



Uio • Universitetet i Oslo

En komparativ studie av digitale læremidler i naturfag

*Dybdelæring gjennom digitale læremidler i lys av
sosialsemiotisk multimodalitetsteori*

Anna Bellika, Kand. Nr. 505

Kommunikasjon, Design og Læring

45 studiepoeng

Institutt for Pedagogikk

Utdanningsvitenskapelig fakultet

Vår 2021

SAMMENDRAG

MASTER I PEDAGOGIKK – MASTEROPPGAVE

Tittel	En komparativ studie av digitale læremidler i naturfag: Dybdelæring gjennom digitale læremidler i lys av sosialsemiotisk multimodalitetsteori
Av	Anna Bellika
Emnekode	PED4591
Semester	Vår 2021

Stikkord
Digitale læremidler Dybdelæring Sosialsemiotikk Multimodalitet Naturfag Representasjoner Fagfornyelsen Scientific literacy Læremiddelmarkedet TEL CSCL

Sammendrag

I denne masteroppgaven har jeg foretatt en komparativ casestudie av digitale læremidler i naturfag fra to forlag. Her har jeg undersøkt problemstillingen: *Hvordan kan det multimodale samspillet i digitale læremidler bidra til dybdelæring?*

For å besvare denne problemstillingen har jeg avgrenset oppgaven med tre forskningsspørsmål, der det første er det som er størst vektlagt:

- På hvilke måter kan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* bidra til dybdelæring i naturfag?
 - Hvordan blir dybdelæring vektlagt av Gyldendal og Cappelen Damm i arbeidet med design, produksjon og distribusjon av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*?
 - På hvilke måter kommer Gyldendal og Cappelen Damm sin vektlegging av dybdelæring til syne i designet av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*?

Studieobjektene i mitt tilfelle er dermed *Element 8-10 i Skolestudio* av Gyldendal og *Naturfag 8-10 i Skolen* av Cappelen Damm. Hovedvekten av datainnsamlingen er fra multimodalt tekststudium av de digitale læremidlene. De digitale læremidlene analyseres innen kriteriene for multimodalt samspill, henholdsvis multimodal kohesjon og funksjonell spesialisering. Som supplement til den multimodale tekststudien har jeg gjennomført semistrukturerte dybdeintervjuer med én person fra hvert forlag. Her foretok jeg tematisk analyse. Casestudien blir komparativ gjennom sammenligning av den multimodale tekstanalysen og de to intervjuene. Sosiosemiotisk multimodalitetsteori ble brukt som rammeteori og teorier rundt dybdelæring som støtteteori.

Som svar på problemstillingen kan man på bakgrunn av min studie si at det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* kan bidra til dybdelæring gjennom både den overordnede strukturen og funksjonaliteten, men også utformingen innad i læringsmodulene.

Med komposisjon kommer det frem at de digitale læremidlene har relativt få naturfagstemaer som kan gi elevene tid til faglig fordypning. Det er mulig for læreren å bestemme hva elevene skal få tilgang på, endre rekkefølgen på læringsmodulene og legge inn eget innhold. I tillegg

har læreren tilgang på statistikk og innsikt i elevenes svar på oppgaver. Dette er funksjonalitet som gir læreren støtte i oppfølgingen av elevene og gjør at innholdet kan tilpasses elevenes behov.

Det jeg trekker frem som det mest sentrale innen rytmen i de digitale læremidlene er knyttet til blant annet hvordan teksten utvikler seg over tid med økende kompleksitet ved at begreper bygger på hverandre og gjentas i nye kontekster. Med informasjonslenking ser man også at rytmen kan brytes opp gjennom hyperkoblinger. I de digitale læremidlene brukes hyperkoblinger ofte for å gi utfyllende informasjon. Dette kan skape en bedre faglig forståelse og fordypning i temaene. Hyperkoblinger brukes også til å knytte temaer sammen i naturfag og mot de tverrfaglige temaene. Elevene kan på den måten bli oppmerksom på sammenhenger innad i naturfag og mellom andre fag.

Dialog i de digitale læremidlene kan spesielt fremme dybdelæring gjennom et bredt spekter av ulike typer oppgaver. Naturfag 8-10 i Skolen har interaktive oppgaver som gir umiddelbar respons og veileder elevene mot riktige svar og kan støtte elevene i å utvikle deres forståelse. Element 8-10 i Skolen har et bredt spekter av produksjonsoppgaver og forsøk. I forsøkene i begge de digitale læremidlene oppmuntres elevene til refleksjon og å knytte teori til praksis. Da får de anvendt den naturfaglige kunnskapen i samarbeid med medelever. Spørsmål underveis i fagtekstene og refleksjonsoppgaver kan også implisitt oppmuntre til diskusjon.

Affordansene ved modalitetene bidrar til at ulike aspekter ved fenomenene fremheves og kan gi elevene dypere forståelse (Ainsworth, 2006). Multimodalitet aktiverer også flere sanser som bidrar til dybdelæring (Shams & Seitz, 2008). For at elevene derimot skal ha utbytte av det multimodale samspillet er det en forutsetning at de digitale støttestrukturene og lærerens involvering hjelper elevene med å påpeke sammenhenger på tvers av faget og på tvers av de ulike modalitetene (Ainsworth, 2014). Elevene må også støttes i forståelsen av det de ulike modalitetene formidler (Furberg, Kluge, & Ludvigsen, 2013).

Denne studien gir konkrete eksempler på hvordan multimodalt samspill i de aktuelle utdragene fra digitale læremidler kan fremme dybdelæring i naturfag. Slik kan den gi økt innsikt i hvordan digitale læremidler kan designes for å fremme naturfaglig dybdelæring. Studien kan også være et bidrag til forskning på koblingen mellom forskningstradisjonene sosialsemiotisk multimodalitet, dybdelæring i naturfag og datastøttet læring.

Forord

Masterstudiet i pedagogikk, KDL, ved Universitetet i Oslo har gitt meg to spennende og faglig givende år og for det ønsker jeg å takke de dyktige foreleserne vi har hatt. Vi har vært en engasjert klasse med ulike fagfordypninger og har til tross for et år med koronapandemi klart å opprettholde et fellesskap. Studietiden under pandemien har vært utfordrende, men jeg ønsker å takke de gode medstudentene og venninnene mine Neha Singh, Christine Hagberg, Anne Catherine Gonzales, Katrin Fallmyr, Karina Rusås Olsen og Lydia Elvira Mist Seba for støttende samtaler over Zoom og gode samarbeidserfaringer gjennom studieløpet. Det å kunne sosialiseres samtidig som man skulle skrive masteroppgave i lockdown har vært essensielt for både motivasjon og velvære.

Uten tilgang til *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* hadde ikke denne masteroppgaven vært mulig å skrive. Dermed ønsker jeg å uttrykke min ytterste takknemlighet til Gyldendal og Cappelen Damm som har vist stor grad av generøsitet ved å gi meg tilgang til sine digitale læremidler og for all hjelp de har tilbudt underveis. Jeg vil gjerne gi en stor takk til informantene fra Gyldendal og Cappelen Damm for at de tok av sin tid til å stille opp på intervju. Det var svært interessant å høre deres erfaringer og synspunkter og disse ga verdifulle bidrag til min oppgave.

Jeg ønsker også å takke min veileder Palmyre Pierroux for hjelp jeg har fått med min masteroppgave. Takk for de faglige diskusjonene vi har hatt og dine konstruktive tilbakemeldinger som har bidratt til å løfte oppgaven. Jeg er glad for at du fikk meg ned på jorden når jeg kom med mine overambisiøse planer.

Sist, men ikke minst ønsker jeg å takke min mor Aina Bellika og far Tryggve Sørensen for all omsorg og oppmuntring dere har gitt meg. Min far fortjener en ekstra stor takk for å ha vært en uvurderlig støttespiller dette siste halvåret med masteroppgaveskriving. Din hjelp med gjennomlesing, språkvask, diskusjoner og innspill har gitt meg hjelpen og motivasjonen jeg har trengt for å få oppgaven i havn på normert tid. Nå kan vi nyte sommeren på båten til sjøs!

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	iii
Forord	v
2. Innledning.....	1
2.1 <i>Bakgrunn og temaets aktualitet</i>	1
2.2 <i>Forskningsspørsmål og metodisk tilnærming</i>	2
2.3 <i>Formål</i>	3
2.4 <i>Tidligere forskning</i>	3
2.5 <i>Oppbygging av oppgaven</i>	5
3. Teoretisk rammeverk	6
3.1 <i>Dybdelæring</i>	6
3.1.1 Kognitivt og sosiokulturelt perspektiv på dybdelæring	8
3.1.2 Dybdelæring i fagfornyelsen.....	9
3.1.3 Naturfag i fagfornyelsen	11
3.1.4 Dybdelæring i naturfag	13
3.2 <i>Semiotikk og sosialsemiotikk</i>	15
3.2.1 Modaliteter og multimodalitetsteori	16
3.2.2 Diskurs, design, produksjon og distribusjon.....	16
3.2.3 Multimodalt samspill	17
3.2.4 Modale affordanser for naturfag	19
3.3 <i>Digitale læremidler</i>	21
3.3.1 Digitale støttestrukturer	22
3.3.2 Datastøttet samarbeidslæring	23
3.3.3 Kriterier for økt læringsutbytte med datastøttet læring.....	23
4. Metodisk tilnærming	25
4.1 <i>Forskningsdesign</i>	25
4.2 <i>Fremgangsmåte</i>	26
4.2.1 Datainnsamling av digitale læremidler	26
4.2.2 Intervju med forlagene	28
4.2.3 Analysemetode.....	29
4.3 <i>Forskningsetikk, validitet og reliabilitet</i>	32
5. Analyse av digitale læremidler og intervjuer	35
5.1 <i>Multimodal kohesjon</i>	36
5.1.1 Komposisjon	36

5.1.2	Rytme.....	45
5.1.3	Informasjonslenking	47
5.1.4	Dialog.....	50
5.1.5	Oppsummering av funn multimodal kohesjon.....	56
5.2	<i>Funksjonell spesialisering</i>	58
5.2.1	Verbaltekst	58
5.2.2	Illustrasjoner og bilder	60
5.2.3	Videoer, animasjoner og simuleringer	62
5.2.4	Diagrammer og tabeller	64
5.2.5	Medieaffordanser	65
5.2.6	Oppsummering av funn funksjonell spesialisering.....	67
6.	Drøfting av funn.....	69
6.1	<i>Naturfaglig kompetanse og dybdeløring</i>	69
6.2	<i>Sammenhenger og dybdeløring</i>	74
6.3	<i>Digitale støttestrukturer og dybdeløring</i>	76
6.4	<i>Multimodalitet og dybdeløring</i>	80
7.	Avslutning.....	84
7.1	<i>Oppsummering av forskningsmetode</i>	84
7.2	<i>Hovedfunn og konklusjon</i>	85
7.3	<i>Studiens implikasjoner</i>	89
7.4	<i>Forslag til videre forskning</i>	90
	Referanseliste.....	91
	Vedlegg 1: Analyseeskjema.....	97
	Vedlegg 2: Godkjenning fra NSD.....	99
	Vedlegg 3: Informasjonsskriv og samtykkeskjema	102
	Vedlegg 4: Intervjuguide.....	105

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og temaets aktualitet

Våren 2020 opplevde vi en verdensomfattende pandemi som resulterte i stengte skoler der hjemmeskole og fjernundervisning ble den nye normalen. Rapporten Monitor 2019 gir et bilde over den digitale tilstanden i norske skoler før pandemien. Resultatene herfra viser at omtrent tre av fire lærere bruker digitale læremidler i stor eller svært stor grad i undervisningen (Fjørtoft, Thun, & Buvik, 2019, ss. 60-64). Som en følge av pandemien måtte store deler av undervisningen foregå på nett, og viktigheten av digitale læringsmidler ble fremhevet for mange (Federici & Vika, 2020).

Med et samfunn i endring har det også vært et behov for endringer i læreplanen. Fagfornyelsen ble dermed gjeldende fra høsten 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2020). Her ble dybdelæring vektlagt i større grad med fokus på blant annet refleksjon, kritisk tenkning og samarbeid slik at elevene utvikler ferdigheter som trengs i møte med fremtidens utfordringer (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Tema for denne oppgaven er dermed digitale læremidler og dybdelæring. Å forske på digitale læremidler er viktig ettersom dette får større og større plass i undervisningen. I en spørreundersøkelse fra forskningsprosjektet Ark&App kommer det frem at 65 prosent av lærerne bruker IKT i stor eller meget stor grad i undervisningen (Gilje, et al., 2016). Regjeringen har også gitt tilskuddsordninger for kjøp av digitale læremidler i 2021 slik at skolene skal ha et mangfoldig utvalg av digitale læremidler av god kvalitet (Utdanningsdirektoratet, 2021). Det vil dermed være viktig å finne metoder for hvordan man kan vurdere kvaliteten ved de digitale læremidlene opp mot fagfornyelsen. Jeg hadde i starten av arbeidet med masteroppgaven en hypotese om at de mange mulighetene digitale læremidler gir til ulike representasjonsformer av lærestoffet kan bidra til dybdelæring. På bakgrunn av dette formulerte jeg følgende problemstilling: *Hvordan kan det multimodale samspillet i digitale læremidler bidra til dybdelæring?*

Min interesse for å skrive om dette temaet kommer etter gjennomført praksisopphold hos Gyldendal undervisning. Her fikk jeg arbeide med *Skolestudio*, et digitalt læringsmiddel laget mot den nye læreplanen LK20 og fagfornyelsen. Praksisoppholdet trigget nysgjerrigheten min

på de mange mulighetene ved digitale læremidler og hvordan datamediet kan utnyttes for å fremme dybdelæring hos elevene.

1.2 Forskningsspørsmål og metodisk tilnærming

Som avgrensing i denne masteroppgaven har jeg valgt å fokusere på de to digitale læremidlene *Element 8-10 i Skolestudio* av Gyldendal og *Naturfag 8-10 i Skolen* av Cappelen Damm. For å svare på problemstillingen har jeg formulert følgende tre forskningsspørsmål, der det første blir størst vektlagt:

- På hvilke måter kan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* bidra til dybdelæring i naturfag?
 - Hvordan blir dybdelæring vektlagt av Gyldendal og Cappelen Damm i arbeidet med design, produksjon og distribusjon av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*?
 - På hvilke måter kommer Gyldendal og Cappelen Damm sin vektlegging av dybdelæring til syne i designet av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*?

For å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene har jeg valgt å gjennomføre en empirisk studie med fokus på kvalitative analyser som basis for kunnskap. Forskningsdesignet er en komparativ casestudie. Min case er digitale læremidler i naturfag for ungdomsskolen. Jeg har først gjennomført et multimodalt tekststudie av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*. Her er sosialsemiotisk multimodalitetsteori brukt som analysegrunnlag for analyse av det multimodale samspillet. Som supplement til dette har jeg også gjennomført semistrukturerte dybdeintervjuer av sentrale personer fra forlagene innen det redaksjonelle arbeidet med *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*.

Intervjuene foregikk over Zoom som følge av den pågående pandemien. Med disse intervjuene fikk jeg innblikk i hvordan forlagene hadde vektlagt dybdelæring i utformingen av de digitale læremidlene. Slik fikk jeg også gått mer i dybden på caset. Dataene fra analysen av det multimodale samspillet av de digitale læremidlene brukes til sammenligning med dataene fra intervjuene med forlagene. Gjennom prosessen har jeg sammenlignet funnene opp mot

teorier og tidligere forskning rundt dybdeløring i naturfag, datastøttet læring og multimodalitet. Studien vil gi innsikt i hvordan datamediets egenskaper med kombinasjoner av multimodale representasjoner kan bidra til naturfaglig dybdeløring.

1.3 Formål

Denne studien har som formål å med et kritisk blikk identifisere hvordan det multimodale samspillet i de aktuelle utdragene fra *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* kan bidra til dybdeløring i naturfag. På den måten kan studien være et steg på veien mot bevissthet rundt multimodalt samspill sin rolle i digitale læremidler og hvordan dette kan påvirke elevenes dybdeløring. Studien kan også være et bidrag til debatten om vurdering av kvalitet på digitale læremidler.

1.4 Tidligere forskning

I dette avsnittet vil jeg presentere tidligere forskning innen mitt tema dybdeløring i naturfag ved bruk av multimodale digitale læremidler. Jeg vil presentere hva tidligere forskning viser om hvilke muligheter og utfordringer for læring som kan oppstå med multimodal fremvisning av naturvitenskapelig fagstoff. Dette vil jeg relatere til min oppgave i kritisk drøfting av egne funn.

Muligheter for naturfaglig læring med multimodalitet

I forskning rundt multimodalitet i naturfag brukes ofte begrepet representasjon istedenfor modalitet (Knain, Fredlund, & Furberg, 2021). Etersom min studie har rot i sosialesemiotikken, velger jeg å benytte begrepet modalitet. Forskning viser at arbeid med flere modaliteter i naturfag kan gi mange muligheter. Modalitetene kan fremheve forskjellige aspekter ved naturfenomener og dermed utfylle hverandre (Furberg, Kluge, & Ludvigsen, 2013). Egenskapene ved ulike modaliteter kan også gjøre at elevene blir oppmerksomme på koblingen mellom hverdagslige erfaringer og abstrakte konsepter (Knain, 2006). Det er også vesentlig at elevene lærer å uttrykke seg gjennom egen utforming av modaliteter. Dette bidrar til økt forståelse for naturvitenskapelige fenomener og metoder og gir læreren innsikt i elevenes læringsprosesser (Ainsworth, Prain, & Tytler, 2011).

I forskningsprosjektet kalt REDE «Representasjon og deltakelse i naturfag», kom det frem at modaliteter kan spille en viktig rolle i få elevene til å fokusere på det som er signifikant (Knain, et al., 2017). Forskning har også vist at å aktivere flere sanser slik multimodale tekster gjør kan gi økt læringsutbytte for elevene da flere deler av hjernen aktiveres og de husker bedre det de lærer (Shams & Seitz, 2008).

For at arbeidet med ulike modaliteter skal ha en positiv påvirkning på elevenes læring, har Ainsworth (2006) med bakgrunn i forskning foreslått tre funksjoner. Den første er modalitetenes komplementære funksjon slik jeg nevnte ovenfor. Den andre funksjonen er restriksjon (constraint) der mindre detaljerte modaliteter kan gjøre det enklere for elevene å forstå mer kompliserte modaliteter (Ainsworth, 2006). Den tredje funksjonen relateres til hvordan multimodalitet kan gi støtte til elevenes dypere forståelse. Studien viser at når elevene integrerer informasjon fra flere modaliteter kan de, under riktige omstendigheter, tilegne seg innsikt som ikke ville vært mulig dersom bare én modalitet ble brukt (Ainsworth, 2006). Elevene får identifisert likheter og forskjeller mellom ulike måter fenomenet fremstilles på og hvordan de relateres til hverandre (Ainsworth, 2014).

Utfordringer for naturfaglig læring med multimodalitet

Det er også flere studier som har rapportert om utfordringer knyttet til arbeid med multimodalitet. Elever sliter ofte med å bevege seg på tvers av modalitetene og se sammenhenger mellom dem (Ainsworth, 2014; Wu et al., 2001). Det er videre vist at i utforskende multimodalt arbeid finner elever det vanskelig å bevege seg fra muntlige til skriftlige forklaringer (Furberg, Kluge, & Ludvigsen, 2013). Det er også vist tendenser til at elever sliter med å forstå hva modaliteten formidler og ofte fokuserer på overflateegenskaper ved modalitetene fremfor de underliggende naturvitenskapelige prinsipper (Furberg, Kluge, & Ludvigsen 2013; Ainsworth, 2014).

Dersom informasjonsmengden blir for stor gjennom bruk av mange modaliteter kan det være en risiko for kognitiv overbelastning hos elevene (Mayer & Moreno, 2003). Multimodalitet i seg selv vil dermed ikke bidra til dybdelæring. Det vil ofte kreve at eleven bruker mye tid og får støtte til å utvikle denne dypere forståelsen og elevene må relatere modalitetene til hverandre. Forskning har vist at hyperkoblinger ikke er nok for å skape disse koblingene, så her det nødvendig med støtte fra læreren eller medelever (Ainsworth, 2014).

1.5 Oppbygging av oppgaven

I denne masteroppgaven vil jeg først presentere det teoretiske rammeverket som ligger til grunn for studien. Her er det lagt fokus på dybdelæring, semiotikk og derunder sosialsemiotisk multimodalitetsteori. Til slutt presenteres definisjonen på digitale læremidler og hvordan disse kan fungere som en støtte for læringen.

