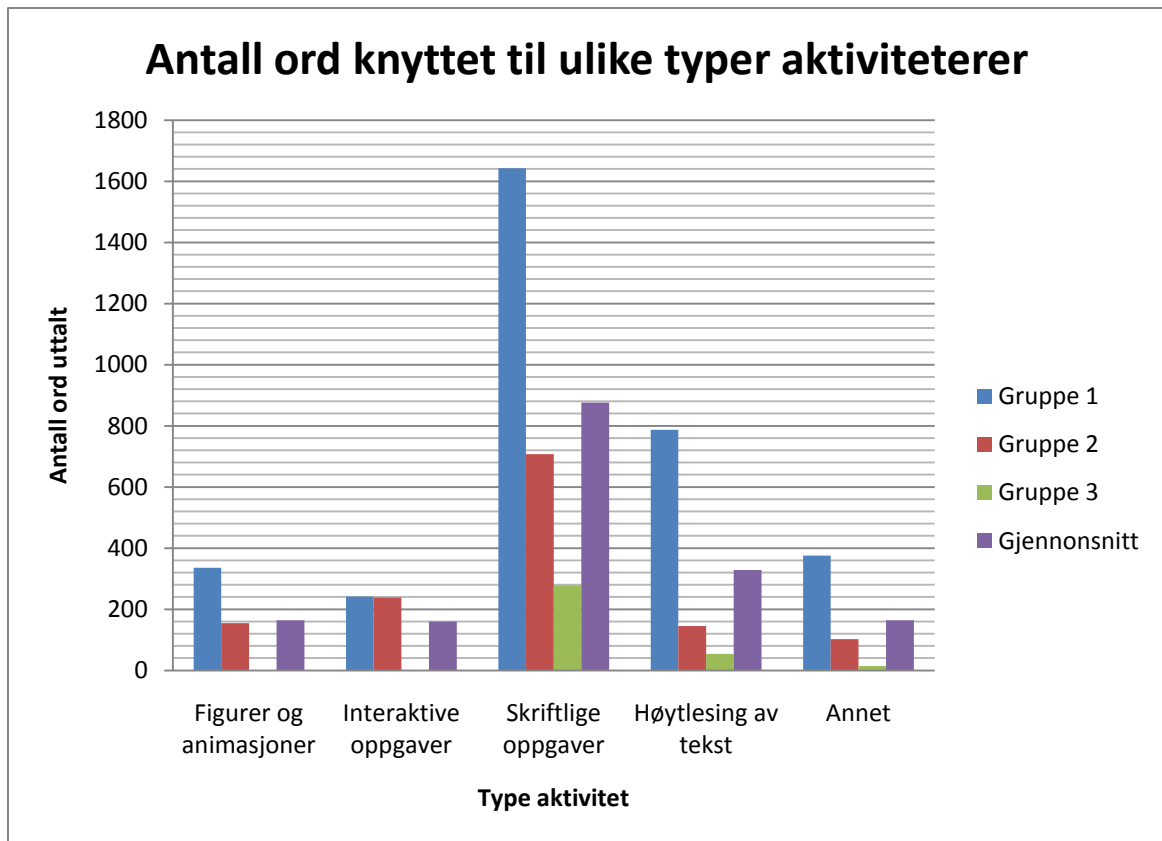
(Sitat 17, gruppe 1, "oppgave 7")

#### 4.2.3 I korte trekk om naturfaglig ordbruk

Elevene bruker naturfaglige ord gjennom programmet, men i begrenset grad. Disse er utelukkende ord som går igjen i programmets tekster og animasjoner og de aller fleste av dem nevnes flere ganger. Ordtypen *begrep* utgjør den definitivt største andelen av både elevenes mest brukte naturfaglige ord og de naturfaglige ordene i programmet *Celler*.

#### 4.5 Hvilke elementer i programmet ser særlig ut til å fremme faglig dialog?

Programmets elementer formidler informasjon om cellers oppbygning, arvematerialet og celledeling gjennom ulike tilnærminger. Noen av sidene inneholder mye tekst, noen detaljerte bilder eller animasjoner, og andre utfordringer gjennom skriftlige eller interaktive oppgaver. Figur 6 viser hvordan elevene ordlegger seg innenfor ulike deler av programmet. I punktene nedenfor ser vi nærmere på noen av disse resultatene.



**Figur 6: Antall ord knyttet til ulike typer aktiviteter**

Stolpediagrammet viser hvordan elevene uttrykker seg muntlig i forbindelse med de ulike typene elementer i programmet *Celler*. Ord og setninger som uttales i overganger mellom elementer, og derfor er problematisk å knytte til spesifikke elementer, er plassert i kategorien *Annet*, sammen med ”ikke relevant prat”.

#### 4.5.1 Skriftlige oppgaver

Noen av spørsmålene i arbeidsboka ser ut til å igangsette lengre dialog mellom elevene enn andre. Jentene i gruppe 1 snakker mye om rettskriving, men praten rundt noen av oppgavene inneholder også mye faglig. Guttene i gruppe 2 diskuterer mange av oppgavene og legger frem ulike svaralternativer. Gruppe 3 snakker svært begrenset om besvarelsene, men også disse kommuniserer kort rundt noen av oppgavene, som her:

G3: Vi kan jo.. ”Hvorfor tror dere DNA blir pakket sammen?” Eeh..

(-)

G3: For at DNA skal ta minst mulig plass kanskje?

(J3 klikker videre gjennom spørsmålene og går videre til ”Vanlig celledeling”. Hun klikker seg gjennom alle stegene, men uten å bruke særlig tid på dem).

J3: Hva var det du sa.. For å ta minst mulig plass?

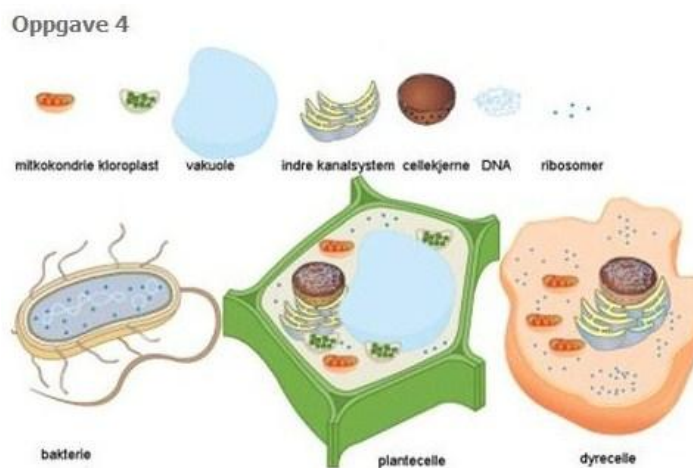
(Skriver inn svaret ”for å få mest mulig DNA på minst mulig plass”.)

(Sitat 18, gruppe 3, ”oppgave 10”)



En viktig faktor i forbindelse med disse oppgavene er hvordan oppgavene er utformet og hva de spør etter. Flere av oppgavene kunne besvares med enkeltord, som oppgave 1: *Hva finner du inni cellekjernen?* Dette spørsmålet besvares umiddelbart av elevene og krever ingen samhandling. Andre spørsmål, som vist i sitat 12, er av samme type og kan besvares med enkeltord ved å lete i teksten. Der skal elevene svare på hvilke fire baser som finnes i DNA.

Andre oppgaver stiller derimot høyere krav til elevene, som oppgave 4 og 5 der elevene skal beskrive hvilke bygningstrekk de ulike cellene har til felles og hva som skiller dem fra hverandre (Figur 7). Disse oppgavene krever at elevene må studere figuren av de ulike celletypene og selv formulere svarene med utgangspunkt i denne. Oppgave 4 og 5 blir diskutert i alle de tre gruppene.



Her ser dere en figur av bakterie, plantecelle og dyrecelle. Beskriv hva slags bygningstrekk de har felles.

#### Figur 7: Oppgave 4

Figuren viser oppgave 4, fra programmets første del: Cellens oppbygning. Figurene av organellene og de ulike celletypene er de samme som avbilder organellene og celletypene andre steder i programmet.

J1: Her har vi det vet du, lengre ned- lengre ned.. Ok. Hva st.. "Her ser du en figur av..dyrecelle.. Forklar.."

J2: "Hva slags bygningstrekk.."

J1: Åja, vi får se vet du! Ehm.. En ting alle har til felles.. Alle har cellemembran, har de ikke det?

J2: Eh, jo..ja..

J1: Alle har ribosoma!

(Sitat 19, gruppe 1, "oppgave 4")

Mest utfordrende er de oppgavene som krever visse forkunnskaper, som oppgave 7, *Hva er et kromosom?*, og oppgave 10, *Hvorfor tror dere DNA blir pakket sammen (kveilet opp) til*

kromosomer? Oppgave 12, *Hvorfor må DNA kopieres før vanlig celledeling?* kan også omtales som en slik oppgave. To av de tre gruppene samtaler mer rundt disse, som omhandler kromosomer og kopiering av DNA, enn de andre.

*G2: "Før celledeling.." (..) Hva var spørsmålet? Hvorfor må DNA kopieres?*

*G1: Mhm.. HVORFOR kopieres..*

*(Klikker seg igjen inn på "innledning" om arvematerialet og videre derfra, fra 1-4 og innom alle sidene. De ser ut til å lese inni seg..)*

*G1: Må DNA kopieres for å få en gammel og en ny del? (Er inne på siden om deling av DNA, D)*

*G1: Nei, for å få en mor- og far-del?!*

*(-)*

*G1: Tror du det kan være rett?*

(Sitat 20, gruppe 2, "oppgave 12")

#### 4.5.2 Figurer og animasjoner

Elevene reagerer ulikt på programmets figurer og animasjoner, og kommenterer og diskuterer mer rundt noen modeller enn andre. Dialogene med tilknytning til figurer og animasjoner utgjør 9,9 % og 11,5 % av dialogene i gruppe 1 og 2 (Figur 3). Disse gruppene samhandler mest rundt de tre samme animasjonene. Disse tre er "Oppbygning av DNA -B" (Tabell 2, bilde 3), "DNA kopieres" (Tabell 3, bilde 2) og "Kopiering av DNA – B" (Tabell 3, bilde 3). Førstnevnte viser hvordan DNA-molekyler kveiles opp og danner kromosomer, mens de to andre viser hvordan cella deler seg og DNA kopieres. Disse tre modellene er alle få sekunders animasjoner av naturfaglige prosesser.

Gruppe 1 samtaler også om "Cellens oppbygning, de ulike celledelene" (Tabell 1, bilde 3), som ved hjelp av animerte effekter beskriver delene i cellen og deres funksjoner. De kommenterer også noen av de tilhørende tekstene:

*J1: Ehehe -En celledeling tar omtrent 2 timer!*

*J2: "2 – 3 timer"*

*(J2 klikker videre til kopiering av DNA)*

*J2: Ehm.. Oi!*

*J1: Mhm, tar 2 – 3 timer og vi fikk se.. noen sekunder.*

(Sitat 21, gruppe 1, "Vanlig celledeling – DNA kopieres")

Gruppe 2 setter ord på det de tenker og ser, blant annet under avspillingen av animasjonene om "Vanlig celledeling, kopiering av DNA" (Tabell 3, bilde 3). Disse viser detaljanimasjoner av hvordan DNA kopieres, gjennom punktene A-D.

G1 (Peker på en bit av DNAet på skjermen): Kanskje det er..  
G2: Kanskje de deler seg? (Trykker videre på B) Sånn ja..  
G1: Oi! Da blir du liksom.. Destroyed.. Forever.. (Trykker på C) Så bygger de ut igjen ja..! Nå er det et hull inni den og (peker på DNA-tråden der den deler seg i to).