Etterfulgt av teoridelen kommer metodisk tilnærming. Her vil jeg gi en presentasjon av forskningsdesignet som er benyttet i oppgaven. Videre redegjør jeg for fremgangsmåten. Denne er delt inn i datainnsamling av de digitale læremidlene og intervjuene med informanter fra forlagene. Her vil også utvalgene begrunnes. Fremgangsmåte ender med en presentasjon av hvilke metoder jeg har benyttet for analyse av datamaterialet. Her blir også utvalget begrunnet. Til slutt i kapittelet for metodisk tilnærming beskriver jeg de forskningsetiske hensynene jeg har tatt underveis i studien og styrker og svakheter ved studiens validitet og reliabilitet.

Etter metodisk tilnærming kommer analysen, som er delt inn i komparativ analyse av de to hovedformene for multimodalt samspill i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*. Først legger jeg frem hovedfunnene for multimodal kohesjon som inneholder komposisjon, rytme, informasjonslenking og dialog. Deretter viser jeg hovedfunnene for funksjonell spesialisering innen modalitetene verbaltekst, bilder og illustrasjoner, video, animasjoner og simuleringer, tabeller og diagrammer og til slutt medieaffordanser ved digitale læremidler. Funnene fra de to digitale læremidlene sammenlignes med hverandre og opp mot funnene fra intervjuene med Gyldendal og Cappelen Damm. Det gjør jeg for å...

Deretter drøfter jeg disse funnene opp mot teoriene som er presentert i oppgavens teoridel og tidligere forskning. Drøftingen er fordelt på ulike temaer: utvikling av naturfaglig kompetanse, sammenhenger i og mellom fag, digitale støttestrukturer og multimodalitet til slutt. Oppgaven avsluttes med en oppsummering av forskningsmetoden og et kort sammendrag av hovedfunnene og konklusjon fra analysen og drøftingen. Avslutningsvis redegjør jeg for betydningen av studiens resultater og gir forslag til videre forskning.

2. Teoretisk rammeverk

Min studie er et tverrfaglig prosjekt som kobler sammen disipliner innen læringsteorier om dybdelæring i naturfag, sosialsemiotisk multimodalitetsteori og teknologistøttet læring. I dette kapitlet vil jeg dermed presentere teorier innen disse fagområdene som danner rammeverket for oppgavens analyse og drøfting av funn. Jeg har gjort prioriteringer av utvalget fra fagområdene basert på det som har vært mest relevant for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene i min oppgave.

2.1 Dybdelæring

Jeg vil i dette kapitlet først starte med bakgrunnen for begrepet dybdelæring og deretter presentere ulike perspektiver på hva dybdelæring er. Videre vil jeg redegjøre for hvordan dybdelæring kan komme til syne i fagfornyelsen og i naturfag.

Dybdelæring som begrep er ikke nytt, selv om det har fått mye omtale i forbindelse med fagfornyelsen. I 1976 presenterte utdanningsforsker Roger Säljö og psykologen Ference Marton resultatene fra sitt forskningsprosjekt TIPS på den største amerikanske utdanningskonferansen som holdes i San Francisco (Gilje, Landfald, & Ludvigsen, 2019). Deres konferanseframlegg fikk avgjørende betydning for utviklingen av forskning om dybdelæring. De undersøkte hvordan studenter sin tilnærming til akademiske tekster kunne påvirke læringen. Her fant de at studentenes læringsstrategier kunne deles i de to gruppene *surface level-processing* og *deep level-processing* (Säljö & Marton, 1976a), oversatt til overflatelæring og dybdelæring.

Overflatelæring ble karakterisert som å se fagkunnskap som konkrete fakta som skal læres gjennom memorering og gjenkalling av faktakunnskapen. Dybdelæring ble beskrevet som å bygge forståelse av faginnholdet og sette det i faglige sammenhenger. Studentene som brukte læringsstrategien med overflatelæring, var opptatt av å stå på eksamen imens studentene som bruke dybdelæringsstrategier hadde en indre motivasjon til å utvikle forståelse av fagstoffet (Säljö & Marton, 1976a; Säljö & Marton, 1976b). Säljö og Marton sin forskning var med på å inspirere til fokus på forskjellene mellom dybdelæring og overflatelæring i ulike tradisjoner i læringsforskningen.

Sawyer (2006, s. 4) har konstruert en tabell, oversatt av NOU 2014:7 (Tabell 1), hvor han viser forskjellene mellom dybdelæring og overflatelæring. Denne tabellen vil være utgangspunkt for drøftingen om de digitale læremidlene fremmer dybdelæring eller overflatelæring.

Tabellen er presentert nedenfor:

Overflatelæring	Djupnelæring
Elevar jobbar med nytt lærestoff utan å relatere det til kva dei kan frå før.	Elevar relaterer nye idear og omgrep til tidlegare kunnskap og erfaringar.
Elevar behandlar lærestoff som åtskilde kunnskapselement.	Elevar organiserer eigen kunnskap i omgrepssystem som heng saman.
Elevar memorerer fakta og utfører prosedyrar utan å forstå korleis eller kvifor.	Elevar ser etter mønster og underliggande prinsipp.
Eleven har vanskeleg for å forstå nye idear som er forskjellige frå dei dei har møtt i læreboka.	Eleven vurderer nye idear og knyter dei til konklusjonar.
Eleven behandlar fakta og prosedyrar som statisk kunnskap, overført frå ein allvetande autoritet.	Eleven forstår korleis kunnskap blir til gjennom dialog og vurderer logikken i eit argument kritisk.
Eleven memorerer utan å reflektere over formålet eller over egne læringsstrategiar.	Eleven reflekterer over si egen forståing og sin egen læringsprosess.

Tabell 1: Kjennetegn ved overflatelæring og dybdelæring av Sawyer (2006) The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Tilpasset av NOU 2014:7 (s.36).

Dybdelæring blir her beskrevet som at elevene finner sammenhenger mellom begreper, mellom ny kunnskap og elevenes forkunnskaper. Elevene er aktive i læringsprosessen gjennom anvendelse av læringsstrategier og refleksjon over egen læring. Med overflatelæring er elevene mer passive ved tilegnelse av ny kunnskap uten kobling til forkunnskaper. Fakta og prosedyrer blir memorert og utført uten refleksjon og forståelse. Da kan elevene oppleve utfordringer med overføring av fagkunnskapen til nye situasjoner (Sawyer, 2006, s. 4).

Overflatelæring kan slik fremstilles som noe negativt som bør unngås. Frey, Fisher og Hattie (2017) omtaler derimot overflatelæring som første steg i utviklingen av dybdelæring. De mener dybdelæring er avhengig av å huske, relatere til forkunnskaper og gjenfortelle lærestoffet. Videre bør elevene skape forståelse sammen med andre, fagstoffet anvendes og likheter og forskjeller bli sammenlignet med nærliggende lærestoff (Frey, Fisher, & Hattie, 2017). Stadig mer kompleks progresjon av begreper og sammenhenger mot ulike kontekster er viktig for å oppnå dybdelæring (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 48 og 283). Dette samsvarer også med spiralprinsippet, å jobbe med temaer i flere omganger med økende kompleksitet i takt med elevenes økende forståelse (Bruner, 2002).

Rammeverket Teaching for Understanding (TfU) viser fire kjennetegn for undervisning som fører til dyp forståelse (Wiske, Sick, & Wirsig, 2001). Det første kjennetegnet er rike og relevante temaer som interesserer elever og lærere og kan kobles til forkunnskaper. Det andre kjennetegnet er tydelige læringsmål der læringsmålene er klart definert og blitt gjort tilgjengelig for elevene. Som et tredje kjennetegn på undervisning som gir dybdelæring er varierte måter for elevene å uttrykke læringsmålene på gjennom stadig mer komplekse oppgaver. Løpende vurdering er fjerde kjennetegn. Her bør elevene få vurderinger jevnlig basert på tydelige kriterier for å nå læringsmålene. I tillegg bør forbedringsområder bli foreslått for elevene (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 41).

2.1.1 Kognitivt og sosiokulturelt perspektiv på dybdelæring

Dybdelæring blir omtalt og definert på ulike måter. Man kan skille mellom kognitiv tilnærming og sosiokulturelt perspektiv på dybdelæring. Jeg velger å presentere begge perspektivene i min oppgave for å inkludere et bredt spekter av ulike måter dybdelæring kan komme til syne i *Skolen* og *Skolestudio*.

Innenfor kognitiv læringsteori er læring knyttet opp til de kognitive prosessene. I det teoretiske perspektivet *Knowledge in Pieces* er dybdelæring prosessen der elevene utvikler mentale modeller (p-prims) ut ifra omorganisering av fragmenterte kunnskapselementer (diSessa A. A., 1988; Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 30). Elementene kan bestå av tidligere kunnskap, erfaringer og forestillinger. For at disse ikke skal bli fragmentarisk må undervisningen tilrettelegge for meningsfulle sammenhenger mellom elementene (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 30).

Professor i psykologi, Stellan Ohlsson (2011), har gjort omfattende teoretisk arbeid på hva som skjer med de kognitive strukturene i hjernen ved dybdelæring. Ohlsson sammenfatter dybdelæring til tre former. Den første formen er kreativitet der man oppnår dybdelæring gjennom kreativ problemløsning. Da kombineres kunnskapselementer på nye måter for å løse et problem gjennom å skape, oppdage og oppfinne (Ohlsson, 2011). Den andre formen er overføring av læring. Her tilpasser man tidligere kunnskap i møte med nye situasjoner, noe han kaller adaptasjon (Ohlsson, 2011). Den siste formen for dybdelæring Ohlsson trekker frem er endring av antagelser, også kalt konseptuelle endringer. Dette innebærer endringer av eksisterende forståelse der misoppfatninger omstruktureres (Ohlsson, 2011).

Et annet teoretisk rammeverk innen kognitiv læringsteori er Blooms reviderte taksonomi av Anderson & Krathwohl (2001). Den inneholder et hierarkisk system av kategorier for kognitive prosesser. De nederste nivåene i taksonomien representerer overflatelæring og innebærer å gjenkalle fakta, forstå og anvende. De mer komplekse prosessene ved de øverste nivåene representerer dybdelæring og innebærer å analysere, vurdere og skape. De øvre nivåene forutsettes av tilegnelse av ferdighetene i de lavere nivåene (Anderson & Krathwohl, 2001).

Mens den kognitive læringsteorien på dybdelæring fokuserer på de kognitive prosessene på individnivå, gir sosiokulturelt perspektiv en forståelse av hvordan dybdelæring skjer gjennom sosial samhandling (Vygotsky, 1978; Wertsch, 1991). Med dialog kan elevenes forståelse utvikles gjennom kunnskapsdeling der de må formulere tankene sine, ikke bare tenke de (Gilje, 2017, s. 89 og 92). Da vil kvaliteten i de dialogiske bidragene ha betydning for om dybdelæring oppnås.

Innen det sosiokulturelle perspektivet på dybdelæring blir ofte dybdelæring koblet opp mot utviklingen av 21st Century Skills, som er kompetanser som er nyttige for fremtidige krav i samfunnet og arbeidslivet (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 31). Fullan, Quinn og McEachen har omtalt 6 C-er som sentralt for dybdelæring: *Character education, Citizenship, Communication, Critical thinking, Collaboration* og *Creativity* (Fullan, Quinn, & McEachen, 2018). Det er mange likhetstrekk mellom disse og 21st Century Skills som inkluderer kreativitet, kritisk tenking, problemløsning, «å lære å lære», kommunikasjon, samarbeid og medborgerskap (Binkley, et al., 2011).

2.1.2 Dybdelæring i fagfornyelsen

I dette kapitlet vil jeg ta for meg sentrale dokumenter (NOU 2014:7; NOU 2015:8 og Meld. St. 28) som hadde en viktig rolle i utformingen av fagfornyelsen og det å forme dybdelæring som begrep i fagfornyelsen. Deretter vil jeg redegjøre for hvordan dybdelæring fremstår i LK20 med fokus på overordnet del.

Bakgrunn for fagfornyelsen

I perioden 2013-2015 fikk et utvalgt, ledet av Sten Ludvigsen, i oppdrag fra regjeringen å vurdere fagene i grunnskolen opp mot fremtidens behov. Dette utvalget omtales som Ludvigsenutvalget (NOU 2015: 8). Arbeidet resulterte i to utredninger med vurderinger og anbefalinger. Den første, *Elevenes læring i fremtidens skole – et kunnskapsgrunnlag* (NOU 2014:7), har i stor grad blitt brukt som kunnskapsgrunnlag til begrepet dybdelæring i fagfornyelsen. Den andre utredningen *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser* (NOU 2015:8) og Stortingsmelding 28 *Fag – Fordypning – Forståelse – En fornyelse av Kunnskapsløftet* (Meld. St. 28, 2015-2016) har gitt praksisfeltet økt forståelse for dybdelæring (Gilje, Landfald, & Ludvigsen, 2019).

Regjeringen sendte Meld. St. 28 til Stortinget på bakgrunn av NOU-ene med en oppfordring om å fornye skolefagene. Med utgangspunkt i disse tre utdanningspolitiske dokumentene har Ørjan Flygt Landfald (2016) i sin masteroppgave oppsummert seks viktige temaer som bidragsfaktorer for å øke dybdelæring i skolen: Mindre fagstoff, kjerneelementer i fagene, utvikle progresjon i fagstoffet over lengre tid, tverrfaglige temaer, fagovergripende kompetanser og lærernes didaktiske kompetanse (Landfald, 2016).

Tverrfaglig arbeid vil si at man forsøker å skape koblinger på tvers av fag til elevenes erfaringer og forkunnskaper (FIKS, 2021). Integrert tverrfaglighet vil si at fagene ikke lenger separeres, men heller blir integrert i arbeid med tverrfaglige temaer. Da arbeider elevene aktivt med problemløsning ofte knyttet opp mot større samfunnsproblemer. Moderat tverrfaglighet derimot er fagene separert, men de er tett sammenkoblet ved at elevene utvikler ferdigheter eller kunnskaper som inngår i flere fag (Kaufman, Moss, & Osborn, 2003).

Læreplanen for kunnskapsløftet 2020

Nedenfor følger definisjonen av dybdelæring slik den er beskrevet i fagfornyelsen. Det er denne jeg vil ta utgangspunkt i når jeg senere i oppgaven diskuterer analysen opp mot dybdelæring:

«Vi definerer dybdelæring som det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Det innebærer at vi reflekterer over egen læring og bruker det vi har lært på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre» (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Her ser vi at gradvis utvikling av forståelse der elevene kan se sammenhenger i og mellom fag og bruke det de har lært i nye situasjoner er sentralt i definisjonen av dybdelæring.

I overordnet del av fagfornyelsen står det om dybdelæring at

”Skolen skal gi rom for dybdelæring slik at elevene utvikler forståelse av sentrale elementer og sammenhenger innenfor et fag, og slik at de lærer å bruke faglige kunnskaper og ferdigheter i kjente og ukjente sammenhenger. I arbeidet med fagene skal elevene møte oppgaver og delta i varierte aktiviteter av stadig økende kompleksitet. Dybdelæring i fag innebærer å anvende kunnskaper og ferdigheter på ulike måter, slik at elevene over tid kan mestre ulike typer faglige utfordringer individuelt og i samspill med andre” (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 14).

I overordnet del ser man av sitatet at dybdelæring kobles opp mot varierte aktiviteter av økende kompleksitet. Dybdelæring brukes også implisitt i overordnet del. Under tverrfaglige temaer står det at hensikten med disse er at elevene «oppnår forståelse og ser sammenhenger på tvers av fag» (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 16), noe som er en sentral del av dybdelæring. I tillegg blir «dypere innsikt» brukt i sammenheng med kapittelet om det å lære å lære: «Dypere innsikt utvikles når elevene ser sammenhenger mellom kunnskapsområder, og når de behersker et mangfold av strategier for å tilegne seg, dele og forholde seg kritisk til kunnskap» (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 15).

2.1.3 Naturfag i fagfornyelsen

I de neste kapitlene skal jeg presenterer hva som inngår i naturvitenskapelig kompetanse og dybdelæring. Først redegjør jeg for hvilke kjerneelementer og grunnleggende ferdigheter elevene skal lære i naturfag fra fagfornyelsen. Deretter presenterer jeg hva som ligger i *scientific literacy* og teorier om dybdelæring i naturfag. Det som presenteres her vil jeg senere bruke som bakgrunn når jeg drøfter hvordan de digitale læremidlene sitt samspill kan fremme dybdelæring i naturfag.

Fagfornyelsen har vektlagt kjerneelementer i fagene for at elevene skal få mer tid til fordypning (Kunnskapsdepartementet, 2018). Kjerneelementene beskriver, som nevnt tidligere, det viktigste elevene skal lære i faget og i naturfag er kjerneelementene (Utdanningsdirektoratet, 2020, ss. 60-61):

- *Naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter* er forklart ved at elever skal oppleve og erfare verden rundt seg.
- *Teknologi* er det ønskelig at elevene skal utforske teknologi i hverdagen, samtidig som det skal jobbes med innovasjon og problemløsning.
- *Energi og materie*. Elevene skal lære om verdens bestanddeler og oppbygning ved hjelp av observasjon, utforskning, teori og opplevelser.
- *Jorda og livet på jorda* fokuserer på miljø og natur, samt en kritisk vurdering av fagkunnskap.
- *Kropp og helse* skal gi elevene et godt grunnlag for å kunne ta vare på egen kropp og helse. De skal blant annet lære om kroppens funksjoner og hvordan den er bygd opp.

I LK20 presenteres fem grunnleggende ferdigheter skolen skal legge til rette for. Disse er; *muntlige ferdigheter, å kunne regne, å kunne skrive, å kunne lese, og digitale ferdigheter*. De blir i overordnet del beskrevet som avgjørende redskaper for læring og forståelse i alle fag (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 15).

Hvor fremtredende de grunnleggende ferdighetene er i hvert fag varierer med fagets egenart. I naturfag er *muntlige ferdigheter* blant annet å delta i fagsamtaler der man til slutt skal kunne presentere og diskutere stadig mer komplekse sammenhenger i faget. Man skal kunne bruke naturfaglige begreper og benytte stadig mer presist naturfaglig språk (Utdanningsdirektoratet, 2020, ss. 62-63). *Å kunne skrive* i naturfag omhandler formulering av spørsmål og hypoteser, beskrive observasjoner og bruke ulike representasjonsformer som tegninger og symboler til å uttrykke seg skriftlig (Utdanningsdirektoratet, 2020, ss. 62-63). *Leseferdigheter* i naturfag går ut på at elevene går fra å finne og bruke informasjon i tekster til å forstå tekster med stadig flere fagbegreper, symboler, tabeller og figurer (Utdanningsdirektoratet, 2020, ss. 62-63).

Regning som grunnleggende ferdighet i naturfag innebærer at eleven kan bruke begreper og velge passende måleinstrumenter, måleenheter og formler for å løse naturfaglige problemstillinger (Utdanningsdirektoratet, 2020, ss. 62-63).

Den siste grunnleggende ferdigheten som omtales i fagfornyelsen er *digitale ferdigheter*. I naturfag vil dette si å kunne bruke enkle digitale verktøy til i økende grad utvide selvstendighet og dømmekraft i valg og bruk av digitale verktøy og kilder. Programmering er satt som en del av digitale ferdigheter og skal inngå i naturfag under kjerneelementet teknologi (Utdanningsdirektoratet, 2020, ss. 62-63).

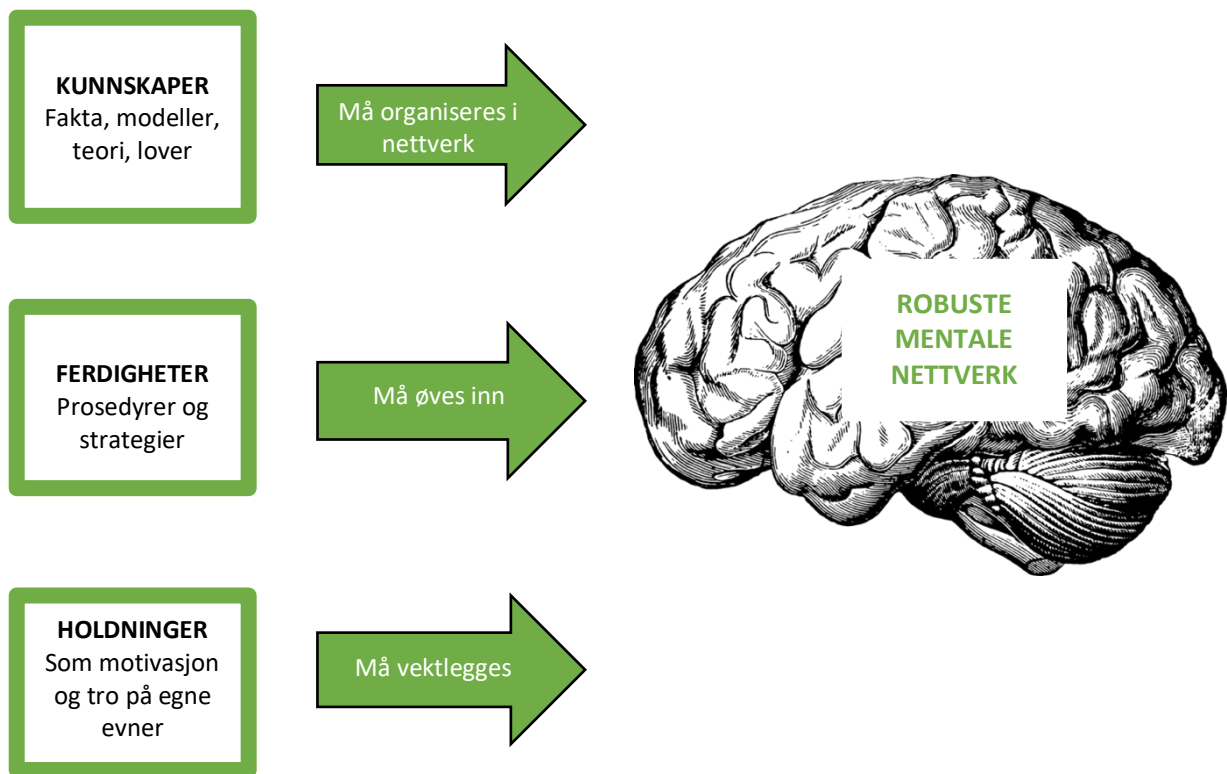
2.1.4 Dybdeløring i naturfag

Scientific literacy blir gjennom et internasjonalt rammeverk i PISA 2015 delt inn i de fire aspektene kontekst, kompetanse, kunnskap og holdninger. PISA ønsker at elevene skal utvikle naturfaglig dybdeløring der de kan anvende kunnskapen i ukjente situasjoner. Dette kan man se av kontekst som knyttes opp til personlig, lokal/nasjonale og globale kontekster (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, ss. 67-68). Scientific literacy kan betyr dermed en helhetlig naturfaglig kompetanse og defineres videre med de tre kompetansene (OECD, 2016):

- Forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte
- Vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser
- Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte

Kunnskap som aspekt ved scientific literacy består av innholdskunnskap, som er fakta, begreper, og teorier i naturvitenskapen. Det består av metodekunnskap forskere bruker i naturvitenskapelige eksperimenter og til epistemologi, begrunnelser for de valgte metodene (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, ss. 68-69). Holdninger til naturfag som aspekt ved scientific literacy handler om elevenes ønske om å engasjere seg i naturvitenskapelige temaer. Dette inkluderer: «interesse for naturfag, miljøbevissthet og verdsetting av naturvitenskapelige tilnærminger til undersøkelser» (OECD, 2016).

Nedenfor (Figur 1) er en tilpasset modell for dybdeløring i naturfag basert på Mayer (2011). For å oppnå dybdeløring må kunnskaper organiseres, ferdigheter øves på og automatiseres og undervisningen må gi elevene motivasjon og tro på mestring. Slik skapes robust helhetlig forståelse i hierarkiske mentale nettverk (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 33)



Figur 1: Modell for dybdeløring i naturfag basert på Mayer (2011).

Utforskende arbeidsmetoder kommer ofte til syne i naturfagundervisning gjennom praktiske øvelser og eksperimenter og kan sies å være en del av fagets egenart (Knain & Kolstø, 2019, s. 15). I *fagets relevans og sentrale verdier* i LK20 står det at «Naturfag skal bidra til undring, nysgjerrighet, skaperglede, engasjement og nytenkning hos elevene ved at de får arbeide praktisk og utforskende med faget» (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 60). Videre kommer utforskning også til syne i kjerneelementet *naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter* der det står at «Elevene skal gjennom opplevelse, undring, utforskning og erfaring forstå verden omkring seg i et naturvitenskapelig perspektiv» (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 60).

Tidligere har jeg nevnt kreativ problemløsning (Ohlsson, 2011) og det å kunne bruke kunnskapen på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner (Utdanningsdirektoratet, 2019), som en del av dybdeløring. Utforskende arbeidsmetoder være en måte å møte disse kriteriene. Utforskende arbeidsmetoder innebærer at elevene øver opp evnen til å formulere spørsmål og samle inn data. Kunnskap bygges opp videre ved at resultatene underbygges med bevis fra elevenes egne erfaringer og/eller naturfaglig teori (Knain & Kolstø, 2019, s. 19). Dybdeløring kan da oppstå ved at elevene er i utforskende sykluser der de vurderer og reflekterer underveis i prosessen med kjente og ukjente problemstillinger (Knain & Kolstø, 2019, s. 42).

2.2 Semiotikk og sosialsemiotikk

I dette kapittelet vil jeg presentere semiotikk og sosialsemiotikk. Dette er betydningsfulle disipliner i utviklingen av sosialsemiotisk multimodalitetsteori, som danner teorigrunnet for min analyse av de digitale læremidlene.

En av grunnleggerne av semiotikken er lingvisten Ferdinand Saussure (Hodge & Kress, 1988, s. 14). Han definerer semiotikk som «the science of the life of signs in society» (Saussure, 1974). Enkelt forklart studerer man hvordan vi kommuniserer med tegn, der tegn vil si alt som kan uttrykke mening. Saussure var mest opptatt av språket og hvordan man kunne kommunisere mening muntlig og skriftlig. Han mente at tegnet består av en signifikant (form) og med et signifikat (meningsinnhold) (Hodge & Kress, 1988, s. 17).

I semiotikken blir meningsinnholdet ved tegnet basert på konvensjoner i samfunnet eller kulturen man er del av. Dette sees på som faste språklige regler som omtales koder (Hellum, 2013, s. 28). Semiotikken studerer dermed språkssystemer og hvordan ordene som tegn kan brukes for å representere mening for medlemmer av samme kultur (Kress, Jewitt, Ogborn, & Tsatsarelis, 2001, s. 2). En slik kultur vil i mitt tilfelle være naturvitenskap.

Semiotikken fikk kritikk for å fokusere på strukturene ved tegnsystemene isolert fra sosiale sammenhenger (Hodge & Kress, 1988, s. 1). En gren ut fra feltet semiotikk ble dermed sosialsemiotikk, som bygger på arbeidet til lingvisten Michael Halliday. Han brukte begrepet semiotiske ressurser om det semiotikken omtaler som tegn. Han begrunnet det med at grammatikken ved språket ikke er en rekke regler for å skape korrekte setninger, men heller en ressurs for å uttrykke mening (van Leeuwen, 2005, s. 3). Kommunikasjonsforskerne Gunther Kress og Theo van Leeuwen støtter Halliday i å bruke semiotiske ressurser istedenfor tegn. Da unngår man å gi inntrykk av at meningen bak tegn er forhåndsbestemt uten påvirkning fra brukssituasjonen (van Leeuwen, 2005, s. 3). Tegn blir heller ressurser man kan velge å ta i bruk for å understøtte det man vil formidle i den sosiale konteksten.

Van Leeuwen har definert semiotiske ressurser:

”as the actions and artefacts we use to communicate, whether they are produced physiologically-with our vocal apparatus; with the muscles we use to create facial expressions and gestures,etc. – or by means of technologies-with pen, ink and paper;

with computer hardware and software; with fabrics, scissors and sewing machines,etc”. (van Leeuwen, 2005, s. 3)

En semiotisk ressurs er dermed alle sansbare uttrykk med potensiale for å skape mening (van Leeuwen, 2005, s. 4). Sosialemiotikk er oppsummert en teori om hvordan man bruker ulike semiotiske ressurser til å skape mening i ulike sosiale sammenhenger.

2.2.1 Modaliteter og multimodalitetsteori

I dette avsnittet vil jeg gå i dybden på sosialemiotisk multimodalitetsteori, som er rammeteorien jeg bruker for analysen av de digitale læremidlene i min oppgave.

I arbeidet med å videreutvikle sosialemiotikkens rammeverk til å gjelde for multimodale tekster har Gunther Kress & Theo Van Leeuwen hatt stor påvirkning. Deres bok *Reading Images: A grammar of visual design* fra 1996 var svært betydningsfull i utformingen av begrepet multimodalitet (Hellum, 2013, s. 36). Kress og van Leeuwen definerer multimodalitet som det å kombinere ulike semiotiske modaliteter for å skape mening til et semiotisk produkt eller situasjoner (Kress & van Leeuwen, 2001, s. 20). En modalitet er et overordnet begrep for en gruppering av semiotiske ressurser (Løvland, 2011, s. 16).

Eksempler på modaliteter er skrift, bilde, klesdrakt, gester, mimikk, lyd, tale og layout. Mens den bestemte bruken av en gest, slik som å rekke opp hånden, er en semiotisk ressurs i klasseromssituasjonen, betegner vi meningsressursgruppen «gest» som en modalitet. For at noe kan kalles en modalitet må det i følge Kress gi mening i seg selv (Kress, 2010, s. 88). Multimodale tekster blir også omtalt som sammensatte tekster. De er satt sammen av ulike modaliteter som virker sammen for å uttrykke tekstens mening. Jeg bruker et utvidet tekstbegrep der tekst ikke bare regnes som verbaltekst, men også inkluderer andre modaliteter slik som lyd, bilde og video i formidlingen av meningsinnholdet (Hellum, 2013, s. 11).

2.2.2 Diskurs, design, produksjon og distribusjon

Litteratur innen sosialemiotisk multimodalitetsteori påpeker at diskurs, design, produksjon og distribusjon påvirker hvordan mening skapes i kommunikasjonssituasjonen (Kress & van Leeuwen, 2001, s. 4).

Diskurser er sosialt konstruert kunnskap av noen aspekter ved virkeligheten (van Leeuwen, 2005, s. 275). Sosialt konstruert vil her si at de har blitt utviklet i spesifikke sosiale kontekster, og på måter som er passende for deltakerne i disse kontekstene (Kress & van Leeuwen, 2001, s. 4). Diskursen i mitt tilfelle er naturfagundervisning på 8.-10. trinn. Design er ideer om hvordan diskursen skal kommuniseres i en situasjon (Kress & van Leeuwen, 2001, s. 6). Designet er abstrakt og kan for eksempel ta form som en skisse eller et manus. Det samme designet kan realiseres gjennom ulike medier eller materialer. Designet av en celle kan for eksempel fremstilles gjennom en illustrasjon eller i en 3D-animasjon. Design er derimot atskilt fra produksjonen av det faktiske produktet.

Produksjon refererer til både det semiotiske produktet og selve produksjonen av dette (Kress & van Leeuwen, 2001, s. 6). Her kreves tekniske ferdigheter relatert til mediet som brukes. Distribusjon relateres til to aspekter, lagring og overføring. Dette kan foregå separat eller kombineres (Kress & van Leeuwen, 2001, s. 87). Med teknologien vi har i dag er det flere muligheter for å kombinere både overføring og lagring gjennom blant annet skytjenester og internett. Valg av distribusjonsmåte kan også påvirke meningsinnholdet. Om for eksempel mottakeren har mulighet til å gjøre om på designet og skape nye representasjoner og interaksjoner (Kress & van Leeuwen, 2001, s. 93).

2.2.3 Multimodalt samspill

I dette avsnittet vil jeg presentere hvordan multimodalt samspill kan skapes i multimodale tekster. Dette vil jeg bruke som rammeverk når jeg selv senere i oppgaven skal analysere det multimodale samspillet i to digitale læremidler.

Med samspill i multimodale tekster betyr samspill hvordan de ulike modalitetene virker sammen i et fellesskap for å skape mening i teksten (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 42). Det er særlig to hovedformer for samspill som trekkes frem i tilknytning til multimodale tekster. Den første hovedformen kalles multimodal kohesjon. Her undersøker man hvordan ulike semiotiske ressurser kan skape en multimodal tekst og hvordan det oppstår sammenheng mellom modalitetene. Van Leeuwen nevner fire kohesjonsmekanismer: Komposisjon, rytme, dialog og informasjonskopling (van Leeuwen, 2005, s. 179). Den andre hovedformen er funksjonell spesialisering. Det vil si hvordan egenskapene ved de ulike modalitetene gjør at

de egner seg for ulike formål (Kress, 2003, s. 46). I de neste avsnittene vil jeg forklare mer i dybden hva som ligger i disse to hovedformene for multimodalt samspill.

Rytme er knyttet til å skape sammenheng i teksten ved at tekstens komposisjon utvikler seg over tid (van Leeuwen, 2005, s. 180). Det kan skapes gjennom veksling mellom ulike stadier som ofte er motsetninger slik som sterk farge og svak farge eller stort og lite bilde. Det kan også være veksling mellom modaliteter slik som bilde og tekst (van Leeuwen, 2005, s. 182).

Komposisjon som kohesjonsmekanisme relateres til den romlige organiseringen (van Leeuwen, 2005, s. 179). Det kan være gjennom både to- og tre-dimensjonale rom slik som skjermflater eller video (Løvland, 2006, s. 39). Framing, informasjonsverdi og uthevingsteknikker er strategier Kress og van Leeuwen nevner i forbindelse med komposisjon. Modalitetenes plassering kan si noe om deres informasjonsverdi, altså modalitetens viktighet for å skape mening i teksten (Kress & van Leeuwen, 2021, s. 181). Framing blir bruk om strategier for å skille fra hverandre eller binde sammen elementene i teksten og hvilken betydning dette har for meningsinnholdet (Kress & van Leeuwen, 2021, ss. 181-182). Uthevingsteknikker vil si at elementer i teksten er laget på en måte som fanger leserens oppmerksomhet i forskjellig grad (Kress & van Leeuwen, 2021, s. 182).

Dialog som kohesjonsmekanisme er knyttet til begrepene initiativ og respons. Dette bygger på teorier rundt samtaler og musikk, der turtakingen i samtaler kan minne om samspillet som oppstår mellom instrumenter som spiller sammen (van Leeuwen, 2005, s. 255). I multimodale tekster kan interaksjon mellom modalitetene der for eksempel et bilde utløser en respons i form av verbaltekst under bildet (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 47). Gjennom digitale tekster skapes enda større grad av dialogisk samspill leseren interagerer med mediet der responsen kan skje ved at programmet reagerer på noe leseren gjør eller leseren responderer på for eksempel oppgaver fra programmet (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 47).

Informasjonslenking er en kohesjonsmekanisme som relateres til meningen modalitetene kan skape. Her har man systematisert måter de ulike semiotiske ressursene og modalitetene kan virke sammen og påvirke hvordan den multimodale teksten tolkes (van Leeuwen, 2005, s. 179). Dette deles inn i utdyping, at meningsinnholdet avgrenses, og utviding, at det legges til mer informasjon (Maagerø & Tønnesen, 2014, ss. 44-45).

Utdyping kan skje gjennom for eksempel forankring der en modalitet spesifiserer en annen eller tolkning, der modaliteten gjør en tolkning og forklarer en annen (Løvland, 2006, s. 41). Utviding kommer ofte til uttrykk gjennom avløsning der en modalitet tilføyer mer informasjon enn en annen modalitet eller er en kontrast til en annen modalitet. Redundans er en annen form for utviding og betyr at informasjonen gjentas, det blir en gjenfortelling (Løvland, 2011, s. 77). Modalitetene kan også gi hovedsakelig samme informasjon på forskjellige måter, noe som kalles multimodal redundans (Løvland, 2011, s. 77).

Funksjonell spesialisering er, som nevnt tidligere, den andre hovedformen for multimodalt samspill. Funksjonell spesialisering handler om hvordan modalitetene egner seg for ulike formål og hvor godt disse utnyttes i teksten (Kress, 2003, s. 46)s. Modalitetenes muligheter og begrensinger til å formidle meningsinnholdet kalles også modal affordanse og er basert på tidligere og fremtidige bruksmåter (van Leeuwen, 2005, s. 5; Hellum, 2013, s. 37, Kress, 2003, s. 46). Egenskapene ved skrift gjør at man kan uttrykke hva en person heter mens et bilde egner seg godt til å fremstille hvordan personen ser ut. Modalitetene skrift og bilde har dermed mulighet til å skape ulike typer mening. Jeg anvender termen affordans, oversatt fra *affordance*, ettersom det er dette som brukes av van Leeuwen og Kress i den multimodale fagtradisjonen og i norsk litteratur (Kress & van Leeuwen, 2001; Kress, 2003; Løvland, 2006, 2011; Hellum, 2013). Et annet begrep som ofte brukes i sammenheng med funksjonell spesialisering er funksjonell tyngde. Dette sier noe om hvor stor del av informasjonen i en multimodal tekst som ligger i de enkelte modalitetene (Kress, 2003, s. 46)-

2.2.4 Modale affordanser for naturfag

Affordansene er som nevnt tidligere det potensialet som ligger i modalitetene til å uttrykke mening i den aktuelle situasjonen (Kress, 2003, s. 46). Nedenfor vil jeg beskrive i korthet affordansene ved noen av modalitetene som jeg tar for meg i analysen:

- 1. Verbaltekst:** Det som kjennetegner verbaltekst er at det er satt sammen av et symbolsystem som i kombinasjon uttrykker mening på en sekvensiell måte. Det vil si at det har en utvikling over tid ved at meningen skapes etter hvert som man leser. Affordansen ved verbaltekst er at det egner seg godt til å beskrive, forklare og argumentere for noe (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 26).
- 2. Bilder:** Med bilder kan man vise hvordan noe ser ut. De modale affordansene som ligger i bilder er at de viser romlig organisering og fanger detaljer som kan være vanskelig å

formidle med verbalskrift. Bilder brukes også ofte for å vekke følelser. Illustrasjoner kan visualisere abstrakte faglige fenomener og prosesser og fotografier egner seg godt til å skape en nærhet til virkeligheten (Maagerø & Tønnesen, 2014, ss. 28-33).

3. **Video:** En affordanse ved filmer er at det ikke er krav fra mottakeren om skriftlig lesekompetanse for å skape mening av innholdet (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 217). Filmer er multimodale ved at de inkluderer både bevegende bilde og lyd. Affordansene ved lyd er at de kan ha stor variasjon og skape ulike stemninger. Naturalistisk lyd kan også skape nærhet til virkeligheten (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 39). Bevegende bilder fanger også mottakerens oppmerksomhet mer enn stillbilder og er en viktig affordans ved filmer (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 37). Andre affordanser er muligheten til tredimensjonal fremstilling og vise prosesser som utvikles over tid (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 38)
4. **Forsøk:** I et forsøk uttrykkes mening gjennom designet av forsøket og viser at dersom visse betingelser er oppfylt så får det et visst resultat (Baird, 2004). Slik kan forsøket være en representasjon av kunnskap. Når elevene gjør eksperimenterer og utforsker fenomener så bygger de kunnskap og formulerer egne forklaringer på de fremstille resultatene. Observasjonene kan forklares med utgangspunkt i teori og slik fremme evne til å se sammenhenger mellom praktiske eksperimenter og fagkunnskap (Knain & Kolstø, 2019, s. 19 og 137).
5. **Diagrammer:** Med diagrammer finnes det mange ulike fremstillingsmåter. De brukes gjerne for sammenligning av ulike variabler fremstilt på en abstrakt måte. I naturfag finner man ofte taksonomier som er fremstilt gjennom hieratiske systemer. Taksonomiene kan skape oversikt over innholdet i den verbalskriftlige teksten dersom disse inneholder det samme (Maagerø & Tønnesen, 2014, ss. 171-175). Diagrammer kan også gi en overgang mellom erfaringer for eksempel fra forsøk og fagkunnskap (Furberg, Kluge, & Ludvigsen, 2013).
6. **Tabeller:** Likeledes som diagrammer skaper også tabeller en overgang fra erfaring gjennom aktivitet til fagbegreper og de kan synliggjøre sammenhenger. Store komplekse systemer blir redusert til en sammenheng mellom noen få variabler (Roth, Pozzer-Ardenghi, & Han, 2005).
7. **Simuleringer:** Simuleringer representerer tredimensjonale rom der brukeren kan utføre handlinger. Det egner seg godt til å vise elevene sammenhengen mellom handlingene som utføres og effekten de får i simulasjonen (Engebretsen, 2010, ss. 128-129). Simuleringer gjør det mulig å studere virkelige prosesser og med støtte kan elevene oppdage

sammenhenger mellom forkunnskaper, fagkunnskap og erfaringene de gjør i simuleringene (Kluge, 2019). Simuleringer og andre virtuelle virkeligheter kan stimulere refleksjon ved at forstyrrende overfladiske faktorer fjernes noe som kan gjøre at elevene raskere kan forstå konsepter. De får mulighet til å tenke dypere og reflektere over årsak og effekt relasjoner og problemløsning (Kapp, Blair, & Mesch, 2014, ss. 26-27).