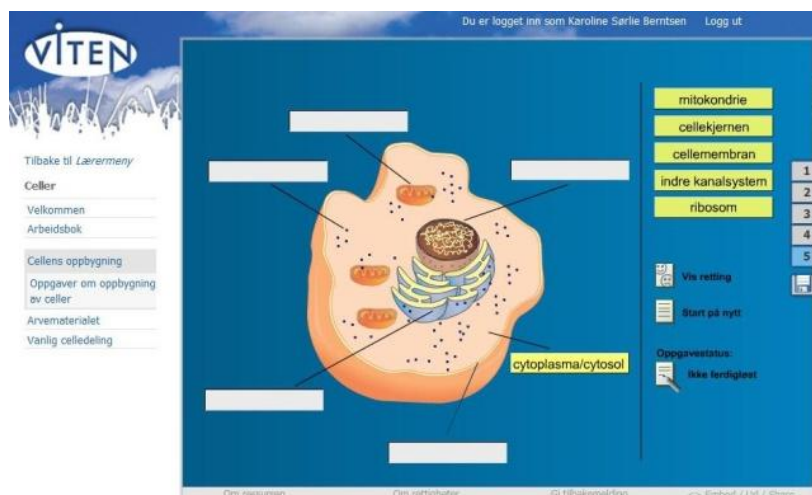
(Sitat 22, gruppe 2, ”Vanlig celledeling, Kopiering av DNA”).

Gruppe 3 snakker ikke om noen av modellene de er innom, men bruker heller ikke tid på å spille av noen av animasjonene.

#### 4.5.3 Interaktive oppgaver i programmet

Alle de fire interaktive oppgavene, kalt IO-1 til 4, blir omtalt og pratet om av elevene i gruppe 1 og 2. Begge gruppene bruker flest antall ord på å samtale om IO-2 (Figur 8), der de skal sette navn på de ulike delene i cella, og IO-3, (Figur 9) der de skal fastsette ulike objekter etter størrelse. Begge oppgavene går altså ut på å plassere brikker med naturfaglige begrep på rett plass eller i riktig rekkefølge.

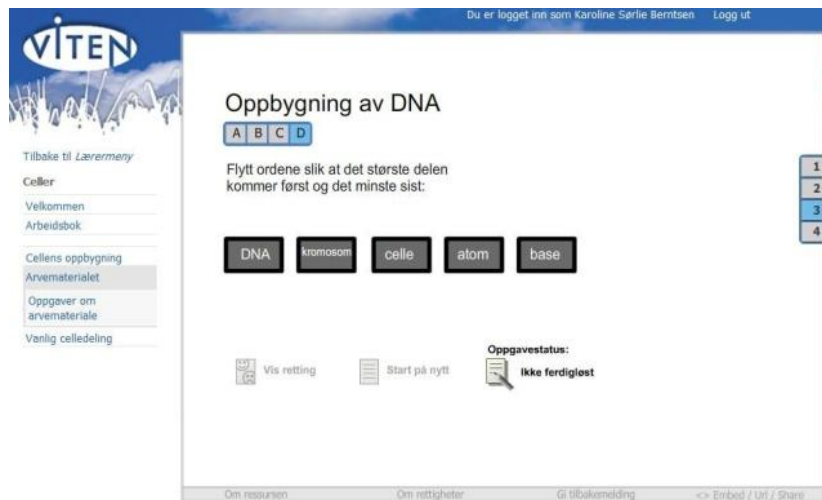
IO-2 utfordrer elevene til å plassere brikker med ulike begreper på rett plass i cella. Oppgaven er konkret og tar utgangspunkt i den samme figuren av cella som blir brukt ellers i programmet. Elevene snakker sammen om hvilke deler som heter hva og hvor de ulike brikkene skal plasseres.



**Figur 8: Interaktiv oppgave nr. 2, IO-2**

Elevene skal navngi de ulike organellene i cella, ved å plassere brikkene på rett plass.

IO-3 utfordrer elevenes samhandling ytterligere. Den viser fem brikker med hvert sitt naturfaglige begrep. Begrepene DNA, atom, base, celle og kromosom skal plasseres i riktig rekkefølge etter størrelse. Denne oppgaven utfordrer elevene til og selv sette ord på hvordan de oppfatter de ulike begrepene. Oppgaven trekker også inn begrepet *atom*, som ikke er brukt tidligere i programmet. Gruppe 2 flytter brikkene prøvende rundt samtidig som de snakker om de ulike begrepene på brikkene i IO-3:



**Figur 9: Interaktiv oppgaver nr. 3, IO-3**

Elevene skal plassere de fem begrepene *DNA*, *kromosom*, *celle*, *atom* og *base* i riktig rekkefølge, etter størrelse.

*J2: "Bytt orden slik at den største kommer først og den minste sist.."*

*J1: Åja!! Celle er størst!*

*J2: Celle..*

*J1: Men cella er jo størst!*

*J2: Jamen, et atom er veldig lite, det er minst..*

*J1: Base.. (...)*

*J2: Base.. DNA er veldig lite.. Kromosom..*

(Sitat 23, gruppe 1, IO-3. "Arvematerialet, Oppbygning av DNA-D").

Jentene i gruppe 1 snakker mer enn guttene i gruppe 2 mens de bygger DNA i IO-4, men samtalen har lite faglig innhold. De gir uttrykk for at flere av de interaktive oppgavene vekker interesse eller er moro å løse, som vist i sitat 24.

*J1: Ok.. (Går opp i menyen og lagrer) Ok, "Bygg DNA"..Å, så kult!*

*J2: "Under ser dere en del av..den ene tråden av et DNA-molekyl. Bygg opp den andre tråden ved å dr .." ok. Men det blir jo lett da.*

*J1: Hæ? Morsomt.. (Med tilgjort stemme. Begynner å bygge opp tråden)*

*(...)*

*J1: Den var litt artig den der, hihi..*

(Sitat 24, gruppe 1, "IO-4")

Gruppe 3 løser ingen av de interaktive oppgavene. De klikker seg innom noen av disse, men prøver ikke å løse dem.

#### **4.5.4 I korte trekk om dialog knyttet til enkeltelementer**

Elevene bruker flere ord på enkelte deler av programmet. En stor andel av elevenes høytlesing består av spørsmål fra arbeidsboka og elevenes egne besvarelser. Gruppe 1 leser også mye av teksten ellers i programmet høyt. Noen sider blir omtalt og diskutert mer enn andre. Disse er spesielt sider med korte animasjoner, som simuleringene av celledeling og kopiering av DNA. Det er også forskjeller i hvordan elevene snakker rundt de interaktive oppgavene, der IO-1 og IO-3 blir mest diskutert.



## **Kapittel 5 Diskusjon**

Diskusjonen presenteres med utgangspunkt i forskningsspørsmålene og omhandler elevenes samspill, navigering og naturfaglige språkbruk i forbindelse med Viten-programmet *Celler*, samt hvilke elementer som virker særlig dialogfremkallende. Hvert forskningsspørsmål drøftes med utgangspunkt i resultatene fra de ulike kategoriene, slik de ble presentert i Tabell 4 (side 36), før disse knyttes til det overordnede forskningsspørsmålet.

### **5.1 Hvordan bruker elevene hverandre i samspillet?**

Gjennom store deler av gjennomføringen samarbeider to av de tre elevparene ved å snakke om det de ser, forklare sine ideer til hverandre og samhandle om formuleringer og mulige løsninger. Det siste elevparet samarbeider tilsynelatende mindre enn de andre, men også disse viser at de formulerer flere svar i fellesskap.

#### **5.1.1 Leser høyt fra programmet og egne besvarelser**

Alle gruppene leser høyt fra skjermen, enten fra tekster i programmet, oppgaver eller egne besvarelser. Det kan diskuteres om høytlesing i seg selv kan omtales som samarbeid. Likevel tyder høytlesingen på et samspill mellom elevene når de jobber seg gjennom programmet.

Samhandling virker støttende for spesielt to av elevparene. I gruppe 1 bytter elevene på å lese, mens i gruppe 3 er det G3 som står for all høytlesing. Sitat 1 (side 42) viser hvordan elevene i gruppe 1 bytter på å lese teksten i programmet. Denne typen høytlesing går igjen gjennom hele deres gjennomføring og viser også hvordan elevene fullfører ord og setninger for hverandre i høytlesingen. Høytlesing kan ifølge Erlie og Mork (2009) være en klar fordel dersom en av elevene er lesesvake, eller den kan bidra til å skape et naturlig rom for dialog i samhandlingen. Det kan virke som at G3 i gruppe 3 prøver å skape et slikt rom for dialog gjennom sin høytlesing. Hans medelev ordlegger seg med svært få ord og det kan virke som at G3 benytter høytlesing for å skape trygghet og for å legge til rette for fellesskap og diskusjon innad i gruppa.

#### **5.1.2 Samhandler om skriftlige oppgaver**

Resultatene viser at en stor andel av den muntlige aktiviteten mellom elevene er knyttet til å besvare de skriftlige oppgavene, som stiller konkrete spørsmål knyttet til innholdet i programmet. Dette kan bety at elevene er mer opptatt av å besvare oppgavene enn å lære det

naturfaglige innholdet. Jimenez-Alexandre, Rodriguez og Duschl (2000) viser at elever ofte anser å besvare oppgaver (*doing the lesson*) som målet med undervisningen fremfor å skulle tilegne seg naturfaglig forståelse (*doing science*). Likevel viser elevenes dialoger at noen av de skriftlige spørsmålene fører til samhandling om naturfaglig innhold, fordi spørsmålene krever forståelse for å kunne besvares. Oppgaver som *Hvorfor deler celler seg?*, og *Hvorfor må DNA kopieres før vanlig celledeling?* er eksempler på slike spørsmål. Det er også verdt å merke seg *hvordan* elevene samhandler om disse spørsmålene og hva de skal svare. Alle elevene snakker sammen og diskuterer ulike aktuelle svar. De samarbeider også i stor grad om formuleringen av de ulike svarene, som i sitat 2 (side 43) gjennom dialog av ulik varighet. I samsvar med Mercer (2005) kan en si at denne interaksjonen fungerer som et verktøy for å skape kunnskapsforståelse, ved at elevene prater seg frem til en endelig besvarelse. Elevene bruker det Vygotskij kalte *en sosial tankeprosess*, der de tenker høyt, deler kunnskap og bygger videre på ”gammel” kunnskap i fellesskap (Vygotskij, 2001). Gjennom å skape felles meninger kan de formulere svar i fellesskap, som bygger på begge de inkluderte elevenes utsagn.

Det er tydelig at elevene i to av gruppene benytter hverandre som støttespillere og at samarbeidet om *Celler* bidrar til at elevene kan lære av hverandre. Dette er i tråd med et av SKI-prinsippenes formål, samt med Viten.no sitt mål om å integrere disse, for å blant annet kunne hjelpe elevene til å lære av hverandre (Jorde, et al., 2003; Linn, et al., 2004). Ved å komme frem til ord og formuleringer som beskriver prosesser i fellesskap foregår det Vygotskij (2001) kaller kollektiv kunnskapsbygging. Dersom samtalen preges av opphoping av påstander, slik som i sitat 2, der samtalen mangler noen som helst form for argumentasjon, omtales denne som akkumulert prat (Mercer, 1996).

### **5.1.3 Samhandler om figurer og animasjoner**

Elevene bruker hverandre på ulike måter i forbindelse med modellene i programmet. De støtter seg til figurene og animasjonene både når de diskuterer naturfaglige tema og når de besvarer skriftlige oppgaver. De peker stadig på skjermen og bruker uttrykk som ”*Se her*” og ”*Det er de der*” når de snakker om det de ser. Dialogen knyttet til modellene, sett i forhold til de andre aktivitetene, ser ut til å inkludere elevene i større grad. Animasjonene åpner for at elevene kan støtte seg til dem i samtalene og diskutere med utgangspunkt i det de ser.



I samsvar med Mathiassens (2008) påstand, om at modeller kan bidra til å redusere den opplevde kompleksiteten i naturfaglige prosesser, kan det virke som at elevene i denne studien opplever modellene som hjelpemidler for å skape forståelse. De sammenligner figurer, vurderer ulike svar og diskuterer disse. Gjennom observasjonene av figurene og animasjonene bruker elevene språket aktivt gjennom å snakke om blant annet likhetstrekk og forskjeller mellom de ulike celletypene. I flere av disse situasjonene støtter elevene seg til modeller, som vist i sitat 3 og 4 (side 44), der elevene jobber med en skriftlig oppgave knyttet til en figur av ulike typer celler. Denne typen interaksjon kan defineres som en form for argumentasjon, fordi elevene kommer med utsagn som de begrunner, ofte med utgangspunkt i figurer og modeller (Toulmin, 1958). Dette kan tyde på at modellene i denne studien fungerer som stimuli for, og evidens i, elevenes argumentasjon. Elevene argumenter seg frem til konsensus ved felles konklusjoner eller svar på oppgaver. Slik prat kan omtales som utforskende prat, nettopp fordi elevene prøver seg frem med ulike påstander og argumenterer, men forankring i figurer (Mercer, 1996). I følge Mork og Erlien (2010) er det slik elevene erverver seg ny kunnskap, ved at de knytter argumenter, begrunnelser og påstander til tidligere etablert kunnskap.