Digitale læremidler har også affordanser tilknyttet mediets teknologiske art. Martin Engebretsen deler inn i ulike typer medieaffordanser (Engebretsen, 2007, s. 16). I min oppgave vil jeg benytte medieaffordansene som knyttes opp til innholdspresentasjon, mellommenneskelig kontakt og lagring og distribusjon (Engebretsen, 2007, s. 17). Med innholdspresentasjon undersøker man hvordan innholdet presenteres for eksempel ved bruk av teknologiske modaliteter. Mellommenneskelig kontakt knyttes opp mot om de digitale læremidlene utnytter mulighetene for flerveiskommunikasjon, slik som chattetjenester og debattforum. I tillegg til disse vil jeg også fremheve de digitale læremidlenes egenskaper rundt lagring og distribusjon som medieaffordanse. For eksempel lagring av elevenes svar og strukturene rundt distribusjon av læringsmoduler til elevene.

2.3 Digitale læremidler

Dette kapittelet tar for seg digitale læremidler og hvordan elevenes læringsutbytte kan økes gjennom digitale støttestrukturer og datastøttet samarbeidslæring. I det følgende avsnittet vil jeg redegjøre for forskjellene mellom digitale læremidler og læringsressurser og hvilken kategori *Skolen* og *Skolestudio* kan tilhøre.

Definisjonen på læremidler har vært uklar i Norge, der læremidler og læringsressurser har blitt brukt om hverandre (Gilje, 2017, s. 42). Av de definisjonene for læremiddel jeg har undersøkt er § 17-1 i forskrift til opplæringsloven den jeg opplever som mest konkret. Her blir læremidler definert som «... alle trykte, ikke-trykte og digitale element som er utvikla til bruk i opplæringa. Dei kan vere enkeltstående eller gå inn i ein heilskap, og dekkjer aleine eller til saman kompetansemål i Læreplanverket for Kunnskapsløftet». (Utdanningsdirektoratet, 2020). Med andre ord så er læremidler laget spesielt for undervisning for å dekke kompetansemål i læreplanen. Læringsressurser derimot er i utgangspunktet ikke utviklet for

opplæringsformål, men er ressurser som lærere og elever kan trekke inn i undervisning der de finner dette relevant (Gilje, 2017, s. 51).

I min oppgave vil jeg fokusere på digitale læremidler. Utdanningsdirektoratet skriver at digitale læremidler kombinerer:

«... digitale verktøy, tjenester og innhold som er spesifikt utviklet for bruk i skole og i fag. Typiske eksempler er forlagenes læreverker i digitalt format, nettsider som er tilknyttet læreverkene, animasjoner, film og læringsspill som er laget i undervisningsøyemed og brukt i kombinasjon med ulike digitale teknologier» (Utdanningsdirektoratet, 2018).

Naturfag 8-10 i Skolen og *Element 8-10 i Skolestudio* kan dermed omtales som digitale læremidler fordi de er i digitalt format og designet med innhold og tjenester for å møte kompetansemålene i naturfag fra LK20.

2.3.1 Digitale støttestrukturer

I dette avsnittet vil jeg gå inn på ulike digitale støttestrukturer som kan ha betydning for elevenes læring.

Støttestrukturer har bakgrunn fra Bruner (2002) sin teori om scaffolding, eller stillasbygging oversatt til norsk. Sawyer (2006) skriver at stillasbygging vil kunne gi den støtten elevene trenger til å utvikle seg videre fra sitt nåværende kunnskapsnivå og dermed føre til dybdelæring. Stillasbygging handler om å tilby støtte i læringen til elevene for å tette kunnskapsgapet i den proksimale utviklingssonen (Bruner, 2002). Den proksimale utviklingssonen vil si det som ligger mellom det eleven klarer på egenhånd og det eleven kan klare med ekstern støtte, for å ta dem fra nåværende nivå til deres potensielle læringsnivå (Vygotsky, 1978). Da får eleven hjelp til å utføre en oppgave vedkommende ikke hadde klart uten denne støttestrukturen. Støttestrukturer er ulike typer redskaper som gjøres tilgjengelig for elevene (Knain & Kolstø, 2019, s. 72). For eksempel demonstrasjon, mal for skriving, korreksjoner og påminnelser.

Computer-based scaffolding er en term som kommer igjen i litteraturen og kan oversettes til digitale støttestrukturer. Da er det programvaren i datamaskinen som gir støtte til eleven (Belland et al., 2017). Refleksjonsprompts er et eksempel på en slik digital støttestruktur.

Da gir dataprogrammet hint for å frembringe refleksjon av innholdet hos brukeren (Furberg, 2009). Refleksjonsprompts er bare en av flere måter datamaskiner kan støtte elevenes læring. Gjennom det som blir omtalt som Intelligent Tutoring Systems (ITS), kan datamaskinene gi mer individualisert støtte. ITS vil si programvare som er utviklet slik at den gir umiddelbare tilbakemeldinger tilpasset brukerens behov (Bonner, et al., 2016).

Andre former for digitale støttestrukturer kan være speilingsverktøy, metakognitive verktøy og veiledende verktøy (Soller, Martinez, Jermann, & Muehlenbrock, 2005). Speilingsverktøy vil si at elevene blir oppmerksomme på handlingene sine, for eksempel få rød farge om man trykker på feil svar. Metakognitive verktøy viser informasjon om det ønskede utfallet, for eksempel gjennom hint til riktig svar. Veiledende verktøy gir grundigere forklaring på hvordan eleven kan komme frem til det ønskede utfallet (Soller et al., 2005).

2.3.2 Datastøttet samarbeidslæring

Samarbeidslæring som metode handler om at elevene gjennom samarbeid med andre kan få dypere forståelse og større læringsutbytte enn om de jobber individuelt (Knain & Kolstø, 2019, ss. 51-52). De digitale læremidlene *Skolen* og *Skolestudio* kan vurderes med utgangspunkt i et CSCL-perspektiv (Engen, Giæver, & Mifsud, 2018). CSCL står for Computer-Supported Collaborative Learning, som kan oversettes til datastøttet samarbeidslæring. Ved bruk av datastøttet samarbeidslæring (CSCL) medieres læring gjennom teknologiske redskaper. Mediering vil si at mennesker sine handlinger skjer via noe annet (Wertsch, 1991, ss. 28-46). Datastøttet samarbeidslæring har potensiale til å bidra til læring ved å skape meningsfulle læringskontekster for samhandling og fasilitere elevenes refleksjon, metakognisjon, problemløsning og argumentasjon (Lipponen et al., 2003). Studier viser derimot også utfordringer med datastøttet samarbeidslæring tilknyttet institusjonelle faktorer og mangel på elevdeltakelse i dialogene (Lipponen et al., 2003).

2.3.3 Kriterier for økt læringsutbytte med datastøttet læring

Som nevnt i forrige avsnitt så kan samarbeid ved hjelp av støtte fra datamaskin være en måte å få økt læringsutbytte. I dette avsnittet vil jeg presentere andre kriterier for hvordan datastøttet læring kan gi økt læringsutbytte, samarbeid inkludert. I litteraturen finner man gjerne begrepet Technology Enhanced Learning (TEL). Dette vil si at teknologien gir en merverdi som øker

elevenes læringsutbytte. Læringsutbytte vil si den kompetansen elevene har etter gjennomført opplæring der både kunnskaper, ferdigheter og holdninger er inkludert (Utdanningsdirektoratet, 2016).

Senter for IKT i utdanningen (2012) la frem kriterier for hva som kvalifiserer gode digitale læringsressurser. Til tross for at de her omtaler digitale læringsressurser, så kan dette også overføres til å gjelde de digitale læremidlene i min oppgave. De første kriteriene knytter seg til brukeren. Her står det at læringsressursen skal kunne gi mulighet for differensiering individuelt og ha elevens læring i fokus. Den skal virke engasjerende for målgruppen og være selvinstruerende.

De neste kriteriene er knyttet til egenarten ved den digitale ressursen. Det står blant annet at læringsressursen bør fremme interaksjon med eleven og styrke læringsarbeidet gjennom kommunikasjon. Den må være koblet til den gjeldende læreplanen og innholdet bør oppdateres jevnlig. I tillegg bør læringsressursen utnytte de ulike mediernes særegne egenskaper til læringsarbeidet og skape inspirerende innhold (Senter for IKT i utdanningen, 2012). De siste kriteriene er knyttet til faglig og pedagogisk orientering. Her kommer det frem at læringsressursen bør fremme samarbeidslæring og tilpasses målgruppen. Den bør også ha innebygde funksjoner for vurdering. Til slutt læringsressursen ha lærerveiledning og gi mulighet for at lærere og elever kan legge inn sitt eget innhold (Senter for IKT i utdanningen, 2012).

For å kunne lære må elevene være aktivt deltakende og forskning viser at læringen øker med grad av interaktivitet med andre medelever, læreren eller faginnholdet (Kapp, Blair, & Mesch, 2014, s. 21). Dersom eleven blir sittende og observere kunnskapen passivt vil læringen derfor reduseres (Kapp, Blair, & Mesch, 2014, s. 22). Dette kan man finne igjen i ICAP rammeverket. Denne beskriver fire kategorier for engasjement hos elevene som vil ha påvirkning på læringsutbyttet til elevene: 1) *passive*, 2) *active*, 3) *constructive* og til slutt 4) *interactive* (Chi & Wylie, 2014). Den første kategorien *Passive* gir minst læringsutbytte og *interactive* gir størst læringsutbytte. *Passive* er for eksempel å lytte, lese eller se en video uten å gjøre noe annet. Med *Active* er eleven mer deltakende ved å for eksempel ta copy-paste notater, å understreke samtidig som man leser eller spole frem og tilbake i videoen.

I kategorien *constructive* reflekterer elevene i større grad gjennom å tegne modeller, skrive notater med egne ord, stille spørsmål eller sammenligne innhold med forkunnskaper (Chi & Wylie, 2014). Da blir elevene “prosumers”, at de både produserer og konsumerer innhold og kunnskap, istedenfor å være passive konsumenter av innholdet (Leino, Tanuha-Piironen, & Sommers-Piironen, 2012). Med *interactive* utfører elevene *constructive* handlinger i et samarbeid preget av turtaking. Det kan være turtaking mellom flere medelever, en elev og en datamaskin eller elev og lærer. Det forutsettes derimot av at begge partene er like delaktig med bidrag i dialogen (Chi & Wylie, 2014).

3. Metodisk tilnærming

I dette kapittelet vil jeg først redegjøre for valg av forskningsdesign med utgangspunkt i problemstillingen. Deretter vil jeg beskrive fremgangsmåten jeg har foretatt der utvalget av informanter og digitale læremiddel begrunnes. Videre vil jeg beskrive hvordan datamaterialet analyseres. Til slutt vil jeg drøfte disse valgene opp mot studiets validitet og reliabilitet.

3.1 Forskningsdesign

For å svare på problemstillingen: *Hvordan kan det multimodale samspillet i digitale læremidler bidra til dybdelæring?* har jeg valgt å gjennomføre en empirisk studie med kvalitativ metode som basis for kunnskap. Kvalitativ metode er en forskningsstrategi som ofte studerer tekstlig data og fortolker disse. Den kan gi høy grad av fleksibilitet og dypere innsikt i det som studeres (Kleven, 2002, ss. 22-24). Med empirisk forskning samler man inn data om det man vil studere (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 21). Forskningsdesignet mitt er en komparativ casestudie med hovedvekten av datainnsamlingen fra multimodalt tekststudium av digitale læremidler fra forlagene Gyldendal og Cappelen Damm.

Casestudier kan kjennetegnes ved at man gir mest mulig inngående beskrivelse av en spesifikk case, oversatt til tilfelle eller sak på norsk (Christoffersen & Johannessen, 2012, ss. 109-110). I min oppgave vil caset jeg ønsker å få mer kunnskap om være digitale læremidler i naturfag for ungdomsskoleelever. Casestudier kombinerer gjerne flere metoder for datainnsamling, men disse er ofte tid- og stedsavhengige (Christoffersen & Johannessen,

2012, s. 110). Som et supplement til den multimodale tekststudien har jeg derfor gjennomført semistrukturerte dybdeintervjuer med én person fra hvert forlag.

Min casestudie blir komparativ i så måte at jeg har sammenlignet tekstanalysene fra de to forlagene sine digitale læremidler og intervjuene. Forskningsresultatene i oppgaven vil dermed først og fremst være knyttet til studieobjektene *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*. Selv om casestudien undersøker avgrensede enkelttilfeller tar jeg også siktemål om at funnene relateres til en større helhet. Jeg har gjennomført et tverrfaglig prosjekt der fagområdene sosialsemiotisk mulitmodalitetsteori, datastøttet læring og dybdelæring i naturfag kobles sammen for å belyse min case. Mitt bidrag som en større helhet kan dermed være hvordan disse disiplinene kan brukes i sammenheng for å designe digitale læremidler med vekt på dybdelæring.

3.2 Fremgangsmåte

Dette avsnittet har jeg delt inn ved å først ta for meg fremgangsmåten til datainnsamlingen av de digitale læremidlene og deretter fremgangsmåten for intervjuene med personer fra forlagene. Her vil jeg begrunne valgene som har blitt tatt i prosessen med datainnsamlingen og da spesielt rundt utvalg av tekstutdrag og informanter.

3.2.1 Datainnsamling av digitale læremidler

Mitt valg av digitale læremidler falt på *Skolestudio* av Gyldendal og *Skolen* av Cappelen Damm. Jeg valgte disse fordi de begge har utgangspunkt i fagfornyelsen og LK20. Dette var vesentlig for meg ettersom dybdelæring var et aspekt som skulle forbedres med fagfornyelsen. Jeg ville derfor se om det å bruke fagfornyelsen som bakgrunn for designet digitale læremidler kunne bidra til dybdelæring. Jeg valgte digitale læremidler fra forlagene Gyldendal og Cappelen Damm fordi de er blant de største forlagene i Norge. Dette gjør at de anses som seriøse aktører for læremiddelproduksjon. De digitale læremidlene er også relativt like i utformingen som gjør at de egner seg godt for sammenligning, slik jeg gjør i min oppgave. Det var også praktiske årsaker for valget av digitale læremidler. Ved gjennomføring av praksis hos Gyldendal fikk jeg tilgang til *Skolestudio*. Gyldendal stilte seg også positiv til at jeg kunne bruke *Skolestudio* i min masteroppgave.

Årsaken til at jeg valgte å ha med to digitale læremidler var at jeg ønsket flere innfallsvinkler til ulike måter digitale læremidler kan legge opp til dybdelæring. Da kunne jeg også belyse min case ytterligere. For å få tillatelse til å bruke *Skolen* av Cappelen Damm i min oppgave tok jeg kontakt med relevante personer gjennom deres nettside. Slik ble jeg også henvist videre for å få brukertilgang til *Skolen*. Som avgrensning valgte jeg ut naturfag på ungdomstrinnet, med fokus på *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*.

Valget ble på naturfag fordi det er et fag der faginnholdet kan oppleves nokså abstrakt. Jeg tenkte derfor det ville være interessant å undersøke hvordan bruk av flere modaliteter kan støtte elevenes forståelse. Jeg har valgt å studere de digitale læremidlene på både makronivå og mikronivå. På makronivå vil dette si å undersøke overordnet struktur og variasjon av innhold. På mikronivå vil jeg se på de enkelte læringsmodulene. Dette gjør jeg fordi dybdelæring både går på organisering av progresjonen ved fagstoffet og tverrfaglig sammenheng, men også på fagstoffets innhold i relasjon til å utvikle elevenes naturfaglige kompetanse.

De digitale læremidlene har et rikt innhold av temaer og læringsmoduler. Jeg ble derfor nødt til å gjøre enda en avgrensning. I *Naturfag 8-10 i Skolen* har jeg valgt læringsmoduler under de tre deltemaene «Økosystemer», «Fotosyntese og celleånding» og «celler». Fra *Element 8-10 i Skolestudio* har jeg valgt ut lignende læringsmoduler fra temaet «Økologi – samspillet i naturen». Læringsmodulene som ble valgt fra dette temaet var «Cellers oppbygging, fotosyntese og celleånding» og «Sammenhenger i økosystemene». *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* har ulikt innhold innenfor sine temaer. For å kunne gjøre en sammenligning av de samme temaene i *Skolen* og *Skolestudio* vil jeg derfor der det er aktuelt koble inn læringsmoduler fra andre temaer. I *Element 8-10 i Skolestudio* blir dette i hovedsak læringsmodulen «Karbonkretsløpet» fra tema «Klima – en klode i endring» og ulke læringsmoduler fra temaet «Nerver og hormoner – kommunikasjon i kroppen». «Tverrfaglige temaer» vil også trekkes frem til sammenligning for å analysere sammenhenger mellom naturfagstemaene i begge læremidlene.

Utvalget fra de digitale læremidlene ble valgt på bakgrunn av dybdelæringskriterier. Jeg har valgt læringsmoduler innen temaer som bygger på kunnskap fra hverandre og er ment for ulike trinn. Slik kunne jeg få innsikt i sammenhengene mellom flere temaer. Jeg ønsket også å få frem variasjonen av innhold i de digitale læremidlene og ulike digitale støttestrukturer de

hadde anvendt. Dette inngår både som del av multimodale samspillet og er av betydning for dybdelæring. Jeg vil ikke beskrive de ulike digitale læremidlene og utdragene mer her da dette kommer nokså grundig fram i analysen.

3.2.2 Intervju med forlagene

En av årsakene til at valget falt på de aktuelle digitale læremidlene var at jeg hadde praksisperiode hos Gyldendal og arbeidet med *Skolestudio*. Etersom jeg allerede hadde etablert kontakt med sentrale personer, foregikk rekrutteringen av informant til intervjuet gjennom dette kontaktnettverket. Den aktuelle informanten er sentral i det redaksjonelle arbeidet med *Element 8-10 i Skolestudio*. I rekrutteringen av informant fra *Naturfag 8-10 i Skolen* tok jeg kontakt med sentrale personer gjennom nettsiden. Slik ble jeg henvist videre til en person som var sentral i det redaksjonelle arbeidet for *Naturfag 8-10 i Skolen*.

Jeg har intervjuet kun én informant fra hvert av forlagene fordi det skulle være et supplement til tekststudiet med bakgrunnsinformasjon. Slik kunne jeg få innsikt i forlagenes begrunnelser for valg av designet og innholdet i de digitale læremidlene og deres betraktninger rundt dybdelæring. I sosialsemiotikken kan meningsskapingen i kommunikasjonssituasjoner bli påvirket av både diskurs, design, produksjon og distribusjon (Kress & van Leeuwen, 2001, ss. 4-8). Jeg ønsket derfor å få innsikt i hvordan disse ulike prosessene kunne spille inn på utformingen av de digitale læremidlene.

Som en følge av den pågående koronapandemien måtte intervjuene bli gjennomført over Zoom. Her ble samtalen tatt opp med lyd og video fra opptaksfunksjonen i Zoom for å få en mest mulig normal intervjusamtale. Jeg valgte et semistrukturert dybdeintervju. Slik ville jeg forsikre meg om at jeg fikk stilt spørsmål opp mot temaer som var sentrale i min oppgave og gå i dybden på disse. Jeg ønsket allikevel ikke å være bundet av spørsmålene dersom svarene tok en ny spennende retning. Dette er fordelene med semistrukturerte intervjuer (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 79). I forkant av intervjuene utarbeidet jeg en intervjuguide. Her forsikret jeg meg om at jeg stilte spørsmål til hovedtemaene rundt forlagenes intensjoner og formål med de digitale læremidlene, valg av modaliteter og faginnhold og hvordan læremiddelet kunne bidra til dybdelæring (Vedlegg 4).

Informantene fikk ikke intervjuguiden på forhånd, men de hadde fått en kort forklaring på formålet med studien og fokuset på dybdelæring. Intervjuene hadde en tidsramme på 1 time for å kunne gå i dybden på spørsmålene. Underveis i intervjuene brukte jeg funksjonen med å dele skjerm der jeg viste *Element 8-10 i Skolestudio* til informant fra Gyldendal og *Naturfag 8-10 i Skolen* til informant fra Cappelen Damm. Jeg gjorde dette for å gi informantene mulighet til å gi konkrete eksempler fra det digitale læremiddelet.

I intervjuet med informant fra Cappelen Damm opplevde vi noen tekniske utfordringer. Informanten ble dermed nødt til å gjennomføre intervjuet på zoom via mobiltelefonen. Dette gjorde at jeg måtte prioritere hvilke spørsmål jeg skulle stille ettersom tiden ble kortere. Til tross for dette opplevde jeg at informanten ga utfyllende svar knyttet til hovedtemaene. Selv om jeg bare intervjuet 2 personer så hadde de en sentral rolle i utformingen av de digitale læremidlene. Jeg vurderte derfor at de svarene jeg fikk var dekkende for bruken i min oppgave. Videoopptakene av intervjuene ble i etterkant transkribert og analysert.

3.2.3 Analysemetode

Her vil jeg forklare hvilke analysemetoder jeg har valgt for analysen av de digitale læremidlene og analysen av intervjuene.

I dette forskningsprosjektet har jeg brukt multimodale tekstanalyser av tekster som hovedmetode. Forskningsspørsmålet som er vektlagt i relasjon til dette er: På hvilke måter kan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* fremme dybdelæring i naturfag? Analyseenheter i min oppgave er dermed de digitale læremidlene *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*. Tekstanalyser kan ta for seg ulike sider av teksten (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 91). Innfallsvinkelen i min multimodale tekstanalyse har en krysning mellom flere teoretiske tilnæringer der jeg kombinerer sosiosemiotikk multimodalitetsteori med teorier om dybdelæring og teknologistøttet læring. Dette gjør at jeg kan undersøke multimodale tekster ut fra et pedagogisk perspektiv. Jeg vil bruke sosiosemiotisk multimodalitetsteori som rammeteori og teorier rundt dybdelæring og teknologistøttet læring som støtteteorier. Den sosiosemiotiske tradisjonen tilbyr et bredt og presist analyseapparat som gir et godt grunnlag for å studere multimodalitet (Engebretsen, Skrift/bilde/lyd. Analyse av sammensatte tekster, 2010, s. 25).

Sentrale elementer i det som kalles sosialemiotisk multimodalitetsteori er multimodal kohesjon og funksjonell spesialisering (Kress, 2003; van Leeuwen, 2005). Dette er to hovedformer for multimodalt samspill som jeg bruker som analysekategorier. Med multimodal kohesjon studerer jeg mekanismene som skaper relasjoner mellom de ulike elementene og seksjonene i den multimodale teksten. Kohesjonsmekanismene jeg tar for meg er komposisjon, rytme, informasjonslenking og dialog. Funksjonell spesialisering avdekker hvilke modaliteter som er i bruk og studerer disse nøye ut ifra etablerte brukskonvensjoner. Modalitetene jeg har undersøkt er verbaltekst, bilder og illustrasjoner, video, animasjoner og simuleringer, tabeller og diagrammer og til slutt medieaffordanser knyttet til digitale læremidler. Sosialemiotisk multimodalitetsteori vil dermed fungere som analyseverktøy hvor hensikten er å se på hvordan digitale læremidler formidler kunnskap gjennom ulike modaliteter og samspillet mellom dem.

Jeg har studert *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* på både makro- og mikronivå, slik jeg nevnte tidligere. For å holde oversikten og sette de ulike teoretiske tilnærmingene i system lagde jeg en tabell med de ulike analysekriteriene for de to hovedformene for multimodalt samspill, multimodal kohesjon og funksjonell spesialisering (Vedlegg 1). Jeg har brukt samme analyseskjema for både *Skolen* og *Skolestudio* og alle læringsmodulene som er med i utvalget.

Jeg gikk metodisk til verks med å først registrere hvilke modaliteter de digitale læremidlene inneholdt. Deretter startet prosessen med å avkode modalitetenes funksjon i hver enkelt tekst i læringsmodulene for så å sette dette i sammenheng med læringsmoduler i de andre temaene og læremiddelet som helhet. Utvalget ble som nevnt tidligere basert på dybdelæringskriterier. Slik kunne jeg finne gjentakende mønster for multimodalt samspill i datamaterialet tilhørende hver av de digitale læremidlene. Etter å ha analysert både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* i dybden, sammenlignet jeg resultatene. Dette innebar å se etter likheter og forskjeller innen kriteriene for multimodalt samspill.

Som supplement til tekstanalysene foretar jeg semistrukturerte dybdeintervjuer med sentrale personer fra forlagene. Da kunne jeg få en dypere forståelse for studieobjektene jeg undersøker. Forskningsspørsmålet jeg brukte som utgangspunkt her var: Hvordan blir dybdelæring vektlagt av Gyldendal og Cappelen Damm i arbeidet med design, produksjon og distribusjon av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*? Intervjuene ble

analysert ved bruk av tematisk analyse. Det vil si at man ser etter mønstre i datamaterialet (Braun & Clark, 2006).

Jeg anvendte en veksling mellom induktiv analyse, utgangspunkt i data, og deduktiv analyse, utgangspunkt i teori. Intervjuspørsmålene i intervjuguiden var skrevet med utgangspunkt i teori og på den måten kan man si at utgangspunktet er deduktivt. Når jeg derimot skulle analysere intervjuene så tok jeg utgangspunkt i datamaterialet og så etter likheter og forskjeller mellom de to intervjuene. Dette ble dermed gjort med en induktiv tilnærming. Funnene ble sammenfattet i kategorier basert på temaene i intervjuguiden. Deretter ble funnene fra analysen sammenlignet videre med funnene fra de multimodale tekstanalysene av de digitale læremidlene. Det sistnevnte ble en induktiv bearbeiding for å skille ut det som var relevante koblinger til den multimodale tekstanalysen. På den måten reduserte jeg datamaterialet slik at kodene ved de digitale læremidlene og intervjuene samsvarte og kunne brukes i relasjon til hverandre.

Deretter gjorde jeg en ytterligere analyse der jeg skulle besvare forskningsspørsmålet: På hvilke måter kommer Gyldendal og Cappelen Damm sin vektlegging av dybdelæring til syne i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*? Her foretok jeg en bearbeiding av funnene med deduktiv tematisk analyse ved å verifisere analysefunnene opp mot dybdelæringskriterier. Det kan dermed være rimelig å si at analysen har foregått i flere omganger. Først analyse av multimodalt samspill, deretter analyse av intervjuene, flere sammenlignende analyser underveis og til slutt analyse opp mot dybdelæringskriterier. Fra denne siste analysen identifiserte jeg fire hovedområder dybdelæring kommer til syne i de digitale læremidlene: naturfaglig kompetanse, tverrfaglighet, digitale støttestrukturer og multimodalitet. For å kunne besvare det første forskningsspørsmålet i sin helhet: På hvilke måter kan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* bidra til dybdelæring i naturfag? resulterte analysearbeidet i en kritisk drøfting av disse fire hovedområdene.

Analysene ble tolket i lys av hermeneutisk tekstfortolkning der man søker etter å avdekke det dypere meningsinnholdet ut over det som er umiddelbart innlysende (Thagaard, 2018, s. 37). Da veksler man på å bevege seg fra helhet til del, for å danne en dypere forståelse. Dette refereres gjerne til som den hermeneutiske sirkel (Kleven, 2002, s. 41). Jeg gjorde både en veksling mellomanalyse av læringsmoduler som del og de digitale læremidlene som helhet, i

tillegg til en vekslning mellom de digitale læremidlene som del og teori og forskning som helhet.

I en hermeneutisk tilnærming vil forskeren tolke dataene med bakgrunn i sin forforståelse. På den måten fortolker man alltid ut ifra egne forutsetninger. Forforståelse blir av Gadamer omtalt som nødvendig for å kunne forstå en tekst (Kleven, 2002, s. 43). Hermeneutisk metode gjør ifølge Ridderstrøm (2020, s. 18) at forskeren sin egen forståelseshorisont avgjør hva som blir betraktet som viktig og interessant. De reduksjonene og analysene jeg har gjort var derfor preget av min forforståelse. I analysen og drøftingen av analysen har jeg også forsøkt å ta perspektivet til den tenkte leseren av de digitale læremidlene. Den tenkte leseren i mitt tilfelle er elever og lærere på ungdomstrinnet. For å kunne si noe om dette har jeg tatt utgangspunkt i forskning og teorier på dybdelæring og digitale læremidler relatert til min diskurs, naturfagsundervisning for 8.-10. trinn.

3.3 Forskningsetikk, validitet og reliabilitet

Denne studien har hatt ulike forskningsetiske hensyn som har vært viktig å ta i betraktning. For det første så er det svært viktig at de som deltar i studien ikke får negative konsekvenser som følge av dette. Gyldendal og Cappelen Damm åpnet opp for at jeg kunne skrive om deres produkter og informantene har brukt av sin tid til å gjennomføre intervjuer. Derfor har det vært viktig for meg at deres digitale læremidler blir sammenlignet på en konstruktiv måte og ikke fremstille ett læremiddel i dårlig lys. Dette handler om forskerens ansvar til å unngå skade (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 42). I drøftingen vil jeg der det er relevant trekke frem sider ved læremidlene som kan fremme dybdelæring og overflatelæring. Som funn har jeg derimot ønsket å heller fokusere på hvordan de respektive digitale læremidlene kan bidra til dybdelæring med råd om forbedringer på bakgrunn av forskning og teori.

Jeg har også hatt etiske hensyn og dilemmaer rundt utvalg av skjermdump i oppgaven. Skjermdumpene jeg har brukt av de digitale læremidlene i oppgaven inneholder bilder som er kjøpt med lisenser fra ulike bildeleverandørtjenester. Jeg måtte dermed ta kontakt med disse for å få tillatelse til å gjengi bildene i min masteroppgave. Jeg hadde et ønske om ha likevekt i antall skjermdump fra både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* for å kunne gi en rettferdig presentasjon og sammenligning.

Dette viste seg derimot å bli mer komplisert enn først antatt ettersom en av hovedleverandørene for bildene i *Skolestudio* krevde at jeg hadde lisens. Derfor for å opprettholde balansen mellom hvordan de digitale læremidlene ble presentert, måtte jeg velge skjermdump som inneholdt bilder fra andre leverandører. Dette kan ha gjort at variasjonen i skjermdump blir mindre for *Element 8-10 i Skolestudio*. Jeg vil derimot allikevel påstå at jeg har fått vist frem de viktigste funksjonene og gitt eksempler fra *Skolestudio* som gir leseren en forståelse av det digitale læremiddelets innhold og design.

Som forsker er man også pliktig til å sikre informantenes selvbestemmelse, personvern og respekt for informantens privatliv (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 41). For å forsikre meg om at informantenes rettigheter ble ivaretatt har jeg utarbeidet et informasjonsskriv og samtykkeskjema som er sendt til og underskrevet av informantene (Vedlegg 3). Disse sammen med intervjuguide er også sendt som forespørsel til NSD om å gjennomføre intervju. NSD godkjente mitt prosjekt (Vedlegg 2). Jeg har fulgt UiO sine retningslinjer for datalagring av gule data (Universitetet i Oslo, 2020).

For å sikre kvaliteten i mitt forskningsstudie benytter jeg meg av kriteriene validitet og reliabilitet. Validitet vil si hvor godt resultatene fra studien sier noe om fenomenet vi studerer, altså studiets gyldighet (Tjora, 2017, s. 232). Det blir av Aksel Tjora fremhevet at «Den viktigste kilden til høy gyldighet er at forskningen pågår innenfor rammene av faglighet forankret i relevant forskning» (Tjora, 2017, s. 234). Jeg har forsøkt å gi studiet en faglig forankring gjennom bruk av sosiosemiotisk multimodalitetsteori og forskning på dybdelæring og datastøttet læring som rammeverk for analysen. Denne multimodale tekststudien presenterer derimot ikke den absolutte sannheten. Utfallet kunne blitt helt annerledes dersom jeg for eksempel hadde brukt en annen teori til grunn for analysen.

Reliabilitet handler om studiets pålitelighet. Det relateres til objektivitet og tillitsvekkende utførelse av studiet gjennom transparent gjengivelse av fremgangsmåten (Tjora, 2017, s. 235). Det refererer til etterprøvbareheten med hvorvidt de samme resultatene ville kommet frem dersom en annen forsker anvendte den samme metoden. Analyseskjemaet jeg har anvendt for *Skolen* og *Skolestudio* er vedlagt i oppgaven (Vedlegg 1). Dette kan derfor brukes av andre forskere om de ønsker å studere sammenhenger mellom multimodalt samspill og dybdelæring i multimodale tekster. Analysene mine er derimot tatt på et gitt tidspunkt og *Skolestudio* og *Skolen* er i stadig endring. Derfor vil en fremtidig analyse av både *Element 8-10 i Skolestudio*

og *Naturfag 8-10 i Skolen* kunne avdekke nye sider selv om samme fremgangsmåte ble anvendt.

Det at jeg allerede hadde erfaring med *Skolestudio* gjennom praksis kan ha medført at jeg hadde forutinntatte inntrykk av og meninger om det digitale læremiddelet. Det å være fullstendig objektiv var derfor ikke mulig i mitt tilfelle. Jeg benytter meg derfor av flere metoder som kan styrke reliabiliteten og validiteten. Intervjuene i tillegg til den multimodale tekstanalysen gjør at jeg både får egen og informantenes tolkning og perspektiv på de digitale læremidlenes evne til å fremme dybdelæring. På den annen side så er det sjelden mulig å oppnå fullstendig objektivitet. Forkunnskaper, meninger og oppfatninger vil alltid kunne påvirke valg man tar i undersøkelsen (Tjora, 2017, s. 235). Ifølge hermeneutikken, som er min analytiske tilnærming, er forforståelse nødvendig i forskningsprosessen (Kleven, 2002, s. 43). Uten forforståelse så vet man heller ikke hva man skal se etter og hva man betrakter som viktig og interessant. I mitt tilfelle hadde jeg teoriene rundt dybdelæring og datastøttet læring i bakhodet underveis i analyseprosessen. Dette var et bevisst valg ettersom koblingen multimodalt samspill og dybdelæring var en sentral del av problemstillingen jeg ønsket å undersøke.

Det å «lete» etter uttrykk for dybdelæring i tekstene gir derimot en risiko for overtolking av dataene. Da kan man bli i overkant interessert i å finne data som kan passer til det man ser etter. Jeg var derfor opptatt av å bruke et bredt utvalg læringsmoduler for å kunne trekke nøyaktige slutninger om funnene. Jeg har forsøkt å ta ungdomsskoleelever og lærere sitt perspektiv i analysen og drøftingen av de digitale læremidlene. Ettersom jeg selv ikke er i målgruppen, kan jeg ikke si noe med fullstendig sikkerhet. Jeg kan derimot på bakgrunn av forskning og teorier gi mulige forklaringer og tolkninger av hvordan elever og lærere på ungdomstrinnet kan oppleve de digitale læremidlene.

Med tanke på studiens pålitelighet var det viktig å være bevisst og reflektere over min forforståelse og rolle som forsker. Jeg har blant annet et positivt syn på bruk av teknologi i pedagogisk sammenheng, og dette synet måtte jeg være oppmerksom på slik at jeg kunne opprettholde et kritisk blikk underveis i analysene. Jeg ønsket å påvirke analysen i minst mulig grad ettersom analysene har som mål å oppnå en gyldig forståelse av tekstene (Thagaard, 2018, s. 37). For å la dataene snakke for seg har jeg derfor brukt et variert utdrag læringsmoduler fra de digitale læremidlene og gjennomgått flere analyserunder med de

digitale læremidlene og intervjuene. Jeg har også gitt en detaljert beskrivelse av forskingsprosessen for å være transparent og gi andre mulighet til å vurdere studiets relevans og presisjon.

Studiets resultater er ikke gjenstand for generalisering til å gjelde alle andre digitale læremidler. Til dette er utvalget for lite. Ettersom jeg kun har analysert noen få utdrag fra *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*, kan heller ikke resultatene være dekkende for disse digitale læremidlene i sin helhet. Dersom jeg hadde brukt andre utdrag kunne resultatene vært annerledes. Denne studien tar heller sikte mot å gi eksempler på hvordan det multimodale samspillet i utdragene fra *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* kan bidra til dybdelæring. For å trekke mer generelle slutninger kreves et større omfang datamateriale enn en masteroppgave gir mulighet for. Den kan derimot gi implikasjoner på hvordan designet av digitale læremidler med bruk av ulike modaliteter kan påvirke læringen.

4. Analyse av digitale læremidler og intervjuer

I denne analysen skal jeg gjøre en sammenligning av funnene fra det multimodale samspillet i *Naturfag 8-10 i Skolen* og *Element 8-10 i Skolestudio*. Her vil jeg legge vekt på de to hovedformene for multimodalt samspill, multimodal kohesjon og funksjonell spesialisering. Slik besvarer jeg første del av forskningsspørsmålet: På hvilke måter kan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* fremme dybdelæring i naturfag?

Jeg vil trekke frem sitater fra intervjuene med informanter fra forlagene for å supplere analysen av de digitale læremidlene. Her vil jeg koble inn forlagenes arbeidsprosesser og begrunnelser koblet opp mot forskningsspørsmålet: Hvordan blir dybdelæring vektlagt av Gyldendal og Cappelen Damm i arbeidet med design, produksjon og distribusjon av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*? I denne analysedelen presenteres og sammenlignes funn på de digitale læremidlene sitt multimodale samspill og forlagenes begrunnelser. Dybdelæring blir derimot ikke drøftet her, men kommer som et eget kapittel etter analysen.

4.1 Multimodal kohesjon

I dette kapittelet skal jeg gjøre en analyse av multimodal kohesjon, som er en av to hovedformer for multimodalt samspill. I analysen av multimodal kohesjon vil jeg forsøke å finne ut hvordan det skapes en helhetlig sammenheng i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*. Jeg vil her se nærmere på kohesjonsmekanismene komposisjon, rytme, inforasjonslenking og dialog i hver av de digitale læremidlene. Jeg vil konkludere med en oppsummering av forskjeller og likheter av multimodal kohesjon i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*.

4.1.1 Komposisjon

Komposisjon handler om den romlige organiseringen (van Leeuwen, 2005, s. 179). Jeg vil først ta for meg komposisjonen i de digitale læremidlene på makronivå ved å undersøke hvordan innholdet er strukturert og hvordan brukeren kan navigere seg rundt. Deretter vil jeg ta for meg de digitale læremidlene på mikronivå og undersøke komposisjonssystemene framing, uthevingsteknikker og informasjonsverdi i læringsmodulene. Til slutt vil jeg presentere hvordan de tverrfaglige temaene er integrert.

Struktur og navigasjon

I *Element 8-10 i Skolestudio* kommer lærerbrukeren inn i det første temaet «Til læreren», med lærerveiledninger til de ulike temaene. Her navigerer brukeren mellom ulike temaer ved hjelp av en sidemeny til venstre. I *Element 8-10 i Skolestudio* står det om oppbyggingen at «Kapitlenes plassering er gjennomtenkt og gjenspeiler den rekkefølgen vi foreslår å bruke dem i. Samtidig er kapitlene skrevet som selvstendige enheter, så det er opp til deg som lærer å velge hva du vil undervise når» (Gyldendal, 2021). Læreren står dermed fritt til å velge rekkefølgen på temaene de vil jobbe med. Under læringsveiledningene i «Til læreren» kan læreren også finne kompetansemålene som hører til de ulike temaene. På nåværende tidspunkt mangler det derimot noen lærerveiledninger i enkelte temaer. Elevene får presentert hva de skal lære i de aktuelle temaene som del av verbalteksten i temastartmodulene.