Elevene setter stadig ord på og deler synspunkter og ideer, som i sitat 6 (side 45). G1 deler en idé med G2, om at et kromosompar ikke kan fungere som ett kromosom siden de ikke er festet sammen. Eleven synliggjør sin tankerekke gjennom argumentasjon, med påstander og begrunnelser. Dette er i tråd med hvordan Linn et al. (2004) definerer prinsippet *å gjøre tenking synlig*. Slik synliggjøring av tanker fremheves som vesentlig i elevenes ervervelse av ny kunnskap, for å få innblikk i ulike perspektiver og for å skape forståelse av komplekse prosesser. Det samme eksemplifiseres i sitat 5 (side 44), der elevene setter ord på det de tenker for å skape forståelse av den modellen de observerer.

Når elever støtter seg til modeller og hverandre kan vi si at språkets sosiale dimensjon styrker samspillet og forståelsen av modellen (Vygotskij, 2001). Modellen bidrar til at elevene deler tankene sine og kobler ny kunnskap til det de, eller partneren, allerede kan. Elevene kommer med ideer og utsagn med utgangspunkt i det de observerer. Elevene gjenkjenner deler av modeller, deler disse med hverandre og kan i fellesskap konstruere ny kunnskap om det modellene illustrerer.

### **5.1.4 Samhandler om interaktive oppgaver**

Bare to av de tre gruppene løser de fire interaktive oppgavene i programmet. Likevel er det interessant å se hvordan de to gruppene samhandler om hvordan de skal løse disse. Gruppe 1 samarbeider om den første oppgaven, før de i stor grad gjetter seg frem på de tre andre. De prøver seg frem til de får opp en bekreftelse på skjermen om at de har løst oppgaven riktig. Gruppe 2 diskuterer mulige løsninger både før de begynner og underveis, på alle de fire oppgavene. De samarbeider i større grad og virker mer interessert i forståelse enn gruppe 1. I sitat 8 (side 46) viser elevene i gruppe 2 at de er opptatt av både hendelsesforløpet og innholdet, samtidig som de fokuserer på hva som kan være riktig svar og argumenterer for sine påstander.

### **5.1.5 Generelt om elevenes samspill**

De tre gruppene i denne studien samarbeider svært ulikt, noe som kan skyldes mange faktorer. Gruppe 1 samarbeider gjennom å lese høyt annenhver gang og formulerer besvarelser i fellesskap. De setter også ord på hvordan de opplever figurer og modeller for å skape felles forståelse av sammenhengen mellom tekst og figur. De virker trygge på hverandre, de samarbeider godt og fungerer tilsynelatende støttende for hverandre.

Elevene i gruppe 2 samarbeider på litt andre måter. De bytter bevisst på å styre markøren og på å skrive inn besvarelser i arbeidsboka. Likevel virker de opptatt av at besvarelsene skal være et "felles produkt", der begge er enige både i innhold og formulering. Disse to samtaler også mer rundt tekster, figurer og animasjoner enn de andre elevene. De gjenforteller ofte det de ser med egne ord, flere ganger i fellesskap. De stiller hverandre spørsmål og inkluderer hverandre i stor grad. De virker opptatt av å forstå de ulike fenomenene, og bruker gjerne naturfaglig språk i interaksjonen sin.

Gruppe 3 samarbeider på et minimumsnivå. De leser inni seg, bruker få ord og virker nesten sjenerte, men formulerer likevel svarene i arbeidsboka stort sett i fellesskap. Ut fra datamaterialet i denne studien er det umulig å si om disse elevene er mer aktive i samhandling med andre elever eller om et annet program kunne fremkalt større grad av muntlig aktivitet eller samarbeid mellom disse to elevene. En annen faktor som påvirker denne gruppas samhandling er at elevene gir uttrykk for at målet med økta er å besvare de skriftlige oppgavene. De kan besvare de fleste oppgavene uten å snakke sammen eller å studere andre deler av programmet. Da oppgavene ikke virker særlig utfordrende for de to, blir det heller

ikke en nødvendighet å samarbeide for å forstå prosesser eller for å kunne utforme svar. Med mer utfordrende oppgaver kunne kanskje programmet fremkalt mer samtale, også mellom disse to elevene. Oppgaver som *Beskriv hvordan en celle er oppbygd* eller *Forklar med egne ord hvordan en vanlig celledeling foregår* er eksempler på skriftlige oppgaver som kunne oppmuntre elevene til å studere hele programmet og som krever en viss forståelse av innholdet. Med utgangspunkt i presentasjonen av gruppene, som beskrev J3 som ny i klassen, sjenert og noe utrygg, er det naturlig å anta at samspillet mellom elevene i gruppe 3 påvirkes av disse faktorene.

Programmene på Viten.no er forankret i SKI-prinsippene (Linn, et al., 2004). To av disse prinsippene, *å hjelpe elevene til å lære av hverandre* og *å gjøre tenking synlig*, kommer tydelig frem i fokuset på elevenes samarbeid i forbindelse med programmet *Celler*. Felles for de tre gruppene, selv om det er store variasjoner, er gjentatte forsøk på samhandling og informasjonsoverføring. Dette kan tyde på at programmet *Celler* fungerer som støttende i læringen, slik SKI-prinsippene (Jorde, et al., 2003; Linn, 1995; Linn, et al., 2004) og rammeverket rundt Viten.no tilsier (Isnes, 2011; Jorde, et al., 2003; Mork, 2003). Selv om gruppe 3 er mindre aktive enn de andre, viser sekvenser, som sitat 7 (side 45), hvordan elevene forsiktig forsøker å danne felles kunnskap og felles besvarelser.

## **5.2 Hvordan navigerer elevene i programmet?**

Noen elever ser ut til å forstå programmets oppbygning og hvordan de er ment å jobbe seg gjennom programmet. Andre navigerer med utgangspunkt i arbeidsboka og ut i fra svarene de er på utkikk etter.

### **5.2.1 Observerer et element gjentatte ganger**

Resultatene viser at elevene benytter muligheten til å navigere fritt i programmet. De blar raskt forbi enkelte sider, mens andre besøkes flere ganger. Flere av animasjonene avspilles bevisst gjentatte ganger, et resultat av at elevene gir uttrykk for at de ikke forstår innholdet eller ønsker å se det om igjen. Dialog som er knyttet til gjentatte avspillinger av animasjoner, går igjen flere ganger hos to av gruppene.

I gjennomføringen er det kun gruppe 1 og 2 som observerer animasjoner og programmet i sin helhet. Disse elevene gir uttrykk for at animasjonene er interessante, som i sitat 9 og 10 (side 47 og 48). De reagerer med små lyder eller kommentarer, som "Åååå" eller "Kult", og ytrer

gjentatte ganger at de vil se en animasjon på nytt. Det kan virke som at elevene øker sin forståelse av fenomener underveis i avspillingene av animasjonene, som i sitat 9, når J2 i gruppe 1 utbryter ”For det er inni cellekjerna..!”.

Modeller, som animasjonen ”DNA kopieres”, bør alltid vurderes før de tas i bruk. I sitat 10 kommer det tydelig fram at elevene i gruppe 2 ikke har forstått at denne illustrerer en celledeling etter første avspilling. Denne spesifikke animasjonen kan virke konkret og tydelig for noen av oss, men meningsløs for andre. Mathiassen (2008) mener at i tilfeller der elever ikke forstår en modell eller dens betydning vil modellen heller ikke kunne gi mening. Utviklingen i sitat 10 viser likevel at de to elevene omsider skaper forståelse av modellen, men at dette først skjer etter tredje avspilling. De tar seg tid til å studere denne animasjonen gjentatte ganger og gjennom interaksjon skaper de en viss forståelse av hva denne etterligner.

Det er vanskelig å si med sikkerhet om elevene observerer elementene gjentatte ganger for utelukkende å skape bedre forståelse av den viste prosessen. Nysgjerrighet kan i seg selv være en faktor som kan motivere elevene til å ville avspille ne animasjon flere gjentatte ganger. Uansett er denne typen navigering et interessant aspekt av elevenes arbeidsprosess. Selv om elevene gir uttrykk for at modellen ikke skaper mening kan en påstå at den vekker en viss interesse hos elevene. I sitat 10 kan samtalen tyde på at elevene ikke leser den tilhørende teksten før de ser animasjonen. En annen mulighet er at de ikke mestrer å koble denne teksten til animasjonen. Likevel gir elevene omsider uttrykk for økt forståelse etter de gjentatte avspillingene.

Animasjoner kan benyttes for å illustrere komplekse prosesser på få sekunder. Animasjonene som er benyttet i programmet *Celler* har til felles at de har kort varighet, de er i farger og de er forenklede fremstillinger av prosesser og fenomener innenfor temaet celler. Gruppene som studerte animasjonene i programmet foretok gjentatte avspillinger av flere av de samme animasjonene. Av alle modellene i programmet var de mest repeterte også de mest fargerike. I tråd med Craig et al. (2002) kan vi anta at fargebruken bidrar til å gjøre disse animasjonene mer interessante og betydningsfulle. Et annet fellestrekk er at de mest repeterte animasjonene består av korte sekvenser, med tilhørende tekst, samt at de inneholder mye bevegelse. Det kan tyde på at elevenes oppmerksomhet ble trukket til animasjoner som kjennertegnes som gode og hensiktsmessige ifølge Craig, et al. (2002) og Rieber (1990). De påstår at virkemidler som fremhevninger, piler og bevegelse er noe av det som kjennetegner gode animasjoner (Craig, et

al., 2002; Rieber, 1990). Animasjonene simulerer prosesser som er tilsynelatende usynlige i virkeligheten og derfor er utfordrende å forstå. De er samtidig utfordrende å illustrere uten bevegelse, og kan i animasjonene kombineres med relevant tekst og settes i sammenheng med andre aktiviteter. Likevel burde prosessene være innenfor elevenes antatte potensielle utviklingssone. Dette er i tråd med flere av de punktene Rieber (1990) knytter til å lage hensiktsmessige animasjoner.

### 5.2.2 Navigerer hoppende i programmet

Alle gruppene navigerer seg hyppig mellom spørsmålene i arbeidsboka og ulike relevante sider. De gir uttrykk for at de gjør dette for å lete opp riktige svar og for å dobbeltsjekke svarene sine. Flere av elevene bruker svært mye tid på slik navigering og det kan virke som de ”roter seg bort” i menyoversikten. Gruppe 1, som er svært opptatt av å svare riktig på alle oppgaver, navigerer seg kontinuerlig rundt i programmet, på leting etter en side de har vært innom tidligere, et svar eller en modell de refererer til.

Filmopptakene viser hvordan elevene jobber med de skriftlige oppgavene og kan fortelle mye om hvilke oppgaver som resulterer i navigering. Noen av oppgavene i programmet kan besvares med enkeltord eller er såkalte ”klipp og lim”-oppgaver (Furberg, 2009). Sitat 12 (side 48) viser elevene i arbeid med en av disse, *Det er fire forskjellige baser i DNA, hva heter disse?* I sitatet ser vi at elevene leter opp de fire bokstavene A, T, C og G for å skrive disse inn i besvarelsen. Elevene klikker seg gjennom programmet for å finne svaret, før de klikker seg tilbake til arbeidsboka for å skrive eller lime inn svaret. Andre oppgaver, som virker mer utfordrende på elevene og som fremkaller mer dialog, krever at elevene formulerer egne svar. Sitat 11 (side 48) viser hvordan elevene jobber med oppgaven *Hvorfor deler celler seg?*, der de må omformulere det de leser til en egen formulering. Flere lignende spørsmål kan knyttes opp mot navigering, der elevene klikker seg frem til figurer og animasjoner som de studerer og støtter seg til mens de snakker sammen.

Navigeringen til elevene i gruppe 3 er et godt eksempel på hvordan frihet i arbeid med digitale læringsressurser kan påvirke arbeidsprosessen i negativ forstand. Elevene navigerer med utgangspunkt i arbeidsboka, besvarer de spørsmålene de kan besvare og sier seg ferdige med gjennomføringen. I tråd med Erstad, et al. (2009) viser dette at friheten til å navigere hvordan de vil, og til å disponere tiden fritt, kan være en ulempe ved bruk av digitale læringsressurser. Likevel kan denne friheten fungere positivt for andre, som gruppe 1, som

kan ta den tiden de ønsker for å skape forståelse av innholdet og til å formulere de skriftlige besvarelsene sine.

### 5.2.3 Generelt om elevenes navigering

Elevenes navigering i programmet preges av å kunne besvare de skriftlige oppgavene i arbeidsboka. Dette tyder på at elevene legger mye i disse besvarelsene og at de er opptatt av det som kan kalles *å gjøre skole* fremfor *å lære naturfag* (Jiménez-Aleixandre, et al., 2000). Spesielt elevene i gruppe 1 og 2 legger mye arbeid og tid i å kunne besvare oppgavene i programmet riktig og navigerer med utgangspunkt i dette. Animasjonene blir ofte avspilt gjentatte ganger fordi elevene prøver å oppnå bedre forståelse av innholdet i disse. Animasjonene som blir avspilt flest ganger har til felles å ha kort varighet og et innhold som krever forståelse for å kunne gi mening.

Navigeringen i programmet bærer generelt sett preg av leting med utgangspunkt i skriftlige spørsmål og repetisjon. Gruppe 1 og 2, som jobber kronologisk i programmet, navigerer tilsynelatende mer bevisst enn gruppe 3. Dette kan ha sammenheng med at de to førstnevnte gruppene starter gjennomføringen fra ”Cellens oppbygning - Innledning” (Tabell 1, bilde 1) slik det står oppført på tavla, i motsetning til gruppe 3 som begynner øverst i menyen, med ”Arbeidsbok”. Dette kan tyde på at programmets oppbygning og meny er noe forvirrende for gruppe 3. For mange vil det føles naturlig å begynne øverst i menyen, for så å følge punktene nedover. I programmet *Celler* slår denne strategien negativt ut med tanke på målet med økta; at elevene skal diskutere og jobbe seg gjennom samtlige sider i programmet. Gruppe 3 observerer ikke animasjonene og løser ingen av de interaktive oppgaver, trolig fordi at de allerede har besvart de skriftlige oppgavene og anser seg som ferdige.

Elevenes navigering viser hvordan elever i arbeid med digitale læringsressurser trenger rammer for gjennomføring, som tid og presisering av hvordan programmet skal benyttes. Elevenes frihet i økta kan ha bidratt til at en av gruppene brukte lite tid på aktiviteter utover de skriftlige oppgavene. Gruppen ser ut til å jobbe mot riktige svar fremfor å skape forståelse for prosessene som presenteres i *Celler*, i tråd med funnene til Jiménez-Aleixandre et al., (2000).

### 5.3 Hvordan bruker elevene naturfaglige ord?

Resultatene viser at elevene i hovedsak kommuniserer muntlig, gjennom svært variert språk og med ulikt innhold av det Wellington og Osborne definerer som naturfaglige ord (2001). I elevenes dialoger er det stort mangfold av naturfaglige ord, og mange av disse gjentas opp til 20 ganger av den samme gruppa. De aller fleste av disse ordene kan defineres som faglige begreper, etter inndelingen til Mork og Erlie (2010).

#### 5.3.1 Bruk av naturfaglige ord

Figur 4 (side 51) viser at elevene benytter en rekke ulike naturfaglige ord i sine dialoger og at mange av disse benyttes mange ganger. Mange av de medregnede ordene benyttes som enkeltord og som repetisjon. Sitat 15 (side 49) er et godt eksempel på hvordan elevene uttaler samme ord gjentatte ganger uten å sette dette inn i en sammenheng. Begrepet DNA kan telles fem ganger i dette sitatet, selv om de fire siste gangene ikke gir mer mening eller utdypes mer enn første gang. Det viser at det er stor forskjell på å *uttale et naturfaglig ord* og å *bruke det* (Mortimer & Scott, 2003).

I LK06 heter det blant annet at elevene skal kunne bruke naturfaglige begreper og uttrykksformer (Kunnskapsdepartementet, 2010). Som en del av de grunnleggende ferdighetene er dette en kompetanse elevene er forventet å erverve seg gjennom grunnskolen. Det er derfor bemerkelsesverdig at elevene i denne gjennomføringen bare benytter naturfaglige ord som finnes i programmet *Celler*. Ordene celle, DNA og arvematerialet går eksempelvis igjen mange ganger. Det er vanskelig å si noe om hvilket språklig nivå en kan forvente av elever på 8. trinn. Likevel er det overraskende at elevene ikke trekker inn andre nærliggende begreper fra faget, i sine diskusjoner og sammenligninger. I sitat 6 (side 45) snakker eksempelvis G1 om hvordan kromosomet er satt sammen av to deler, *en dame og en mann*. Her kunne det vært naturlig å trekke inn begreper som kromosompar eller kjønnsceller. Med utgangspunkt i at elevene må praktisere det naturfaglige språket for å kunne tilegne seg naturfag (Mork & Erlie, 2010), kan en undre seg over om disse elevene har lite erfaring i å praktisere dette språket (Lemke, 1990). I elevenes dialoger kommer det tydelig frem at de forsøker å bruke mange av ordene i setninger, enten når de formulerer svar til arbeidsboka eller når de legger frem påstander. Dette tyder på at elevene er i en læringsprosess der de forsøker å tilegne seg det naturfaglige språket.

### **5.3.2 Begrepsforståelse**

I sitat 17 (side 53) sammenligner J2 i gruppe 2 et kromosom med bokstaven H. På samme måte sammenligner flere av elevene mitokondriene med pølsebrød. At elevene bruker ikke-naturfaglige ord kan tyde på at elevene har et begrenset naturfaglig språk. Fremfor å benytte nærliggende begreper, eller knytte samtalen til begrepenes funksjon og oppbygning, knytter de begrepene til hverdagslige objekter. Likevel viser elevene i flere tilfeller at de snakker om naturfaglige begreper for å skape forståelse av disse som i sitat 8 (side 46), der elevene snakker kort om hva et atom er.

### **5.3.3 Generelt om elevenes naturfaglige ord**

Elevene i gruppe 1 bruker mye tid på å lese teksten i programmet høyt, noe som gjør at de også leser opp en del naturfaglige ord. De to viser likevel at de har problemer med å huske mange av de naturfaglige begrepene og knytter disse, gjentatte ganger, til bilder eller til ulike alternative objekter med tilsvarende utseende. Elevene i gruppe 2 viser større forståelse for begrepene og bruker disse i stor grad i hele setninger og diskusjoner. Den tredje gruppa bruker korte setninger og mange enkeltord, men gir likevel inntrykk av at de kjenner de naturfaglige ordene i programmet godt.

To av gruppene bruker aktivt språket sitt for å kommunisere om objekter og prosesser fra programmet. Disse elevene støtter seg stadig til elementer i programmet, de refererer til modeller eller bilder og peker på skjermen mens de prater. De hjelper hverandre, gjennom å forklare prosesser og tankerekker, eller ved å referere til bilder eller modeller.

Mange elever opplever det komplekse naturfaglige språket som utfordrende. Det er sammensatt av et mangfold begreper og symboler, og er for mange utfordrende å tilegne seg, samt å praktisere. Mork og Erlien (2010) hevder likevel at praktisering av språket er den eneste måten å tilegne seg dette på. Elevene må få trening i og oppfordres til å bruke slike ord for å tilegne seg dem. Først når elevene føler seg trygge på ordene og deres innhold vil de legge dem til som en del av sitt språk.

I denne studien kommer det tydelig frem at de seks elevene har ulike ferdigheter i å uttrykke seg muntlig i naturfag. Måten de kommuniserer, støtter seg til skjermbilder og hjelper hverandre på, kan likevel fortelle noe om hvordan samarbeid kan støtte opp under praktiseringen av språket. Flere ganger gir en av elevene uttrykk for å kjenne spesifikke



prosesser eller fenomener, uten å mestre å sette ord på disse. I disse tilfellene fungerer samarbeidspartneren som et muntlig verktøy, og i fellesskap kommer de frem til de riktige ordene og begrepene.

Ut fra datamaterialet kan vi argumentere for at Viten-programmet *Celler* oppmuntrer elevene til muntlige interaksjoner og til å praktisere naturfaglig språk. Med utgangspunkt i teorier og forskning om språklig samhandling i naturfag kan det tyde på at denne samhandlingen gir elevene et verdifullt innblikk i hverandres tanker og forståelse (Mercer, 2005; Mortimer & Scott, 2003; Scott, Mortimer, & Aguiar, 2006; Wellington & Osborne, 2001). Samtidig kan vi anta at elevene, gjennom arbeidet med *Celler* styrker sin begrepsforståelse, og får øving i å benytte naturfaglig språk.

#### **5.4 Hvilke elementer i programmet ser særlig ut til å fremme faglig dialog?**

Figur 6 (side 54) viser elevenes uttalelser i tilknytning til aktivitetene *skriftlige oppgaver, figurer og animasjoner, interaktive oppgaver og høytlesing av tekst*. Elevene leser store deler av tekstene i programmet høyt, og får på den måten uttale og høre naturfaglig språk.

Høytlesingen kan likevel ikke sies å stimulere elevene til å praktisere språket eller til å selv måtte formulere setninger. Høytlesing av tekst er derfor ikke diskutert i denne delen. Ved å knytte elevsamtalene til de tre kategoriene *ordstridig, akkumulerende* og *utforskende* prat (Mercer, 1996) kan vi se hvordan ulike elementer fremmer ulike former for samtaler.

##### **5.4.1 Skriftlige oppgaver**

Mye av samhandlingen omhandler som nevnt rettskriving. I tillegg bærer dialogene preg av at elevene tenker høyt i samråd med hverandre. De kommer med forslag til svaralternativer eller til sider i programmet der de kan finne svarene.

Oppgaver der elevene selv må tenke seg frem til svarene skaper mest faglig dialog mellom elevene, i tråd med Wellington og Osborne (2001). Slike oppgaver spør for eksempel om fellestrekk og ulikheter mellom ulike typer celler, eller om hvorfor celler deler seg. I forbindelse med disse vurderer elevparene aktuelle svar opp mot hverandre og kommer med korte argumenter for ulike svaralternativer. I tråd med Mercer (2005) får elevene mulighet både til å synliggjøre egen kunnskap, få innblikk i hverandres kunnskap, samt å snakke om denne kunnskapen. De formulerer også oftest de endelige svarene i fellesskap, noe som ifølge Knain (2005) gjør at elevene lærer å samarbeide om språkets innhold og bruk. Dette kan tyde

på at elevene oppøver seg både muntlig og skriftlig språkkompetanse, som kan gi verdifulle og overførbare ferdigheter.

Sitat 19 (side 55) viser at elevene samhandler om et svar på en skriftlig oppgave med utgangspunkt i figuren som ligger ved denne. Måten elevene støtter ser til denne er i samsvarer med teorier og forskning som hevder at modeller kan fungere støttende for elever i læring (W. Erlie & S.M. Mork, 2009; Hannisdal & Ringnes, 2003; Mathiassen, 2008). Oppgaver som *Hva er et kromosom?* (Oppgave 7), og *Hvorfor tror dere DNA må kopieres før vanlig celledeling?* (Oppgave 12), krever mer forståelse og resulterer i mer samhandling mellom elevene (Wellington & Osborne, 2001). For å kunne besvare hva et kromosom er, må elevene ha kjennskap til flere begreper, som celler, DNA og kromosomer. De må ha kunnskap om kromosomets oppbygning og overføre denne kunnskapen til en formulering. Ingen av gruppene utdyper lange samtaler rundt disse spørsmålene, men de prøver likevel å formulere ulike alternativer som de deler med hverandre. Et eksempel på dette ble presentert i sitat 22 (side 57), der en elev legger frem ulike forslag på hvorfor DNA kopieres før celledeling.