Gyldendal har laget årsplaner koblet opp mot fagfornyelsen med forslag på progresjon i naturfag. De har fordelt temaene over perioder på 4-7 uker med seks temaer på hvert trinn. Gyldendal informanten begrunner fordelingen av temaer med dybdelæringshensyn «...en av

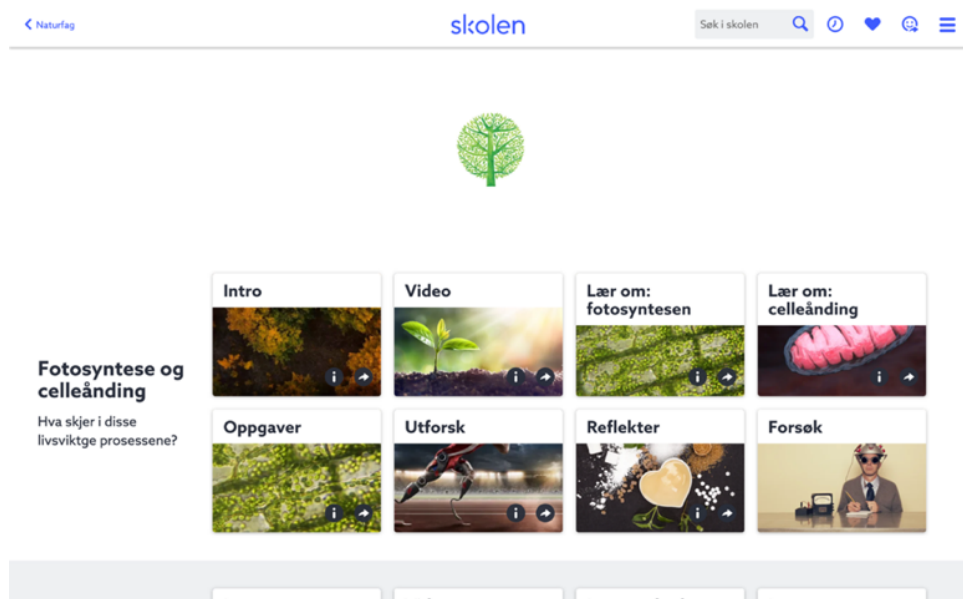
de viktige faktorene for å oppnå dybdelæring er faktisk tid, at man har tid til å fordype seg i temaene. Og det gjorde at vi tenkte at nå ønsker vi ikke å ha 13 små kapitler vi vil heller ha 6 litt større så de har faktisk mulighet til å fordype seg i et tema». Seks temaer på hvert trinn begrunnes dermed av informanten med at elevene får mer tid til fordypning innen hvert tema. Den nåværende versjonen av *Element 8-10 i Skolestudio* inneholder elleve naturfagstemaer. I årsplanene er disse fordelt på ulike trinn der sentrale begreper kommer igjen i flere av temaene. Naturfagstemaene har ulike typer læringsmoduler i rekkefølge: temastart, fagtekst med oppgaver, magasinartikkel. Det er også egne mapper med temaoppgaver, filmer og aktiviteter og forsøk.

I både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* navigerer man gjennom hyperkoblinger der brukeren klikker inn på temaer og kommer tilbake til oversikten gjennom piltast øverst til venstre i skjermbildet. *Naturfag 8-10 i Skolen* er delt inn i åtte naturfagstemaer (Figur 2). Disse igjen er delt inn i flere undertemaer. «Den levende naturen», som er hovedtemaet i min undersøkelse, har 6 undertemaer. Man kan velge nivå på 8., 9. og 10. trinn, men innholdet er det samme uavhengig av hvilket trinn man velger. Derav omtaler jeg læremiddelet med 8-10. *Naturfag 8-10 i Skolen* skiller seg fra *Element 8-10 i Skolestudio* ved at *Naturfag* har færre naturfagstemaer enn *Element*, men flere deltemaer under hvert av naturfagstemaene. I lærerveiledningen for *Naturfag 8-10 i Skolen* har de gitt anbefalinger om hvilke deltemaer som hører naturlig til på ulike trinn. Elevene arbeider dermed med de åtte naturfagstemaene i flere omganger gjennom hvert av klassetrinnene.



Figur 2: Startside i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto f.v: Getty Images, Getty Images / maradek, Getty Images, Getty Images, Getty Images / ipuwadol.

Skjermbildet nedenfor (Figur 3) er hentet fra deltemaet «fotosyntese og celleånding» i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Denne illustrerer hvordan de fleste av de ulike deltemaene i dette læremiddelet er strukturert. Eksempelet nedenfor er derimot det eneste deltemaet i «Den levende naturen» som inneholder forsøk. Flesteparten av læringsmodulene har organisert tekstene på hver sin side der man blar videre ved å trykke på en piltast, såkalt horisontal inndeling (Jorde et al., 2003, s. 142). Det er kun deltemaet «Celler» som har rullende tekst der man blar nedover, såkalt vertikal inndeling (Jorde et al., 2003, s. 142). Kompetansemål kommer frem dersom læreren trykker på (i) som er lærerveiledninger. Denne kommer opp både i hvert tema og i hver enkelt læringsmodul.



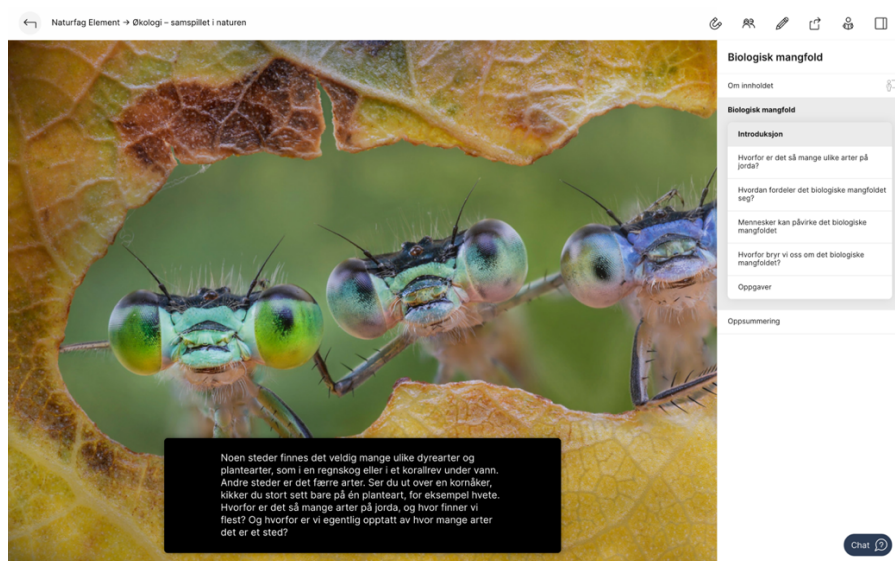
Figur 3: Eksempel fra *Naturfag 8-10 i Skolen* på struktur i læringsmoduler. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto ø.fv: Getty Images, CDU, Getty Images / RomoloTavani, Getty Images / Videologia, Getty Images / iLexx. Foto n.fv: CDU / Getty Images / Alexander B. Wilhelmsen, CDU, Getty Images / eskymaks, Getty Images / RichVintage.

Om læringsmodulene sier informanten fra Cappelen Damm følgende: «... hvordan får du elevene liksom fra det enkle å bli spurt om du forsto det du leste i teksten, til å begynne å produsere ny kunnskap selv da har du liksom gått igjennom et løp. Og det skal ligge i våre læringsstier og det jobber vi kontinuerlig med». Cappelen Damm ønsker å lage læringsmoduler som går fra det enkle til mer kompleks kompetansebygging. Videre kommer informanten med eksempler på hvordan de gjør dette gjennom å starte med faktakunnskap og reproduserende kunnskap med mye støtte til mer selvstendig utforskende og skapende arbeid, med kritisk tenkning, problemløsning og å søke etter sammenhenger.

Læringsmodulene skal ifølge informanten «overraske, få de til å undre seg, engasjere, være i øyehøyde med elevene, og så må de gjennom en del læring, en del tekster på ulik måte ... med bruk av god bildestøtte, om det er flere filmer eller om det er en podcast, hele veien legge inn aktivitet mellom disse, hvor du skal konsumere». Slik jeg forstår dette ønsker forlaget å lage varierte læringsmoduler ved å bruke ulike modaliteter som støtte for læringen og interaktivitet mellom verbaltekstdelene der eleven leser og konsumerer.

Informanten fremhever også deres visjon «Det som er viktig for oss ... er jo på en måte å lage de gode oppgavene ... det er vår visjon ... vi jobber jo tett sammen med lærerne og utvikler gode oppgaver som gir elevene stor valgmulighet og som gir elevene mulighet til å jobbe sammen med andre». Oppsummert kan man si at Cappelen Damm har fokus på å lage oppgaver som aktiviserer elevene og læringsmoduler som tar dem fra faktakunnskap og reproduserende kunnskap til økt forståelse.

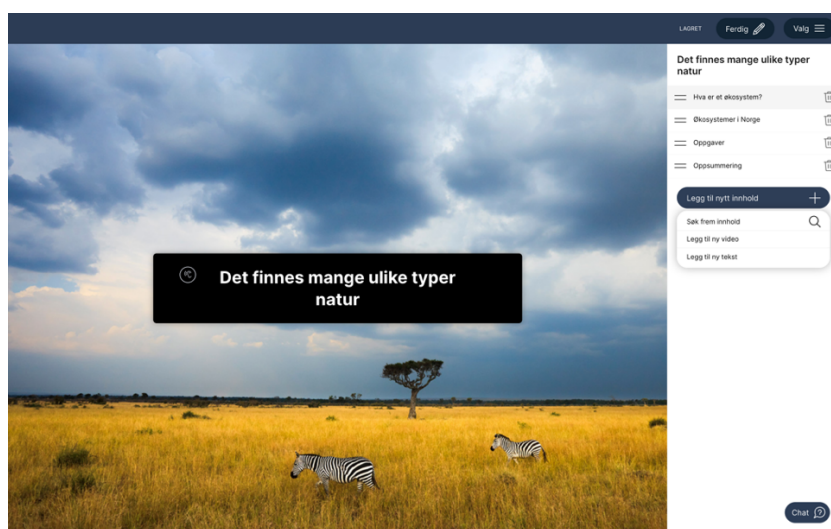
I *Element 8-10 Skolestudio* er læringsmodulene strukturert gjennom å ha en introduksjon, etterfulgt av fagtekster, oppgaver og til slutt oppsummering (Figur 4). Her er læringsmodulene strukturert med størst vekt på lineær vertikal inndeling, der man blir nedover. Informanten fra Gyldendal sier at det legges opp til elevenes utforskning og kritiske tenkning gjennom spørsmål i alle oppstarter. Inngressene i oppstarten gir en introduksjon til tema og vekker til live eldre kunnskap. Hvert tema har også en liten film med oppstartsspørsmål som elevene kan undre seg over.



Figur 4: Eksempel på ingress og struktur på læringsmoduler i *Element 8-10 i Skolestudio* Utsnitt er hentet fra *skolestudio.no* med tillatelse fra Gyldendal. Foto: Alberto Ghizzi Panizza / SWNS.com / NTB.

Underveis i læringsmodulene har de også fun facts i form av «visste du at», som kan fremme undring hos elevene (Figur 27). Informanten fra Gyldendal sier videre at «... vi prøver hele tiden å komme med sånne hverdagsnære eksempler og erfaringer som elevene har gjort seg sannsynligvis så de har litt å hekte det på ... underveis så er det mye sånn eksempler som elevene kan kjenne seg igjen i»». Underveis i læringsmodulene har de hverdagsnære eksempler som elevene mest sannsynlig har gjort seg erfaring med og kan hekte kunnskapen på. Informanten gir følgende begrunnelse for å friske opp i forkunnskaper «...det tilrettelegger jo selvfølgelig da for videre læring at man har aktivisert forkunnskapene». Det å ha forkunnskaper friskt i minnet blir sett på som en viktig faktor for videre læring.

Lærerne har derimot mulighet til å gjøre om på denne rekkefølgen i både *Skolen* og *Skolestudio*, slik vi ser i skjermbildet nedenfor (Figur 5). Lærer kan omorganisere de ferdig lagde læringsmodulene ved å trykke på og dra de tre horisontale strekene. Lærerne kan også bestemme når elevene skal få tilgang til materialet. På den måten bestemmer læreren hvilket innhold de vil dele med elevene og kan differensiere faginnholdet. Informanten fra Gyldendal forklarer at «... kapitler og temaer er skrevet sånn at det går an å bruke dem i forskjellig rekkefølge». Lærerne kan dermed sette sammen ulike deler, noe som gir lærerne mulighet for tilpasning til elevene. Informanten ga eksempler på tilpasning at for de elevene som synes at tekstene blir lange, kan læreren dele en film eller litt tekst. Mens de elevene som er kjappe kan man dele fagstoff fra høyere trinn. I *Skolestudio* til forskjell fra *Skolen*, kan læreren derimot også legge til eget innhold i tillegg til å endre på rekkefølgen (Figur 5).

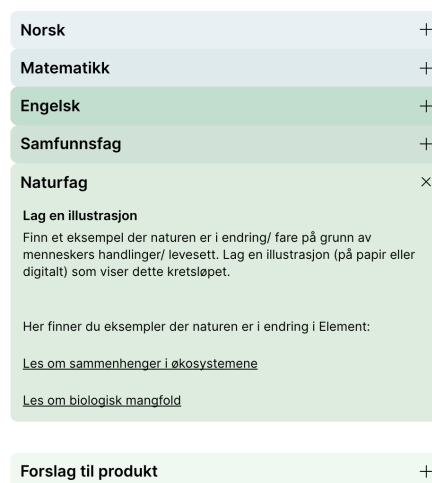


Figur 5: Endring av rekkefølge i læringsmoduler og legge inn eget innhold i Element 8-10 i Skolestudio. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal. Foto: Grant Ordelheide / Aurora Open / Getty Images.

Oppsummert kan vi si at i både *Naturfag 8-10 i Skolen* og *Element 8-10 i Skolestudio* står brukeren fritt til å velge hvilket tema man vil starte med, noe som gjør den multisekvensiell. Det vil si at man kan velge flere løp, der hvert løp er sekvensielt, at læringsmodulene er strukturert i en bestemt rekkefølge (Schwebs & Otnes, 2001). Slik det kommer frem i lærerveiledningene er det en pedagogisk tanke bak rekkefølgen i læringsmodulene og progresjonen ved temafordelingene. I både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* foregår navigasjonen gjennom hyperkobling. Det vil si at man klikker på et punkt på skjermbildet og blir omdirigert til det aktuelle innholdet man trykket på (Schwebs & Otnes, 2001).

Tverrfaglige temaer

I *Skolen* har de valgt å ha de tverrfaglige temaene for seg som et eget fag fordelt på ulikt innhold slik som podcaster, «Youtubere sjekker ut», nettvett, Edvard Munch og tegneserien Urban Legend. Disse kobles opp til fag der det er relevant. For eksempel innen naturfag kobles «Youtubere sjekker ut» episoden om gjenvinning til naturfag ved å ligge plassert nederst under naturfagstemaene på startsidene. Tverrfaglige temaer i *Element 8-10 i Skolestudio* har blitt strukturert som et eget tema på lik linje med de andre naturfagstemaene. Dette finner man også i de andre fagene i *Skolestudio*. Vann brukes her som et tverrfaglig tema koblet til flere fag. Det ser man også i eksempelet nedenfor (Figur 6) fra læringsmodulen «Ny i framtida» fra tverrfaglige temaer i *Element 8-10 i Skolestudio*. Her har de også brukt hyperkoblinger til andre læringsmoduler med samme tema.



Norsk +

Matematikk +

Engelsk +

Samfunnsfag +

Naturfag ×

Lag en illustrasjon

Finn et eksempel der naturen er i endring/ fare på grunn av menneskers handlinger/ levestett. Lag en illustrasjon (på papir eller digitalt) som viser dette kretsløpet.

Her finner du eksempler der naturen er i endring i Element:

[Les om sammenhenger i økosystemene](#)

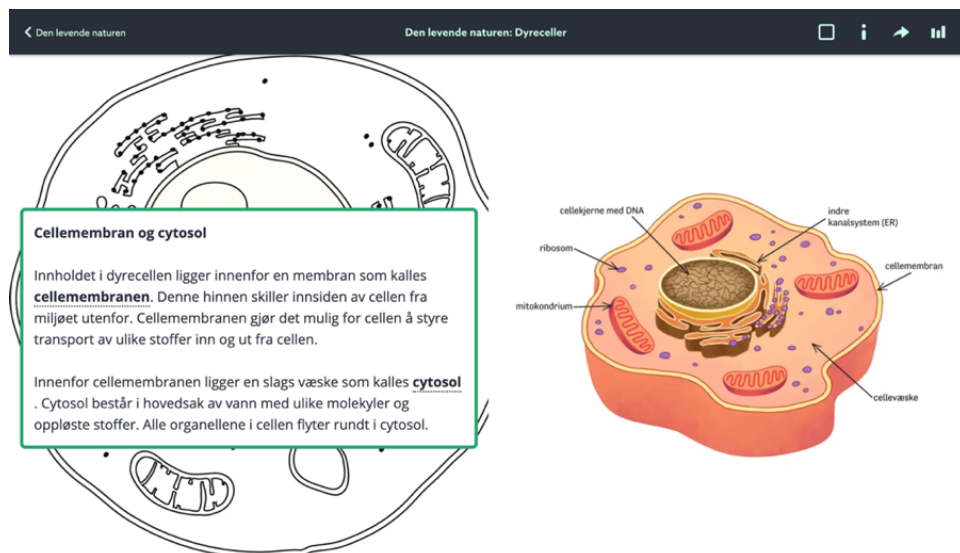
[Les om biologisk mangfold](#)

Forslag til produkt +

Figur 6: Naturfagsoppgave fra Tverrfaglige temaer i læringsmodulen "Ny i framtida". Hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal.

Framing, uthevingsteknikker og informasjonsverdi

Videre vil jeg nå undersøke komposisjonen på mikronivå gjennom komposisjonssystemene framing, uthevingsteknikker og informasjonsverdi i de ulike læringsmodulene. I *Naturfag 8-10 i Skolen* kommer framing til syne på ulike måter. Et eksempel som illustrerer noen av disse måtene er teksten om Cellemembran og cytosol (Figur 7). Her finner man et todimensjonalt bilde av en dyrecelle som ligger i bakgrunnen. Til høyre er det skrift innrammet med en grønn ramme. Dette kan vise til at informasjonsverdien her er høy. Til venstre ligger en illustrasjon av dyrecellen mer detaljert med piler med navn på de ulike delene. Pilene gjør at modaliteten bilde og skrift kobles sammen. Dette skjermbildet viser også eksempler på uthevingsteknikker gjennom ord som er fet og understreket. Dette kan fremheve viktige begreper i teksten og elevene kan lese mer om det uthevede ordet hvis de trykker på det.

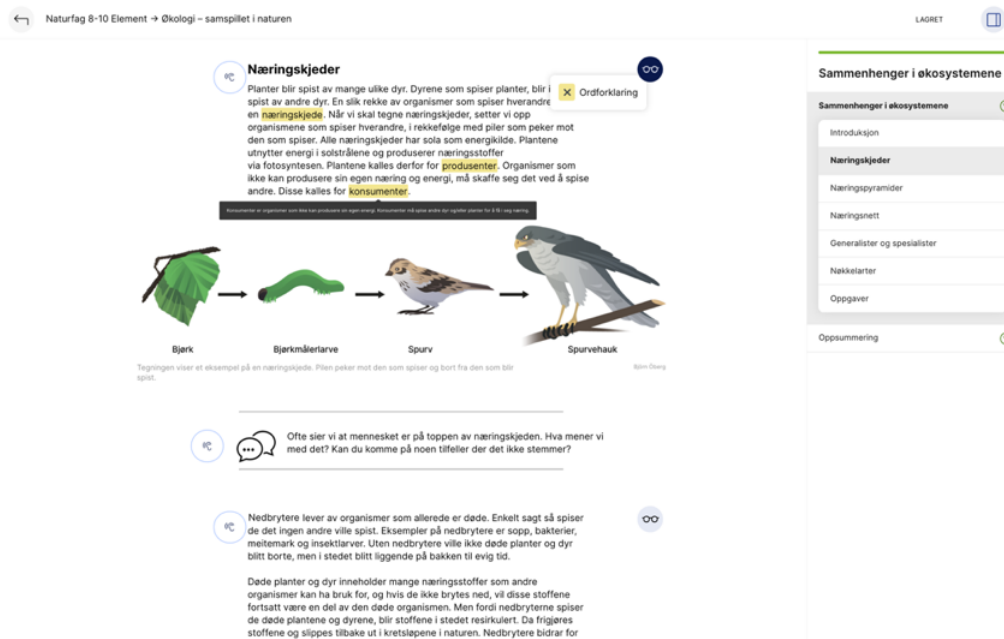


Figur 7: Eksempel på framing i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty Images. Illustrasjon: Tora Marie Nordberg.