Gruppe 1 og 2 har både *akkumulerende* og *utforskende* samtaler knyttet til de skriftlige oppgavene (Mercer, 1996). Gruppe 3 har derimot kun akkumulerende samtaler, de er ukritiske og J3 skriver i de fleste tilfellene det G3 sier. Sitat 18 (side 54) er et eksempel på hvordan spørsmålet *hvorfor tror dere DNA blir pakket sammen?* fører til *akkumulerende* prat i gruppe mellom disse. G3 foreslår ulike svaralternativer som J3 omformulerer og skriver ned. I denne sammenhengen er det nærliggende å tro at mangel på tryggheten mellom de to elevene fører til denne ukritiske og akkumulerende samtaleformen. Sitat 19 (side 55) kan også beskrives som *akkumulerende prat*, der J1 i gruppe 1 setter ord på sine idéer og J2 bekrefter disse med ”jo..ja..”. Det er likevel verdt å merke seg at elevene i gruppe 2, i sitat 4 (side 44), samtaler *utforskende* (Mercer, 1996) om den samme oppgaven, fordi de diskuter hvilken funksjon bakteriens ”hale” har.

#### **5.4.2 Figurer og animasjoner**

De ulike modellene i programmet fremkaller ulike typer reaksjoner, og enkelte animasjoner skiller seg ut ved å fremkalle særlig samtale og diskusjon mellom elevene. Disse er korte animasjoner, med kun få sekunders varighet, som konkretiserer naturfaglige prosesser. En liten tilhørende tekst forklarer hva animasjonene og modellene illustrerer og tydeliggjør samtidig sammenhenger mellom ulike fenomen.

Modellene og de tilhørende tekstene fungerer tilsynelatende som et verktøy og en støtte i elevenes kunnskapsforståelse. Av sitat 21 (side 56) kan en se at elevene kommenterer animasjonsteksten om celledeling, med kommentarer som ”*En celledeling tar omtrent 2 timer!*”. Sitatet viser at elevene festet seg ved informasjonen i teksten og koblet denne til den tre sekunders lange animasjonen. Sammen gav dette tydelig mening og elevene ervervet seg tilsynelatende ny kunnskap om prosessens varighet. Sitat 22 (side 57) viser hvordan elevene i gruppe 2 setter ut en antakelse før de avspiller animasjonen og bygger videre på sin kunnskap. G2 antar at DNA-tråden vil dele seg og splittes, noe som viser at han allerede kjenner til denne prosessen og dens forløp. Elevene knytter den nye informasjonen, om hvordan kopieringen skjer i detalj, til prosessen slik de kjenner den. Dette er i tråd med teorier om hvordan elever bygger videre på allerede ervervet kunnskap og tilegner seg ny forståelse og erfaring (Mathiassen, 2008). Sistnevnte sitat viser også hvordan animasjoner kan fungere som et konkretiserende og forklarende verktøy i forståelsen av komplekse naturfaglige prosesser, i tråd med Erlie og Mork (2009).

Elevenes observasjoner av figurer og animasjoner fører både til *akkumulerende* og *utforskende* prat i gruppene. Prat i gruppe 1 og 2 om animasjonen ”Arvematerialet- Oppbygning av DNA”, som vist i sitat 5 (side 44) og 22 (side 57), frembringer *utforskende* samtaler (Mercer, 1996). Elevene uttrykker interesse og nysgjerrighet gjennom spørsmål og kommentarer til det de ser på skjermen, som ”*Åja, sånn ja! (...) Se.. Dem er basepar sånn, og sånn henger dem sammen*” og ”*Kanskje de deler seg?*” Interessen og den *utforskende* praten kan ha sammenheng med at elevene gjenkjenner noe av innholdet og derfor har lettere for å skape forståelse og stille spørsmål i tilknytning til disse animasjonene.

Av resultatene kan vi med sikkerhet hevde at noen av modellene, henholdsvis ”Oppbygning av DNA”, ”DNA kopieres” og ”Kopiering av DNA”, lykkes i å få elevenes oppmerksomhet under gjennomføringen. I likhet med resultatene til Craig, et al. (2002) kan vi anta at bruk av utheving og farger, samt forklarende tekst kan ha bidratt til elevenes samtaler og forståelse av de gjengitte prosessene.

### **5.4.3 Interaktive oppgaver**

Arbeid med de interaktive oppgavene i programmet utgjør en stor del av samhandlingen i to av elevgruppene. To av de fire oppgavene, IO-2 og IO-3, skiller seg ut, ved at det blir brukt

mer tid og dialog på disse (Figur 8 og 9, side 57 og 58). Elevene gir gjennom dialogene uttrykk for å forstå forholdet mellom DNA, celle og kromosom, mens begrepet base er noe mer ukjent. Det kan dessuten virke som at elevene er usikre på hva et atom er og forholdet mellom et atom og de fire andre begrepene. Dette samsvarer med funnene til Sewell (2002) som viste at mange elever blander begrepene celle og atom, og har begrenset forståelse av disse.

Av samtalene rundt de interaktive oppgavene kan en se likhetstrekk med det tidligere forskning sier om *gode animasjoner*. De to mest omtalte oppgavene er konkrete og uten forvirrende elementer. Dette er i tråd med det Rieber (1990) hevder, at animasjoner bør konstrueres slik at de fremhever det som er sentralt i forhold til hensikten, fremfor å forvirre mottakeren med unødvendige detaljer. Siden og figuren i oppgave IO-2 er også fargerik, i tråd med hvordan Craig et al. (2002) hevder at farger og fremhevninger gjenkjenner en god animasjon. Den tar også utgangspunkt i den samme figuren av dyrecella som er benyttet andre steder i programmet, noe som kan bidra til at elevene opplever denne som kjent og lettere å knytte til allerede ervervet kunnskap. Resultatene kan derfor tyde på at IO-2 vekker interesse med farger og tydelig innhold, mens IO-3 gir elevene en konkret utfordring, men innenfor deres potensielle utviklingssone. Selv om de interaktive oppgavene ikke virker spesielt krevende for elevene kan en påstå at noen av dem opplevde disse som motiverende i læringsprosessen, som vist i sitat 24 (side 58).

Prat knyttet til de interaktive oppgavene kan omtales som både *akkumulerende* og *utforskende* prat (Mercer, 1996), fordi elevene legger frem idéer for hverandre om det de ser og tenker. I noen tilfeller, som i sitat 23 (side 58), legger en elev frem flere påstander, mens den andre ser ut til å tenke fremfor å uttale seg om disse. Praten i sitat 23 blir en opphoping av J1s påstander, istedenfor en diskusjon om disse. I sitat 8 (side 46) diskuterer elevene i gruppe 2 hva et atom er. Her er begge aktive i samtalen, gjennom å argumentere for egne påstander, vurdere hverandres ideer og stille spørsmål. De oppmuntrer hverandre til å uttrykke seg muntlig, de synliggjør egne tanker og de kan bruke samtalen til å lære av hverandre (Jorde, et al., 2003; Linn, et al., 2004). Slik skaper elevene trolig en felles kunnskapsforståelse og meningsdannelse.

#### **5.4.4 Generelt om elementer som fremmer faglig dialog**

Elevenes dialog er knyttet til ulike elementer i programmet *Celler*. Den største delen av dialogen er knyttet til skriftlige oppgaver. Likevel er det store variasjoner knyttet til de ulike oppgaveformuleringene. Helhetlig kan en hevde at det råder stor variasjon i ordbruk knyttet til elementene innenfor de ulike typene aktiviteter. Skriftlige oppgaver som krever at elevene må formulere egne besvarelser stimulerer til mer muntlig aktivitet enn oppgaver som kan besvares med enkeltord. Det er også naturlig å anta at elevene så figuren i oppgave 4 og 5 som et verktøy til å komme frem til svarene i fellesskap. Figurer og animasjoner ser ut til å vekke interesse blant elevene og oppmuntrer dem til muntlig samhandling. At dialogene knyttet til modeller likevel utgjør såpass liten andel av den totale dialogen kan forklares med at animasjonene har svært kort varighet, på mellom to og fem sekunder. De to animasjonene som utmerker seg er begge animasjoner med farger og mye bevegelse. De samme tendensene kommer frem i elevenes samtaler knyttet til interaktive oppgaver, der to av oppgavene ser ut til å fremme faglig og løsningsorientert dialog. Ved å fokusere på elevens samtaler ut fra de ulike elementene kan en hevde at de *utforskende* samtalene, som inneholder argumenter og diskuterende sekvenser, kan knyttes til de mer utfordrende elementene (Mercer, 1996).

#### **5.5 Hvordan kommuniserer og samarbeider elever om naturfaglige prosesser når de arbeider med programmet *Celler*?**

Med utgangspunkt i de fire forskningsspørsmålene blir det mulig å diskutere problemstillingen i sin helhet. I første forskningsspørsmål blir det rettet lys mot elevenes *samspill*. Gruppene samarbeider i stor grad, gjennom å snakke sammen, dele tanker og formulere besvarelser i fellesskap. Noen av elevene viser flere ganger at de lærer av hverandre, gjennom at de stiller hverandre spørsmål og forklarer prosesser. Elevenes samspill er noe todelt, da fire av elevene samhandler kontinuerlig, mens de to siste samhandler svært beskjedent. Måten elevene benytter gestikulering på viser samspill utover det verbale, der de knytter egne forståelser til figurer de tidligere har sett i programmet.

I andre forskningsspørsmål blir det fokusert på *navigering*. Resultatene viser at elevene navigerer svært ulikt, selv etter oppfordring til å følge menyen kronologisk. De velger også å avspille flere av animasjonene gjentatte ganger, og gir uttrykk for å gjøre dette for å skape bedre forståelse av innholdet og meningen i disse.

Tredje forskningsspørsmål dreier seg om elevenes *naturfaglige språk*, etter taksonomien til Wellington og Osborne (2001). Resultatene viser at elevene bruker en del naturfaglige ord i sine samtaler, og at alle de begrepene og prosessordene som benyttes inngår i programmet *Celler*. Alle elevgruppene bruker naturfaglige ord, men bruker i få tilfeller slike ord i hele setninger utover når de formulerer besvarelser. Det er verdt å merke seg at det likevel kommer frem at elevene snakker om innholdet eller betydningen av naturfaglige ord i flere tilfeller.

Fjerde forskningsspørsmål belyser samtaler knyttet til *de ulike aktivitetene* underveis i gjennomføringen, figurer og animasjoner, skriftlige oppgaver, interaktive oppgaver og høytlesing. Resultatene viser at elevenes faglige dialog fordeler seg utover de ulike aktivitetene i programmet, men med vekt på å besvare de skriftlige oppgavene.

### **5.5.1 Samspill og navigering**

Elevenes samspill viser at programmet kan bidra til å fremme samhandling og samtale, i tråd med SKI-prinsippene om at elever bør få synliggjøre tanker og lære av hverandre (Jorde, et al., 2003; Linn, et al., 2004). Selv om samhandlingen varierer gjennom arbeidet med programmet og mellom gruppene, kan resultatene tyde på at elevene blir stimulert til å bruke hverandre i læringen, i likhet med tanken bak sosialkonstruktivistisk læring (Vygotskij, 2001). Navigeringen i programmet kan knyttes til samhandling på flere måter. Flere ganger snakker elevene sammen om hvordan de skal navigere i menyen. Det er også verdt å merke seg hvordan elevene benytter seg av muligheten til å navigere når de forklarer hverandre hva de mener. De flytter seg gjerne rundt i programmet for å støtte seg til figurer eller animasjoner. Slik synliggjør de tankene sine, i tråd med SKI-prinsippene, samtidig som de argumenterer med utgangspunkt i modeller, slik Mathiassen (2008) hevder at modeller kan fungere som viktige hjelpemidler i forståelsen. Det at elevene velger å avspille animasjoner gjentatte ganger kan også påstås å være et positivt aspekt av den friheten elevene opplever innenfor programmets rammer. Med utgangspunkt i disse resultatene kan en hevde at utviklerne har lykket i å konstruere et innhold som gir rom for repetisjoner eller hoppende navigering som kan fungere støttende i gjennomføringen. Likevel viser resultatene at en av de tre gruppene navigerer med utgangspunkt i arbeidsboka og benytter seg av muligheten til å rase gjennom programmet på få minutter. Dette kan tyde på at elevene ikke har fått klare nok rammer for gjennomføringen, slik Erlie og Mork (2009) hevder at kan påvirke arbeidsprosessen.

### 5.5.2 Samtale og forståelse

Samtalene mellom elevene viser i flere tilfeller at elevene snakker om sin forståelse av prosesser og naturfaglige ord gjennom arbeidet med programmet. Dette kommer spesielt frem i elevenes samtaler under og etter avspilling av animasjoner. Med utgangspunkt i Mercers (1995, 1996) kategorier kan en hevde at mange av samtalene ligger på et *akkumulert* eller *utforskende* nivå, noe som tilsier at samtalene kan bidra til å skape økt forståelse for de involverte. Funnene om elevenes naturfaglige språk tyder på at utvalget er lite vant med å praktisere dette. De uttaler begreper gjennom hele gjennomføringen, men uten å vise særlig evne til å bruke disse bevisst i lengre setninger. Det kan antas å være to grunner til dette. For det første er det naturlig å tro at elevene har lite erfaring med språket og de aktuelle begrepene innenfor temaet. I tråd med Erlie og Mork (2009) er dette en forutsetning for at elevene skal kunne bruke språket. For det andre kan det diskuteres om elevene har de forutsetningene som kreves for å kunne bruke de naturfaglige ordene så de gir mening. Wellington og Osborne (2001) hevder at elevenes språklige nivå avhenger av deres kjennskap til den aktuelle taksonomien og de trekkene som kjennetegner språket. Likevel viser elevene at de forsøker å bruke naturfaglige ord, gjennom å prøve seg frem gjennom repetisjoner og bekreftelser, eller som Mercer (1995) kaller det, *akkumulert* samtale.

Det er tydelig at noen delementer fungerer bedre enn andre når det gjelder å fremme utforskende samtaler og naturfaglig språk. Flere av de skriftlige spørsmålene og interaktive oppgavene fremkaller faglige samtaler. Samtidig viser resultatene at animasjoner har til felles å fremme samtaler om både innhold og begrepsforståelse mellom elevene.

### 5.6 Til ettertanke

I en masterstudie er det en rekke påvirkende faktorer som dukker opp underveis i forskningen. I denne studien var tanken at utvalget skulle være relativt homogent, for å styrke overførbarheten. Likevel viser det seg at ett av elevparene virker meget usikre på hverandre. De snakker lite sammen gjennom hele gjennomføringen, de bruker svært kort tid, samtidig som at de virker mest opptatt av å svare på spørsmålene for å gjøre seg ferdige. Dette gjør det utfordrende å sammenligne og analysere samtalene deres opp mot de andre to gruppene. Samtidig representerer disse elevene en stor del av elevene på ungdomstrinn; elever som er sjenerte eller lite vant med å praktisere det naturfaglige språket sitt.

Et annet viktig aspekt er innledningen til arbeidet med *Celler* i klasserommet. I undervisning er det viktig å ha overordnede mål for læringen, uansett tilnærming. I prosjektarbeid bør elevene få vite hva som forventes av gruppa, av læringsprosessen og av det endelige produktet. For at elevene ikke skulle føle seg utrygge på gjennomføringen ble det listet opp tre punkter som elevene skulle følge på tavla, *Cellens oppbygning*, *Arvematerialet* og *Vanlig celledeling*. Elevene ble også oppfordret til å følge menyen og ta seg god tid og til å studere alle sidene i programmet. Likevel jobber gruppe 3 med utgangspunkt i arbeidsboka gjennom hele sin gjennomføring. Grunner til dette kan være at de ikke hørte etter eller at de rett og slett valgte å ikke følge denne oppfordringen. Dette viser hvor viktig en innledning til slike gjennomføringer kan være og hvordan elevene trenger konkrete og spesifiserte mål i slike situasjoner. Av denne gruppas navigering under gjennomføringen kan en også anta at oppbygningen av menyen i *Celler* er noe misvisende. I menyen står valgene oppført i en loddrett liste, der *Velkommen* og *Arbeidsbok* står oppført øverst i menyen, før de tre hovedtemaene *Cellens oppbygning*, *Arvematerialet* og *Vanlig celledeling*. Denne oppbygningen kan lede elevene til å begynne på oppgavene i arbeidsboka etter at de har lest velkomstteksten. Alternativt velger gruppa å jobbe på denne måten for å bli raskest mulig ferdig. Sistnevnte vil alltid være en mulig arbeidsmåte for elever når vi bruker elevstyrte aktiviteter i undervisningen.

Rieber (1990) hevder at innholdet i læringen bør by på utfordringer for å ha noen hensikt. På grunnlag av datamaterialet kan en hevde at elevene, spesielt i gruppe 2 og 3, ser oppgavene i programmet som lite utfordrende, som i sitat 25 nedenfor.

G2: "DNA ligger for det meste inne i cellekjernen.. Med jevne mellomrom blir det kveilet opp til kromosomer. Når skjer dette?"

G1: Åå.. Når skjer dette da tro..

(Leter. Navigerer tilbake til arvematerialet og leser alle punktene på nytt(...))

G2: Der.. "Under celledeling".. er da molekylet blir kveilet opp..

(...)

G1:Jeg synes det er litt rart.. At det står spørs.. -svar på spørsmålene..

(...)

G2: Innpå der?

G1: Mmm..

(Sitat 25, Gruppe 2, "oppgave 9")

Gruppe 3 kunne fylle inn flere svar uten å snakke sammen, mens gruppe 2 samtaler om prosessene, selv om det kan virke som at de kjenner svarene. Utforming av slike oppgaver er



en utfordring når en ikke kjenner elevgruppas faglige nivå. Det er derfor viktig at lærere selv vurderer innholdet og nivået i slike læringsressurser før de tas i bruk. I et forskningsprosjekt som dette kunne det med fordel blitt benyttet mer tid til utformingen av enkeltelementene med utgangspunkt i utvalget, før elevenes gjennomføring.



## Kapittel 6 Avslutning

### 6.1 Konklusjon

Denne masterstudien er gjennomført som en kvalitativ kasusstudie, med observasjon av filmopptak som grunnlag for en dialogisk dataanalyse. I første forskningsspørsmål blir det rettet lys mot samspill, *Hvordan bruker elevene hverandre i samspillet?* Resultatene viser at flere av elevene benytter muligheten til å samarbeide, gjennom å snakke sammen, dele tanker og formulere besvarelser i fellesskap. Noen av elevene viser at de lærer av hverandre, gjennom at de stiller hverandre spørsmål og forklarer hverandre prosesser. Flere av elevene bytter også på å lese høyt fra tekstene i programmet, noe som kan anses som et samspill. Resultatene av elevenes samspill viser at programmet kan bidra til å fremme samhandling og samtale, i tråd med tanken om at elever bør få synliggjøre tanker og lære av hverandre. Selv om samhandlingen varierer gjennom arbeidet med programmet og mellom gruppene kan resultatene tyde på at elevene blir stimulert til å bruke hverandre i læringen i arbeidet med *Celler*.

I andre forskningsspørsmål blir det fokusert på navigering, *Hvordan navigerer elevene i programmet?* Navigeringen tyder på at to av de tre gruppene navigerer avhengig av tre faktorer: programmets oppbygning, egen interesse og med utgangspunkt i de skriftlige oppgavene. Med utgangspunkt i resultatene fra to av gruppene kan en hevde at utviklerne har lyktes i å konstruere et innhold og en oppbygning som viser en tydelig rekkefølge, men som gir rom for repetisjoner eller hoppende navigering mellom sider. Det at elevene velger å avspille flere av animasjonene gjentatte ganger er et sikkert tegn på at elevene viser interesse for disse. Samtalene deres viser også i flere tilfeller at elevene øker sin forståelse av animasjonen og den animerte prosessen underveis i repetisjonene. Samtidig kan den ene gruppas navigering tyde på at oppbygningen er noe misvisende, da menyvalget *Arbeidsbok* står oppført øverst i menyen, før de tre hovedtemaene *Cellens oppbygning*, *Arvematerialet* og *Vanlig celledeling*. Alternativt velger gruppa å navigere seg ut fra arbeidsbok for å bli raskest mulig ferdig. Sistnevnte vil alltid være en mulig for elever når vi bruker elevstyrte aktiviteter i undervisningen.

Tredje forskningsspørsmål dreier seg om språk, *Hvordan bruker elevene naturfaglige ord?* Resultatene viser at elevene bruker få naturfaglige ord i sine samtaler og at de få ordene som benyttes utelukkende inngår i programmet *Celler*. Alle elevgruppene bruker naturfaglige ord i

hele setninger og i samtaler, men i svært få tilfeller. Likevel kommer det frem at elevene snakker om naturfaglige ord i flere tilfeller, for å komme frem til innholdet eller forståelsen av disse. Funnene om elevenes språk tyder på at utvalget er lite vant med å praktisere det naturfaglige språket. De uttaler begreper gjennom hele gjennomføringen, men uten å vise særlig evne til å kunne bruke disse bevisst i lengre setninger. Likevel er det interessant å se hvordan elevene snakker om begrepsinnhold og begrepsforståelse med hverandre. Elevene viser at de prøver å tilegne seg forståelse av begrepene gjennom samtaler og med støtte i figurer og animasjoner. Elevene har tydelig lite erfaring med å uttrykke seg muntlig i naturfag og har en begrenset forståelse av begrepene som inngår i temaet celler. Likevel ser vi at elementer som skriftlige oppgaver, figurer og animasjoner og interaktive oppgaver alle kan fremme elevenes praktisering av språket hvis de er hensiktsmessig utviklet.

Fjerde forskningsspørsmål belyser samtaler knyttet til aktiviteter i programmet, *Hvilke elementer i programmet ser særlig ut til å fremme faglig dialog?* Resultatene viser at elevenes faglige dialog fordeler seg utover de ulike aktivitetene i programmet, men med størst vekt på de skriftlige oppgavene. Dette tyder på at sammensetningen av programmet fungerer godt, der elevene samtaler noe rundt de fleste aktivitetene. Likevel er det tydelig at noen delementer fungerer bedre enn andre når det gjelder å fremme elevenes samtaler. Resultatene viser at skriftlige oppgaver som krever forståelse, interaktive oppgaver som oppmuntrer til samhandling, og gode animasjoner har alle til felles å fremkalle faglige og utforskende samtaler mellom elevene. Det faglige nivået i programmet kan virke noe lavt for elevene, som løser flere av oppgaven svært raskt og uten å måtte snakke seg frem til svarene.

Avslutningsvis kan vi se de overnevnte forskningsspørsmålene i lys av hverandre og besvare den endelige problemstillingen: *Hvordan kommuniserer og samarbeider elever om naturfaglige prosesser når de arbeider med programmet Celler?* Elevene kommuniserer verbalt gjennom hele gjennomføringen, samt med gestikulering når de snakker om deler av programmets innhold, som begreper og prosesser gjengitt i animasjonene. Dette viser at programmet lykkes i å skape rom for kommunikasjon og samarbeid i arbeidsprosessen.

Elevene samarbeider gjennom å løse oppgaver, formulere svar og å diskutere det faglige innholdet med hverandre. Samarbeidet viser at elevene bruker språket om det de ser og tenker og at de ofte deler sin forståelse med hverandre. Elevene bruker spesielt de animerte modellene som støtte, gjennom å referere til dem eller peke, mens de forklarer seg. Slik viser

elevene at disse modellene fungerer som støttende, både i forståelsen av prosessen og i praktiseringen av det naturfaglige språket.

Av studien vil jeg konkludere med at bruk av det digitale læringsprogrammet *Celler* gir elever viktig trening i å praktisere sitt naturfaglige språk gjennom samhandling med andre elever. Programmet virker motiverende på elevene, samtidig som det oppfordrer elevene til å sette ord på sine ideer og diskutere disse med utgangspunkt i figurer og animasjoner på skjermen. Programmet fremkalt utforskende samtaler med argumentering og samtaler om begrepsforståelse.