Informanten fra Cappelen Damm gjør en vurdering av skjermbildet og sier «... den illustrasjonen bak den ville jeg egentlig tatt bort. Den har ikke noe god effekt på det eleven skal lese, så dette, imens den til høyre kan få stå inntil vi nok heller ville erstattet dette med litt mer filmmateriale». Informanten påpeker at elevene burde få ro på lese-siden og ikke ha for mange elementer der. Begrunnelsen for valg av å erstatte med film er relatert til grad av støtte «... en figur er den enkleste form for visuell støtte ... her er det så pass vanskelig at vi må ... jobbe med å forenkle teksten, finne gode eksempler sånn at eleven forstår, støtte det med bilder, figurer, der hvor det også blir tungt så må vi gå videre og lage film». Jeg tolker

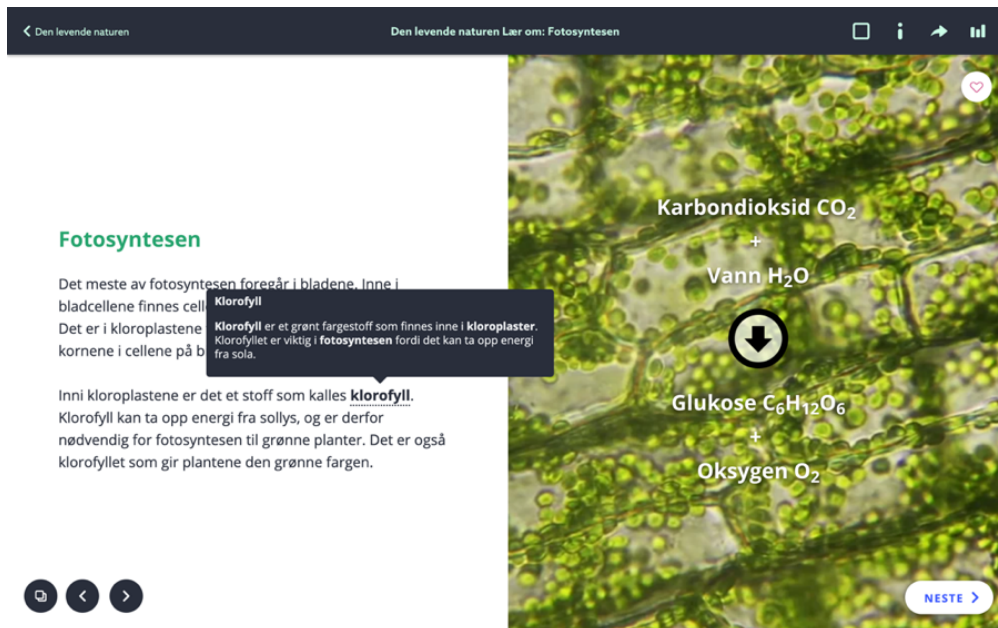
dette som at informanten mener teksten er tung med at det er et abstrakt tema og figur. Film blir foreslått som en mer hensiktsmessig fremstilling av innholdet dersom verbaltekstene er tung å forstå.

Framing kan man også finne igjen i *Element 8-10 i Skolestudio*. For eksempel blir elementene adskilt med mellomrom, streker, symboler slik som snakkeboble og lyspære, veksling mellom modalitetene verbaltekst og bilde og verbaltekstbokser med kontrastfarget bakgrunn. *Element 8-10 i Skolestudio* har også tatt i bruk uthevingsteknikker. Dette har de gjort gjennom store bilder og illustrasjoner som ofte har kraftige farger og skiller seg fra den svarte skriften med hvit bakgrunn. De bruker også utheving av viktige begreper i teksten. Disse kommer derimot bare frem dersom brukeren trykker på brillene. Da får de gul bakgrunnsfarge (Figur 8). Begrepet har en hyperkobling med forklaring som dukker opp dersom brukeren trykker på det uthevede begrepet. Forklaringen er derimot skrevet med nokså liten skriftstørrelse og på mørk bakgrunn som kan påvirke lesbarheten. Verbalteksten er viet mye plass i de ulike læringsmodulene og dermed kan man si at den har høy informasjonsverdi.



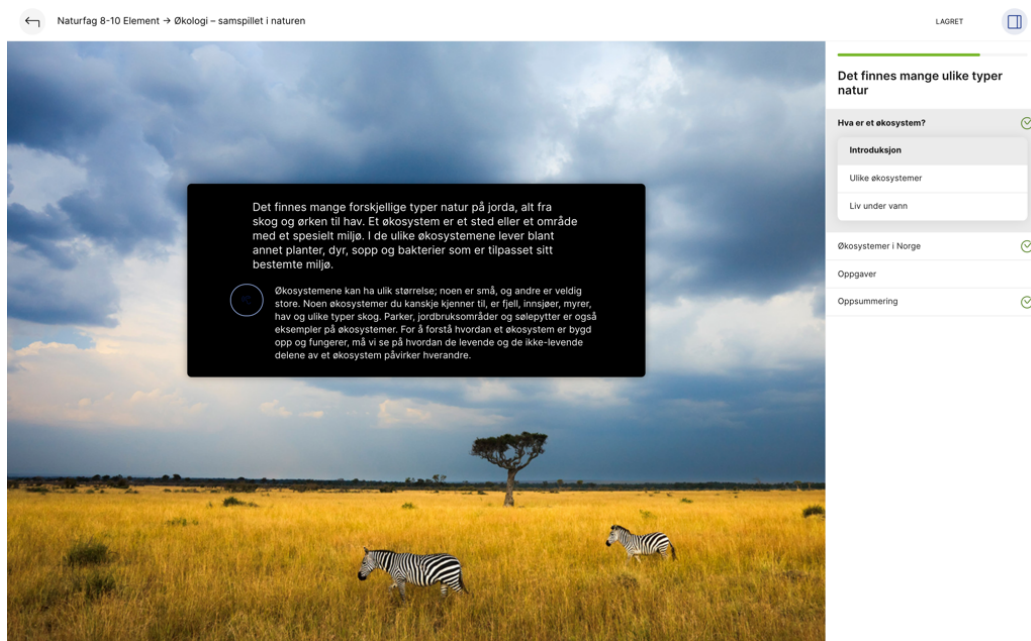
Figur 8: Utheving av sentrale begreper i *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra *skolestudio.no* med tillatelse fra Gyldendal. Illustrasjon: Björn Öberg.

I *Naturfag 8-10 i Skolen* er skriftstørrelsen på forklaringene av begrepene noe større og derav mer lesbar (Figur 9). På den annen side så bruker de også her mørk bakgrunn, som kan gjøre det vanskeligere å se skriften. Formelen for fotosyntesen overlapper bildet og kan vise til at disse hører sammen. Grønn overskrift kan også skape en kobling med det grønne bildet.



Figur 9: Eksempel på utheving av begrep med forklaring i Naturfag 8-10 i Skolen. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty images.

Modalitetene knyttes sammen gjennom avstand mellom modalitetene i skjermbildet. Det som ligger nært opplever man hører sammen, og det med større avstand hører ikke sammen. Piler slik som i skjermbildet med næringskjeder viser også at det er en relasjon mellom illustrasjonene av dyrene (Figur 8). Det er også elementer som overlappes, slik som verbaltekstboksen og bildet nedenfor, som kan signalisere at disse hører sammen (Figur 10).



Figur 10: Kontrastfarger og overlapping i Element 8-10 i Skolestudio. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal. Foto: Grant Ordelheide / Aurora Open / Getty Images

4.1.2 Rytme

Rytme er knyttet til å skape sammenheng i teksten ved at tekstens komposisjon utvikler seg over tid (van Leeuwen, 2005, s. 180). Rytmen i *Naturfag 8-10 i Skolen* viser seg for det meste gjennom veksling mellom modaliteter slik som bilde og skrift i læringsmodulene, veksling via hyperkobling mellom sidene i læringsmodulene og veksling mellom ulike læringsmoduler. Denne rytmen gjør at teksten blir delt opp i sekvenser. Slik jeg forklarte i komposisjonen er læringsmodulene strukturert med samme rekkefølge. At dette er gjennomgående i de digitale læremidlene skaper en rytmisk sammenheng som gjør det forutsigbart for elevene hva de kan vente seg. I *Naturfag 8-10 i Skolen* brukes blant annet samme bakgrunnsbilde i flere av læringsmodulene. Dette kan fremheve en sammenheng mellom de ulike tekstene.

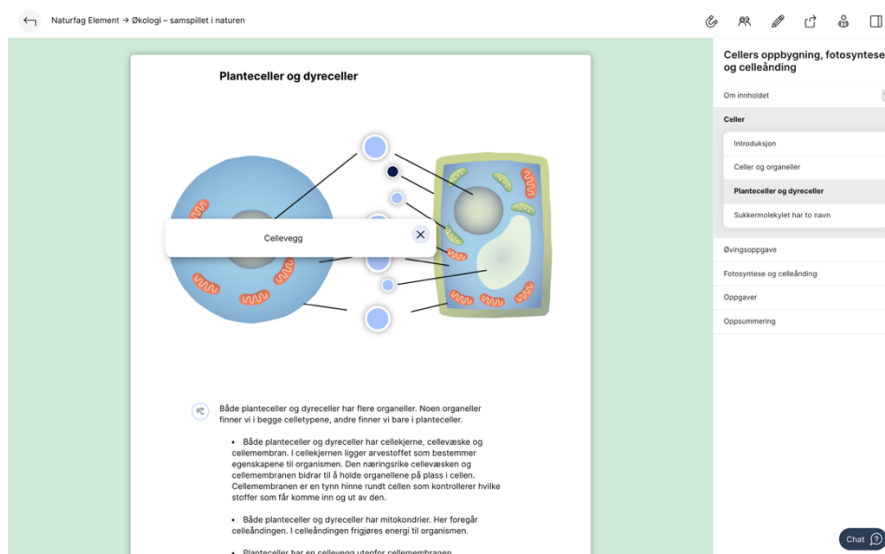
Det som er gjentakende i tekstene kan elevene også oppleve som sentralt. Informanten fra Gyldendal nevner i intervjuet at enkelte temaer går igjen i ulike sammenhenger «... så er jo læreverket bygd opp sånn at en del temaer som er sentrale i naturfag de kommer igjen i litt sånn nye kontekster ... karbon er et sånt tema, et eksempel på et tema som går igjen i veldig mange sammenhenger ... hele tiden å lage de sammenhengene for eleven, det har vi vært veldig opptatt av». Informanten uttrykker at Gyldendal har vært opptatt av å vise sammenhengene for elevene ved å bruke sentrale begreper i nye kontekster og lære elevene at disse henger sammen. Karbon trekkes frem som et eksempel på et tema som går igjen flere steder. Karbon finner vi igjen i «Jorda – planeten vår» om karbondioksid i atmosfæren, i «Økologi – samspillet i naturen» om fotosyntese og celleånding og i «Klima – en klode i endring» med klimaendringer som følge av for mye karbondioksid i atmosfæren. Gjentakende begreper kan dermed skape rytme ved at det skapes en sammenheng mellom de ulike temaene. Dette kan også fremheve hva som er sentrale temaer i naturfag for elevene. Når begreper presenteres gjennom ulike modaliteter, skaper det også en sammenheng mellom modalitetene.

I *Element 8-10 i Skolestudio* blir også bilder og farge brukt gjentakende for å skape rytme. For eksempel har de fleste oppgavemodulene lik lys grønn bakgrunnsfarge og oppsummering har hvit og blåmønstret bakgrunn. «visste du at» boksene har grønn lyspære og sort bakgrunn i boks (Figur 24). Dette skaper en rytme ved at det er gjentakende i alle temaene. *Element 8-10 i Skolestudio* bruker også samme bakgrunnsbilde for å blant annet vise hvilke oppgavemoduler som hører til de ulike fagtekstene.

Rytmen i læringsmodulene er tydelig som en sekvensiell veksling mellom både modaliteter i tekstene og de ulike sidene i modulen. For eksempel i *Naturfag 8-10 i Skolen* med overgangen mellom formidling av innholdet skriftlig i introduksjonsmodulene til den etterfølgende videoen, skapes en pause der eleven stopper opp for å se videoene. Rytmen kommer også frem i videoene ved at de har en lineær utvikling gjennom tid. Lyden i videoene kan også skape rytme slik som takten i musikk som kan skape tempo.

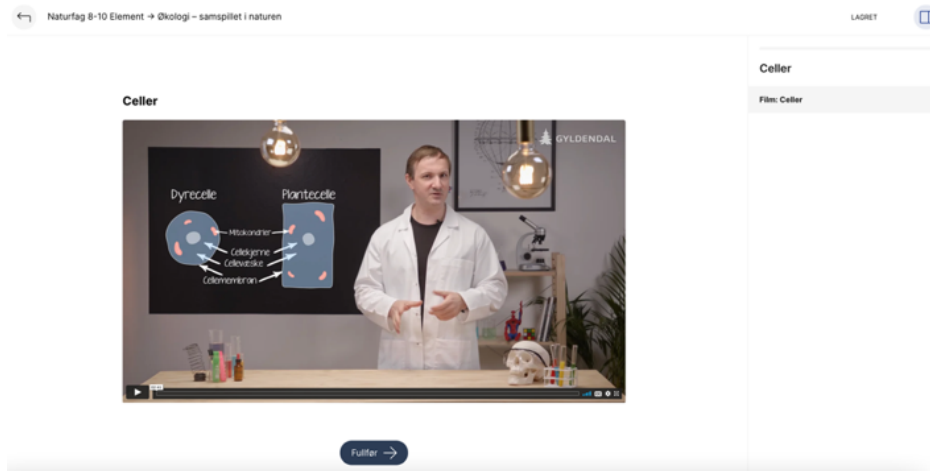
Rytme skapes også gjennom kontraster. Det finner vi for eksempel når man i *Naturfag 8-10 i Skolen* går fra faktainnhold til flervalgsoppgaver. Her blir det en endring i elevens aktivitetsnivå ved å gå fra å være mer eller mindre passiv til å aktivt løse oppgaver. I *Skolen* kan det også skje et skifte i rytmen gjennom hyperkoblinger, der eleven blir omdirigert til andre sider. Jeg opplever også at mange modaliteter eller kompliserte modeller og illustrasjoner kan bremse opp rytmen ved at man stopper opp for å forstå innholdet. Allikevel er mange av tekstene i «Lær mer» modulene i *Naturfag 8-10 i Skolen* nokså korte, som gjør at det skapes en rask fremgang.

I *Element 8-10 i Skolestudio* blir også rytme skapt gjennom kontraster mellom de ulike modalitetene bilde eller illustrasjoner og verbaltekst. Her blir det derimot ikke brukt like mye hyperkoblinger som omdirigerer brukeren til en ny side. Det er allikevel en del «punkter» med hyperkoblinger i illustrasjonene der brukeren får opp verbaltekstbokser med forklaringer (Figur 11). Her blir det et skifte i rytmen ved at brukeren stopper og for å klikke på hyperkoblingene og lese det som står skrevet.



Figur 11: Skjermbildet viser hvordan punktene med hyperkobling og verbaltekstboksen ser ut i *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra *skolestudio.no* med tillatelse fra Gyldendal. Illustrasjon: Björn Öberg.

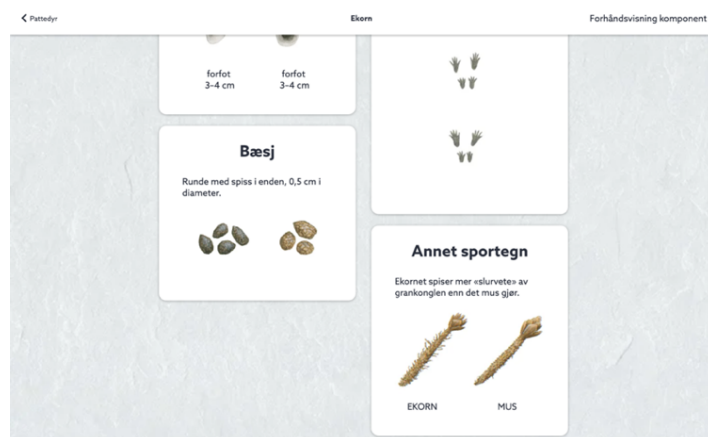
Filmene i *Element 8-10 i Skolestudio* har også lineær rekkefølge og gjentakende utforming som er lik på tvers av temaene. Slik vi ser av skjermbildet nedenfor (Figur 12) er det samme person i alle filmene der han presenterer det aktuelle temaet. Det kan derfor skapes en gjenkjennbar rytme når elevene ser filmene.



Figur 12: Film i *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal. Video: Gyldendal Norsk Forlag.

4.1.3 Informasjonslenking

Informasjonslenking er en kohesjonsmekanisme som relateres til hvordan modalitetene spiller sammen for å uttrykke meningsinnholdet (van Leeuwen, 2005, s. 179). Dette kan skje gjennom utdyping der meningsinnholdet avgrenses, eller utviding der det legges til mer utvidet informasjon (Løvland, 2006, s. 40). I *Naturfag 8-10 i Skolen* blir både utdypning og utviding hyppig brukt. Utdyping kommer blant annet til syne gjennom illustrering, der bildet gjør teksten mer spesifikk. Det ser vi et eksempel på i skjermbildet nedenfor der bildene gir informasjon om utseendet til spor etter ulike dyr (Figur 13).



Figur 13: Utdyping der bildet gjør teksten mer spesifikk i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty images.

I *Naturfag 8-10 i Skolen* kan man i tillegg til illustrering også finne utdyping gjennom at skrift gjør bildet mer spesifikt. Dette kalles for forankring. Forankring kan vi se i skjermbildet nedenfor (Figur 14). Bildene illustrerer formelen for glukose, blader i naturen og kloroplaster, men det er teksten som forankrer bildene i sammenheng med fotosyntesen. Informanten fra Cappelen Damm gir en forklaring på dette i intervjuet «... her er egentlig bare et utvalg av bilder som støtter den kildeteksten som ligger der ... den er viktig i forhold til å være, skulle være konkret og til å engasjere elevene. Også er det ikke alle disse bildene som ligger her som nødvendigvis gir noe mer enn å gi et bilde på det du leser, tilsvarende du ville funnet i en bok».

Cappelen Damm har her valgt et utvalg bilder som kan støtte verbalteksten gjennom å gjøre den konkret og engasjere elevene. Det blir også påpekt at noen bilder ikke gir noe mer enn et bilde på det man leser. Da får man høy grad av redundans, altså gjentakelse av informasjon, som er en form utvidelse (Løvland, 2011, s. 77). Skjermbildet nedenfor er et eksempel på multimodal redundans der modalitetene formidler samme informasjon, men på forskjellig måte (Figur 14). Det blir en gjenfortelling av innholdet.

Den levende naturen Lær om: Fotosyntesen

Glukose er en type sukker. Den kjemiske formelen er $C_6H_{12}O_6$.

Fotosyntesen foregår i de grønne bladene.

Kloroplastene er bladenes sukkerfabrikker.

NESTE >

Figur 14: Utdyping der skrift gjør bildet mer spesifikt i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty images / Natasha_Pankina, Getty Images / pixelpot, CDU / Getty Images / Alexander B. Wilhelmsen.

I *Element 8-10 i Skolestudio* er det også enkelte steder høy grad av redundans. For eksempel i skjermbildet nedenfor, der teksten forklarer at fugler kan sitte på ryggen til elefanter for å komme seg rundt og samtidig spise skadedyr fra elefanten sin (Figur 15). Bildet og verbalskriften formidler samme informasjon, men på ulike måter ettersom de er ulike modaliteter.

The screenshot shows a digital learning environment. At the top, there is a breadcrumb trail: "Naturfag Element → Økologi – samspillet i naturen". On the right side, there are icons for navigation and editing. The main content area features a text block with a circular icon containing the letters "KC":

Her samarbeider organismene tett, men det finnes også tilfeller hvor samarbeidet er løst. Et eksempel på dette er samarbeidet mellom elefanter og visse fugler i Afrika. Her sitter fuglene på ryggen til elefantene for å komme seg rundt, samtidig som de spiser skadedyr fra huden til elefanten.