De overnevnte funnene er kun gyldige for denne spesifikke studien. De seks elevenes arbeid med programmet *Celler* har gitt oss innblikk i deres personlige samtaler i denne spesifikke konteksten. Det smale utvalget kan likevel overføres til andre elever i arbeid med lignende ressurser oppbygd rundt et lignende rammeverk, som programmer fra Viten.no. Den benyttede fremgangsmåten er velegnet for å undersøke de overnevnte spørsmålene. Alternative metoder kunne gitt interessante innblikk i elevers opplevelse av arbeid med *Celler*, eller deres læringsutbytte av en slik gjennomføring. Likevel var studiens formål å få innblikk i elevenes samtaler knyttet til arbeidsprosessen. Ingen annen metode kan gi det samme detaljerte innblikket i elevers autentiske samtaler som observasjon med videoopptak.

## **6.2 Resultatenes konsekvenser**

Studiens ble innledningsvis nevnt å kunne styrke, samt bygge videre på forskning innenfor elevsamhandling, språkbruk og digitale læringsressurser. Funnene i denne studien synliggjør hvordan bruk av digitale verktøy kan stimulere elever i å praktisere sitt naturfaglige språk, samt å utvikle naturvitenskapelig kunnskap i fellesskap. Resultatene kan fungere som en oppfordring til lærere om å bruke lignende ressurser for å la elevene praktisere og styrke språklige uttrykk i naturfag. Samtidig kan en slik tilnærming legge til rette for å la elevene skape forståelse av utfordrende ord, fenomener og komplekse prosesser i samhandling med hverandre. Funnene kan også gi utviklere av programmene på Viten.no og andre digitale læringsressurser innspill i hvordan slike kan forbedres for å simulere til språklig praktisering.

Det er verdt å merke seg hvordan elevenes arbeid med *Celler* samsvarer med annen forskning rundt elevsamhandling og bruk av digitale læringsressurser, modeller og naturfaglig språk. I tillegg til å styrke slik forskning, kan studien tyde på at elementene fra Viten.no oppfyller

flere av sine integrerte formål, om å gjøre tanker synlige og å la elevene lære av hverandre gjennom nettopp elevenes egne språk.

### **6.3 Videre forskning**

Studien leder opp til en rekke spennende aspekter som ikke besvares i denne undersøkelsen. Denne tilnærming gir verken innblikk i elevenes opplevde motivasjon eller forståelse i tilknytning til gjennomføringen av programmet. Den gir heller ingen målbare data av elevenes opplevde eller faktiske læringsutbytte. Slike resultater kunne være interessante med tanke på hensikten av å benytte digitale læringsressurser i undervisningen. Opplever elevene økt motivasjon og mestringfølelse når de jobber med spesifikke digitale læringsressurser? Hva er det som motiverer dem og hva tror de læreren ønsker å oppnå med å benytte slike verktøy?

I studien er det tatt utgangspunkt i at høytlesing ikke kan defineres som dialog eller samhandling mellom elever. Likevel kommer det frem at denne aktiviteten utgjør en stor del av gjennomføringen og det transkriberte materialet. I gruppe 3, som er omtalt som lite pratsomme, leser stadig G3 oppgavetekstene høyt. Dette kan antas å være et forsøk på å igangsette dialog mellom de to. Det samme gjelder gruppe 1, som leser store deler av tekstene høyt. I en oppfølgingsstudie kunne det være interessant å spørre elevene om hvorfor de leser tekstene i programmet høyt.

For å videreføre funnene i min studie kan det være interessant å se nærmere på hvordan elevene bruker språket for å gjengi de animerte prosessene, før og i etterkant av gjennomføringen. En slik studie kunne gi verdifulle funn om hva elevene legger merke til og hvordan de forstår det de studerer.

Det kan virke som at det ligger et ubenyttet potensial i bruk av digitale læringsressurser knyttet til elevers praktisering av naturfaglig språk. Med hensiktsmessige spørsmål, rike animasjoner og passe utfordrende interaktive oppgaver kan digitale programmer bidra til økt språklig kompetanse i naturfag. Fremtiden vil vise om utviklere av slike ressurser utnytter denne muligheten, om lærere blir mer bevisste på hvordan slike ressurser kan fungere som språkfremmende og, ikke minst, om lærere utnytter disse på en fordelaktig måte.

## Litteraturliste

- Arnsæth, H. C., Hatlevik, O., Kløvstad, V., Kristiansen, T., & Ottestad, G. (2007). *ITU Monitor 2007, Skolens digitale tilstand 2007*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Craig, S. D., Gholson, B., & Driscoll, D. M. (2002). Animated Pedagogical Agents in Multimedia Educational Environments: Effects of Agent Properties, Picture Features, and Redundancy. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 428-434.
- Driver, R., Asoko, H., Scott, P. H., & Mortimer, E. F. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Erlien, W., & Mork, S. M. (2009). Grunnleggende ferdigheter og bruk av digitale verktøy i naturfag. I H. Traavik, O. Hallås & A. Ørving (Red.), *Grunnleggende ferdigheter i alle fag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Erlien, W., & Mork, S. M. (2009). Grunnleggende ferdigheter og bruk av digitale verktøy i naturfag. I H. Traavik, O. Hallås & A. Ørving (Red.), *Grunnleggende ferdigheter i alle fag* (s. 144-161). Oslo: Universitetsforlaget.
- Erstad, O., Drotner, K., & Duus, V. (2009). Nasjonal Digital Læringsarena- en læremiddelanalyse. Vedlegg til Hovedrapport: Evaluering av Nasjonal Digital Læringsarena. Delrapport- en vurdering av tilgjengelige ressurser i utvalgte fag. Hentet 08.05.2011, fra [www.regjeringen.no](http://www.regjeringen.no)
- Flyvbjerg, B. (2004). Five misunderstandings about case-study research. I C. Seale, G. Gobo, J. F. Gubrium & D. Silverman (Red.), *Qualitative Research Practice* (s. 420-434). London and Thousand Oaks, CA: Sage.
- Furberg, A. (2009). Socio- cultural aspects of prompting student reflection in Web- based inquiry learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*(25), 397-409.
- Hakkarainen, K. (2003). Progressive inquiry in a computer-supported biology class. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1072-1088.
- Hannisdal, M., & Ringnes, V. (2003). Modeller og modellbruk i naturfagene *Naturfagdidaktikk: perspektiver, forskning, utvikling* (s. 199-212). Oslo: Gyldendal akademiske forlag.
- Isnes, A. (2011). Om Viten. Hentet 08.05.2011, fra <http://www.viten.no/art.html?stid=1357196&lang=nob>
- ITU. (2005). *Digital skole hver dag - om helhetlig utvikling av digital kompetanse i grunnskolingen*. Oslo: Forsknings- og kompetanseverket for IT i utdanning, .
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Kristoffersen, L. (2005). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (3. ed.). Oslo: Abstract forlag.
- Jorde, D. (2003). The role of information technology in teaching and learning science. I D. Jorde & B. Bungum (Red.), *Naturfagdidaktikk: perspektiver, forskning, utvikling* (s. 310-330). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Jorde, D., Strømme, A., Sørborg, Ø., Erlien, W., & Mork, S. M. (2003). *Virtual Environments in Science -Viten.no*. Oslo: Forsknings- og kompetansesenteret for IT i utdanningen, Unipub Skriftserier.
- 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*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *Nordic Studies in Science Education*, 1, 70-80.
- Kunnskapsdepartementet. (2010). Læreplanverket for kunnskapsløftet, Læreplan i naturfag. Hentet 08.05.2011, fra <http://www.udir.no/grep>

- Kunnskapsdepartementet. (2011). *Meld. St. 22 (2010-2011) Motivasjon - Mestring - Muligheter: Ungdomstrinnet*. Oslo: Det kongelige kunnskapsdepartement.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2010). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education. *Science & Education*, 12(1), 91-113.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science, Language, Learning and Values*. London: Ablex Publishing.
- Light, P., & Littleton, K. (1999). Introduction: getting IT together. I K. Littleton & P. Light (Red.), *Learning with computers*. London: Routledge.
- Linn, M. C. (1995). Designing Computer Learning Environments for Engineering and Computer Science: The scaffolded Knowledge Integration Framework *Journal of Science Education and Technology*, 4(2), 103-127.
- Linn, M. C., Davies, E. A., & Eylon, B.-S. (2004). The Scaffolded Knowledge Integration Framework for Instruction. I M. C. Linn, E. A. Davies & P. Bell (Red.), *Internet Environments for science education* (s. 47-72). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Linnell, P. (1998). *Approaching dialogue: talk, interaction and contexts in dialogical perspectives*. Amsterdam, Nederland: John Benjamins Publishing Company.
- Mathiassen, K. (2008). Bruk av modeller i biologiundervisningen. I P. V. Marion & A. Strømme (Red.), *Biologididaktikk* (s. 170-197). Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Mercer, N. (1995). *The Guided Construction of Knowledge: talk amongst teachers and learners*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. [doi: DOI: 10.1016/S0959-4752(96)00021-7]. *Learning and Instruction*, 6(4), 359-377.
- Mercer, N. (2000). *Words & Minds: how we use language to work together*. London: Routledge.
- Mercer, N. (2005). Sociocultural discourse analysis: analysing classroom talk as a social mode of thinking. *Journal of Applied Linguistics*, 1(2), 137-168.
- Mork, S. M. (2003). Theoretical perspectives on Viten. I D. Jorde, S. Strømme, Ø. Sørborg, W. Erlie & S. M. Mork (Red.), *Virtual Environments in Science - Viten.no* (s. 47-68). Oslo: Forsknings- og kompetansesenteret for IT i utdanningen, Unipub Skriftserier.
- Mork, S. M. (2006). *ICT in science education*. Unpublished Dr. Scient, University in Oslo, Oslo.
- Mork, S. M. (2011). An interactive learning environment designed to encrease the possibilities for learning and communicating about radioactivity. *Interactive Learning Environments*, 19(2), 163-177.
- Mork, S. M., & Erlie, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Mork, S. M., & Jorde, D. (2004). We Know they Love Computers, but do they Learn Science? Using Information Technology for Teaching about a Socio-scientific Controversy. *Themes in Education*, 5(1), 69-100.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Philadelphia: Open University Press.
- Otnes, H. (2009). Å være digital. I H. Otnes (Red.), *Å være digital i alle fag* (s. 11-26). Oslo: Universitetsforlaget.
- Postholm, M. (2010). *Kvalitativ metode, en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasesstudier* (2. ed.). Oslo: Universitetsforlaget.



- Rieber, L. P. (1990). Using computer animated graphics with science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 135-140.
- Robson, C. (2002). *Real world research, a resource for social scientists and practitioner-researchers* (2. ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Scanlon, E., Issroff, K., & Murphy, P. (1999). Collaborations in a primary classroom - Mediating science activities through new technology IK. Littleton & P. Light (Red.), *Learning with computers* (s. 62-78). London, New York Routledge.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Seethaler, S., & Linn, M. C. (2004). Genetically modified food in perspective: an inquiry-based curriculum to help middle school students make sense of tradeoffs. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1765-1785.
- Sewell, A. (2002). Cells and Atoms- Are They Related? *Australian Science Teachers Journal*, 48(2), 26-30.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse - en kritisk fagdidaktikk* (3. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. CA: Sage publications, Inc.
- Strømme, A. (2009). Å være digital i naturfag. I H. Otnes (Red.), *Å være digital i alle fag* (s. 167-185). Oslo: Universitetsforlaget.
- Strømme, T. A. (2004). *Genteknologi - usynlige forklaringer blir "synlige" gjennom digital teknologi. En undersøkelse av hvordan animasjoner i digitale læringsressurser påvirker elevens læring i naturfag i ungdomskolen*. University in Oslo, Oslo.
- Svennevig, J. (2001). *Språklig samhandling, innføring i kommunikasjonsteori og diskursanalyse*. Oslo: Cappelen akademiske forlag.
- Säljö, R. (1999). Learning as the use of tools. A sociocultural perspective on the human-technology link. I K. Littleton & P. Light (Red.), *Learning with Computers. Analysing productive interaction* (s. 144-161). London: Routledge.
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse, en innføring i kvalitativ metode* (3. ed.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Traavik, H. (2009). Grunnleggende ferdigheter: Hvorfor er de så viktige? I H. Traavik, O. Hallås & A. Ørvig (Red.), *Grunnleggende ferdigheter i alle fag* (s. 18-31). Oslo: Universitetsforlaget.
- Vygotskij, L. S. (2001). *Tenkning og tale*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, Philadelphia: Open university press.
- Ødegaard, M., & Arnesen, N. E. (2010). Hva skjer i naturfagklasserommet? -resultater fra en videobasert klasseromsstudie; PISA+. *NorDina*, 6(1), 16-32.

# Vedlegg

## Vedlegg 1: Tillatelse fra NSD

### Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS

NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES



Harald Hårfagres gate 29  
N-5007 Bergen  
Norway  
Tel: +47-55 58 21 17  
Fax: +47-55 58 96 50  
nsd@nsd.uib.no  
www.nsd.uib.no  
Org.nr. 985 321 884

Peter van Marion  
Program for lærerutdanning  
NTNU  
7491 TRONDHEIM

Vår dato: 15.11.2010

Vår ref: 25363 / 3 / MAB

Deres dato:

Deres ref:

### KVITTERING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 25.10.2010. Meldingen gjelder prosjektet:

25363

Behandlingsansvarlig

Daglig ansvarlig

Student

*Elevers faglige kommunikasjon i arbeid med animasjoner og simuleringer*

*NTNU, ved institusjonens øverste leder*

*Peter van Marion*

*Karoline Sørli Berntsen*

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

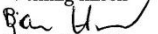
Personvernombudets vurdering forutsetter at prosjektet gjennomføres i tråd med opplysningene gitt i meldeskjemaet, korrespondanse med ombudet, eventuelle kommentarer samt personopplysningsloven/-helseregisterloven med forskrifter. Behandlingen av personopplysninger kan settes i gang.

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

Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en offentlig database, <http://www.nsd.uib.no/personvern/prosjektoversikt.jsp>.

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 01.06.2011, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen

  
Bjørn Henriksen

  
Marte Bertelsen

Kontaktperson: Marte Bertelsen tlf: 55 58 29 53

Vedlegg: Prosjektvurdering

Kopi: Karoline Sørli Berntsen, Ladeveien 2a, 7041 TRONDHEIM

Avdelingskontorer / District Offices:

OSLO: NSD, Universitetet i Oslo, Postboks 1055 Blindern, 0316 Oslo. Tel: +47-22 85 52 11. nsd@uio.no

TRONDHEIM: NSD, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim. Tel: +47-73 59 19 07. kyrre.svanar@svt.ntnu.no

TROMSØ: NSD, SVF, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø. Tel: +47-77 64 43 36. nsdmaa@sv.uit.no

## Personvernombudet for forskning



### Prosjektvurdering - Kommentar

---

Prosjektnr: 25363

Formålet med prosjektet er å undersøke hvordan elever i naturfag kommuniserer om naturfaglige prosesser når de arbeider med animasjoner og digitale modeller.

Utvalget består av en 8. klasse, til sammen ca. 25 elever.

Samtykker fra foreldre/foresatte er allerede blitt innhentet, men datainnsamlingen er enda ikke påbegynt. Personvernombudet finner at informasjonen som er blitt gitt til foreldre/foresatte/elever er noen mangelfull, og forutsetter derfor at det ettergis informasjon til foreldre/foresatte/elever angående:

- at student skal ha tilgang til besvarelser gitt under observasjonsperioden
- informasjon om at det er frivillig å delta i prosjektet
- dato for prosjektslutt og anonymisering av datamaterialet
- at prosjektet er meldt til personvernombudet for forskning, NSD

Personvernombudet vurderer det slik at det kan innhentes passivt samtykke, da aktivt samtykke for hoveddelen av prosjektet allerede er blitt innhentet, jf. telefonsamtale med student 12.11.2010.

Ingen elever vil kunne gjenkjennes i den ferdige masteroppgaven.

Prosjektslutt er 01.06.2011. Ved prosjektslutt skal videoopptak slettes og datamaterialet anonymiseres. Med anonymisering menes at direkte personidentifiserbare opplysninger som navn slettes, og at indirekte personidentifiserbare opplysninger som navn på skolen, alder, kjønn og bosted, endres eller slettes.

## **Vedlegg 2: Brev til rektor**

Karoline Sørli Berntsen  
NTNU, Program for lærerutdanning  
Adr: Ladeveien 2a  
7041 Trondheim  
Tlf: 41176677  
E-post: karolbe@stud.ntnu.no

Trondheim 15.10.2010

N.N.

Rektor, Navn på skole.

Hei N.N.

Jeg har kontaktet N.N. på e-post i forbindelse med min mastergradsoppgave i naturfagdidaktikk og datainnsamling. Jeg håper på positiv tilbakemelding fra han/ henne og vil samtidig informere deg. For å kunne innhente datamateriale på deres skole trenger jeg også tillatelse fra deg.

Med vennlig hilsen

Karoline Sørli Berntsen

Vedlagt ligger kopi av forespørselen jeg har sendt til N.N.

### **Vedlegg 3: Brev til lærer**

Karoline Sørli Berntsen

NTNU, Program for lærerutdanning.

Tlf: 411 76 677

E-post: karolbe@stud.ntnu.no

Trondheim, 15.10. 2010

Hei N. N.

Jeg er student ved NTNU og skal denne høsten påbegynne mitt masteprojekt i naturfagdidaktikk. I den forbindelse ønsker jeg å komme i kontakt med lærere på ungdomstrinnet for å observere elever som arbeider med den digitale læringsressursen Viten. Min veileder, Ragnhild Lyngved, oppgav deg som en mulig interessert kontaktperson.

I min studie ønsker jeg å se på elevers samarbeid og kommunikasjon i arbeid med animasjoner og simuleringer på Viten.no. Tema vil være celler og celledeling.

Vitenprogrammene legger opp til at elever skal jobbe sammen, gjerne to og to, foran en PC. Jeg ønsker å observere tre elevpar som jobber med programmet i undervisningen, gjerne fordelt på to klasser. Jeg ønsker å benytte filmopptak for å registrere elevenes samtaler og handlinger knyttet til skjermbildet. Jeg vil skrive brev til foreldre og elever der jeg ber om deres samtykke til å delta på opplegget. Tidsbruken av gjennomføringen vil ikke overstige 1 undervisningstime og ønskes gjennomført i løpet av høsten 2010. Alle programmene på Viten.no er bygd opp rundt et pedagogisk rammeverk og har forankring i et eller flere kompetansemål fra LK06.

Jeg setter stor pris på om du og din klasse har mulighet til å delta i denne undersøkelsen, eller om du har tips til andre lærere jeg kan kontakte. Dersom du ønsker mer informasjon, må du gjerne kontakte meg på telefon eller e-post.

Med vennlig hilsen

Karoline Sørli Berntsen

## **Vedlegg 4: Brev til elever og foresatte**

Karoline Sørli Berntsen

NTNU, Program for lærerutdanningen.

TLF: 411 76 677

E-post: karolbe@stud.ntnu.no

Trondheim 27/10-2010

Elever og foresatte

N. N. skole

### **Forespørsel om deltagelse i undersøkelse**

Jeg ønsker med dette brevet å spørre elever og foresatte for elever i klasse x ved N. N. skole om å delta i en undersøkelse i forbindelse med mitt masterprosjekt. I prosjektet ønsker jeg å finne ut hvordan elever på 8. trinn samarbeider, samtaler og bruker naturfaglig språk når de jobber med digitale læringsressurser. Denne undersøkelsen vil utgjøre grunnlaget til min masteroppgave i naturfagdidaktikk.

Faglærer i naturfag vil kjøre et opplegg i 1 undervisningstime om celler basert på deler av programmet "Cellenes oppbygning" på Viten.no. Utviklerne av Viten består av skoleforskere, lærere og biologer fra Universitetet i Oslo og NTNU, som utvikler internettbaserte undervisningsprogrammer i naturfag. Disse har laget en egen utgave om celler til bruk på N. N. skole.

For å få innblikk i elevenes samtaler ønsker jeg å registrere diskusjoner mellom elevene når de sitter ved PC'ene. Jeg ønsker derfor å gjøre lydopptak av samtaler mellom noen av elevene når de jobber. For å få nytte av lydopptakene må jeg også vite hva elevene ser på skjermen når de diskuterer. Jeg vil derfor plassere videokamera bak elevene for å filme dataskjermen mens de jobber. Jeg ønsker også tilgang til elevenes skriftlige besvarelser i programmet fra gjennomføringen.

Undersøkelsen er meldt til NSD (Norsk Samfunnsvitenskapelige datatjeneste). Deres krav til datainnsamlingen krever blant annet at jeg må ha elevers og foreldres tillatelse for å

gjennomføre overnevnte datainnsamling. Alt innsamlet datamateriale vil bli registrert, lagret og behandlet i henhold til NSDs retningslinjer. Alle data vil bli anonymisert og kan ikke føres tilbake til den enkelte elev. Det er kun undertegnede som vil ha tilgang på film og lydopptakene. Deltakelsen i prosjektet er frivillig og elevene kan dessuten når som helst velge å trekke seg fra deltakelsen. Om dere lurer på noe oppfordrer jeg dere til å kontakte meg på e-post eller telefon.

**Jeg ønsker med dette om tillatelse til å foreta lyd- og videoregistrering, samt innhenting av skriftlige besvarelser, i klasse xx, og trenger elevens og foresattes samtykke. Jeg ber derfor om at både elev og foresatt signerer nedenfor, dersom dere tillater deltakelse og filmopptak av prosjektet.**

Med vennlig hilsen

Karoline Sørli Berntsen

---

Samtykkeerklæring:

Jeg har lest om og samtykket til å delta i undersøkelsen om elevers samarbeid, samtale og språk i naturfag.

Elevens signatur

---

Foresattes signatur

---

## Vedlegg 5: Naturfaglige ord i arbeid med Celler

Tabell over elevenes naturfaglige ordbruk under gjennomføringen av Viten-programmet *Celler*. Inndeling av ordtyper etter Mork og Erlien (2010). Høytlesing er ikke tatt med i denne tabellen.

Naturfaglig ord	Gr.1 I setn.	Gr. 1 Enkelt- ord	Gr. 2 I setn.	Gr. 2 Enkelt- ord	Gr. 3 I setn.	Gr. 3 Enkelt- ord	Totalt	Ordtype
Adenin		6				4	10	Begrep
Arvemateriale	1	6					7	Begrep
Arvestoff		1	1	3			5	Begrep
Atom	1		2				3	Begrep
Bakterie	2	2	1	1	1		7	Begrep
Base		3		1			4	Begrep
Basepar	1	1					2	Begrep
Celle	5	9	7	1	1		23	Begrep
Celledeling	1	4	3	3			11	Prosessord
Cellekjerne	1	8	1	3	1		14	Begrep
Cellemembran	1	6	2	5			14	Begrep
Cellevegg		1	2	6			9	Begrep
Celleånding	3	0			1		4	Prosessord
Cytoplasma		1		2			3	Begrep
Cytosin		7				3	10	Begrep
DNA	6	20	6	11	4	1	48	Begrep
DNA-Molekyler					2		2	Begrep
DNA-tråd	1						1	Begrep
Dyrecelle	1	2	1	1	2		7	Begrep
Energi	2				1		3	Begrep
Guanin		2				1	3	Begrep
Indre kanalsystem		6		2		1	9	Begrep
Kjerne						1		Navnsettende ord
Kloroplast	2		1	2	1		6	Begrep
Kromosom	6	10	2	8	2	1	29	Begrep
Membran	1						1	Navnsettende ord
Mitokondrie	2	8	2	6	1		19	Begrep
Molekyl		3					3	Begrep
Plantecelle		4	2		2		8	Begrep
Ribosom	1	10	2	7		1	21	Begrep
Tymin		7				3	10	Begrep
Vakuole		3	1	3	1		8	Begrep
32 ulike ord	38	130	36	65	20	16	305	



<b>Vedlegg 6: Transkripsjon av video-opptak</b>	<b>CD-rom</b>
<b>Vedlegg 7: Skriftlige, digitale besvarelser fra arbeidsbok</b>	<b>CD-rom</b>
<b>Vedlegg 8: Viten-programmet <i>Celler</i></b>	<b>CD-rom</b>