Below the text is a photograph of an elephant in a savanna setting, with a white bird perched on its back. Underneath the photo is another text block with a "KC" icon:

Gratispassasjerer
 En gratispassasjer er en art som utnytter en annen art. Dette samlivet er positivt for gratispassasjerer, men ikke veldig skadelig for den som blir utnyttet. Et eksempel på dette er enkelte tropiske orkideer som vokser på grenene til store trær. Orkideene får tilgang på mer sollys uten at det

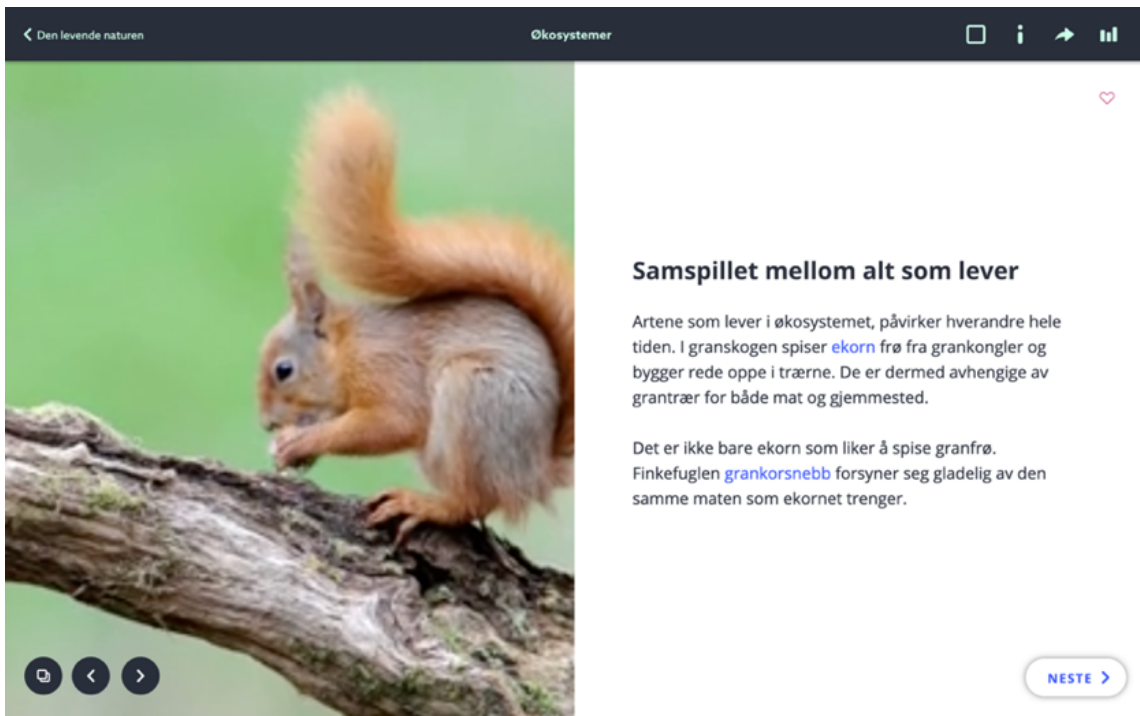
On the right side of the interface is a sidebar titled "Organismer påvirkes av omgivelsene og hverandre". It contains a list of biological factors:

- Om innholdet
- Samspelet i økosystemet
- Abiotiske faktorer
- Biotiske faktorer**
 - Spise eller bli spist
 - Konkurranse
 - Organismer kan ha nytte av hverandre
 - Symbiose
- Oppgaver
- Oppsummering

At the bottom right of the sidebar, there is a "Chat" button with a speech bubble icon.

Figur 15: Multimodal redundans der bildet og tekst gir samme innhold i *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra *skolestudio.no* med tillatelse fra Gyldendal. Foto: Vicki Jauron, *Babylon and Beyond Photography / Moment / Getty Images*.

Et annet eksempel på utviding er gjennom hyperkoblinger der brukeren kan overføres til en ny side med utfyllende informasjon. Det ser man blant annet i skjermbildet nedenfor fra *Naturfag 8-10 i Skolen* (Figur 16). Dersom elevene trykker på den blå skriften omdirigeres eleven til informasjon om *ekorn* eller *grankorsnebb* i siden for «naturwiki». Det blir også oppfordret til utviding i noen av oppgavene i *Naturfag 8-10 i Skolen* der elevene selv skal oppsøke ekstern informasjon på internett.



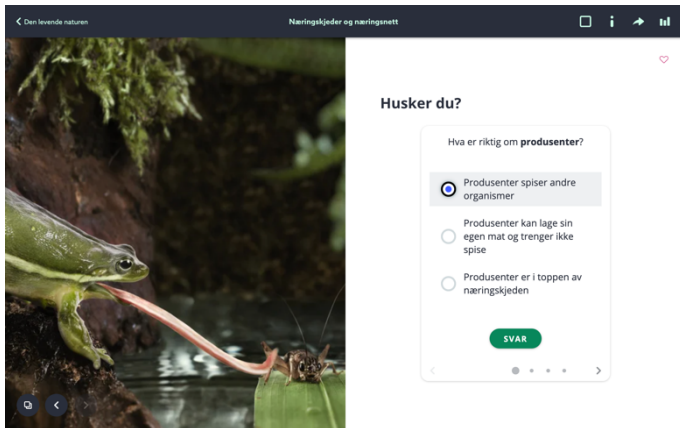
Figur 16: Utviding gjennom hyperkobling til ny side om ekorn eller grankorsnebb i Naturfag 8-10 i Skolen. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm. Video: Josh Harrison.

Gyldendal sin informant sier at de også utnytter det digitale formatet med tanke på utviding av informasjon «... det fins mye andre kilder der ute og i våre oppgaver så oppfordrer vi ofte elevene til å bruke eksterne kilder». Eleven oppfordres til å bruke eksterne kilder og informanten spesifiserer dette med at de kan for eksempel søke på nettet og undersøke forskning. Informanten nevner også andre måter å utvide innholdet «... man kan også publisere ting ganske fort så hvis det kommer en aktuell sak så kan vi lage noe på det og det er jo veldig gøy å kunne utnytte muligheten». Det digitale formatet gjør at de har mulighet til å publisere dagsaktuelt innhold tilknyttet det naturfaglige fagstoffet. Jeg finner derimot ikke eksempler på at de digitale læremidlene har utnyttet denne muligheten i særlig stor grad på nåværende tidspunkt.

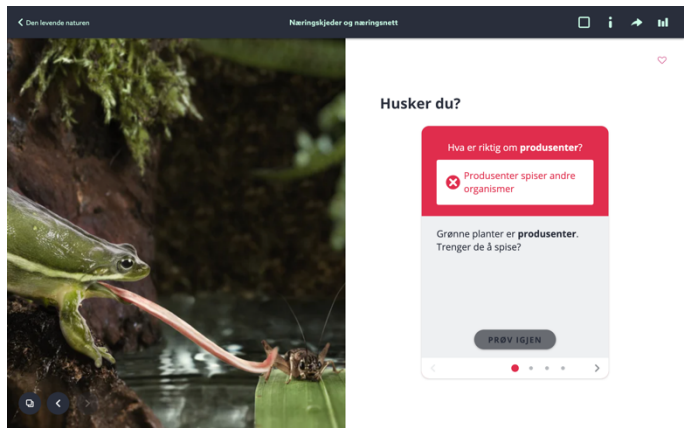
4.1.4 Dialog

Når det kommer til dialog som kohesjonsmekanisme i de digitale læremidlene viser dette seg i form av interaksjon mellom brukeren og datasystemet. Dialog knytter seg til initiativ og respons (van Leeuwen, 2005, s. 255).

Denne samspillsvarianten blir utnyttet gjennom for eksempel et skriftlig spørsmål til elevene der de må respondere gjennom å klikke på ett av flere svaralternativer. Det ser vi for eksempel i flervalgsoppgavene i slutten av «Lær om:» modulene fra *Naturfag 8-10 i Skolen*. Her brukes rød og grønn farge for å kommunisere feil eller riktig svar (Figur 17 og 18). Systemet gir også støtte til elevene i form av skriftlige hint om hva som er riktig svar (Figur 18). Her ser vi at de kommer med et eksempel etterfulgt av et spørsmål for å hjelpe elevene med å resonnerer seg frem til riktig svar.

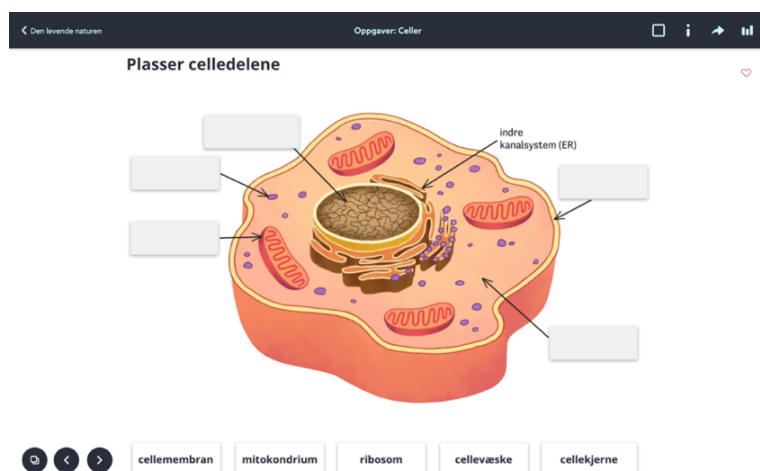


Figur 17: Flervalgsoppgaver fra *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty images.



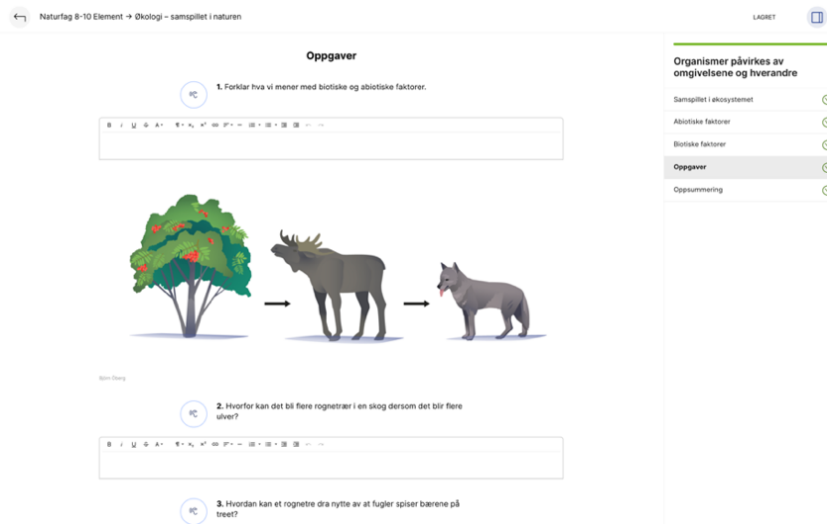
Figur 18: Rød farge som signal på feil svar og verbaltekstlig støtte til å finne riktig svar i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty images.

Skjermbildet nedenfor viser en oppgavetype som også er hyppig brukt i *Naturfag 8-10 i Skolen* (Figur 19). Dette er et eksempel på interaktive oppgaver der systemet gir instruksjer til elevene og der elevene må respondere ved å for eksempel plassere celledelene. Her viser også grønn farge på rammen riktig plassering og rød farge feil plassering.



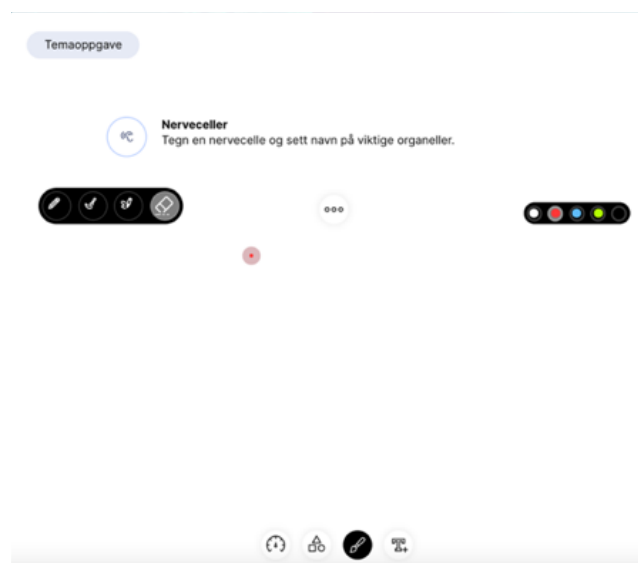
Figur 19: Plassere begreper på illustrasjon i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm. Illustrasjon: Tora Marie Norberg.

I *Element 8-10 i Skolestudio* derimot finner man en sjelden gang slike oppgaver i utdragene jeg har studert. *Element 8-10 i Skolestudio* bruker for det meste utfyllingsoppgaver der elevene skal skrive inn svar, slik vi ser i eksempelet nedenfor (Figur 20). Her brukes bilder og illustrasjoner i enkelte oppgaver som støtte for elevenes skrivning. Dialogen her går ved at systemet viser oppgaven og elevene skal respondere skriftlig.



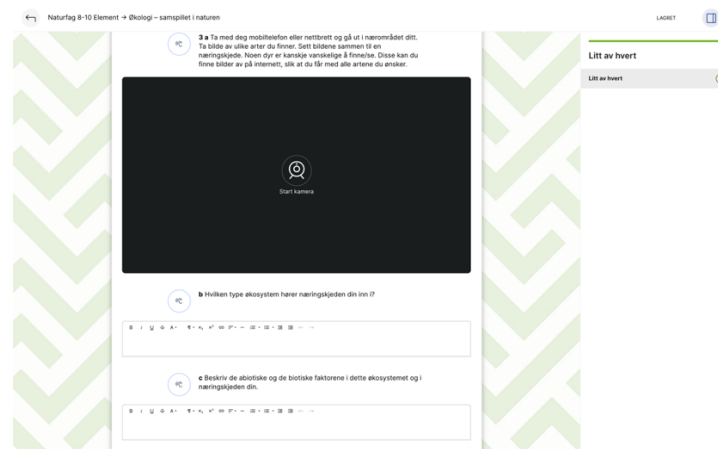
Figur 20: Skriveoppgave i *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal. Illustrasjon: Björn Öberg.

Et annet eksempel på dialog i *Element 8-10 i Skolestudio* er oppgavetyperne der elevene skal svare gjennom produksjon. For eksempel slik som i oppgaven nedenfor der elevene skal tegne en nervecelle i *Element 8-10 i Skolen* (Figur 21).



Figur 21: Funksjon for å tegne i oppgaver i *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal.

I et annet eksempel fra *Element 8-10 i Skolestudio* skal elevene ta bilde av arter de finner fra nærområdet inn i det digitale læremiddelet og lage en næringskjede (Figur 22). Det skaper en enda mer aktiv og kognitivt krevende respons hos elevene enn å kun klikke på riktig svar.



Figur 22: Funksjon for å ta bilde til oppgaver i *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal.

I forsøks-modulene i begge læremidlene må også elevene fylle inn svarene sine i tabeller. Det kan vi se i skjermbildet nedenfor fra aktiviteten gjær i sukkervann fra *Naturfag 8-10 i Skolen* (Figur 23). Da legger systemet opp til en respons hos elevene der de får trening i naturfaglige ferdigheter. I begge læremidlene blir det oppfordret til at elevene samarbeider med læringspartner i arbeidet med forsøkene. Da blir samarbeid som en respons på de digitale læremidlenes oppgaver. I lærerveiledningene kommer det også frem at refleksjonsoppgaver og spørsmål underveis i fagtekstene egner seg for diskusjon. Dette kommer derimot frem som bisetning. Samarbeid er derfor ikke særlig vektlagt i verken *Naturfag 8-10 i Skolen* eller *Element 8-10 i Skolestudio* ettersom oppgaver elevene skal løse individuelt dominerer.

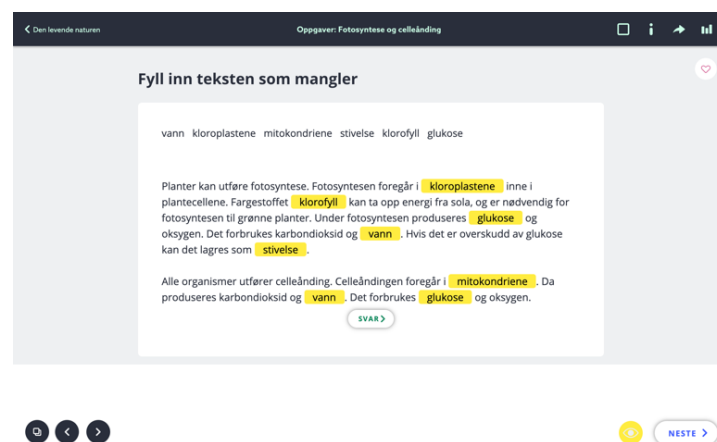
Kolbe nr.	Temperatur på vannet	Innhold	Hva skjer med ballongen? Hvor fort går prosessen?	Hva skjedde med ballongen? Hvor fort gikk prosessen?
1	Kaldt vann (4-10 grader)	3 spiseskjeer gjær og 50 g sukker		
2	Lunkent vann (37-40 grader)	3 spiseskjeer gjær og 50 g sukker		
3	Varmt vann (over 75 grader)	3 spiseskjeer gjær og 50 g sukker		

Figur 23: Forsøk med utfylling av tabell i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty images.

Informanten fra Gyldendal kommenterer at elevene trenes i naturvitenskapelige ferdigheter i *Element 8-10 i Skolestudio* gjennom aktiviteter og forsøk: «... så er det jo lagt opp til at elevene skal gjøre mange aktiviteter og forsøk selv og få anvendt det. Men her tenker vi også at lærerne må hjelpe til å integrere den kunnskapen, altså den teorien på en måte som står i disse temaene, det er jo ikke så mye verdt hvis vi ikke prøver å anvende det i praksis. Så her har jo lærerne også en funksjon selvfølgelig i å prøve å sette disse tingene litt sammen». Informanten påpeker viktigheten av at elevene får anvendt teorien for at de skal kunne nyttiggjøre seg av fagstoffet. Her fremheves også læreres funksjon i å integrere den teoretiske kunnskapen og sette det i sammenheng med ferdigheter elevene kan anvende i praksis.

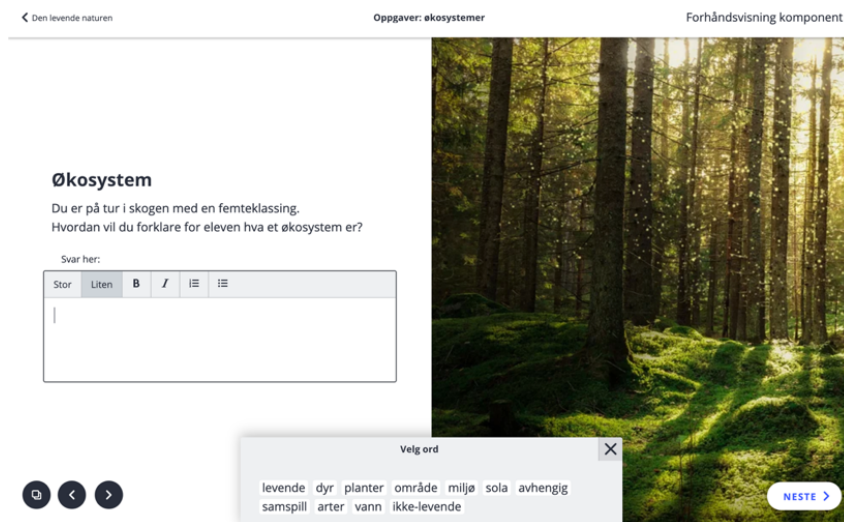
Man kan også se responsen fra motsatt side, at de handlingene eleven gjør skaper en respons i det digitale læremiddelet. Hvis eleven her klikker på for eksempel høytalerikonet ved siden av verbalteksten fra oppgavene, i *Element 8-10 i Skolestudio* (Figur 18), vil det skje en respons i systemet gjennom at skriften vil bli lest opp. Denne typen dialog er også til stede i *Naturfag 8-10 i Skolen*, men anvendes sjeldnere enn i *Skolestudio* basert på læringsmodulene jeg har studert.

Et annet eksempel på dialog er når eleven får støtte fra systemet gjennom å se det riktige svaret slik vi ser av eksempelet under til venstre fra *Naturfag 8-10 i Skolen* (Figur 24). Da trykker eleven på øyet og får som respons at de riktige ordene viser seg i gule bokser. Øyet kommer kun opp hvis eleven skriver inn ord som er feil. I skjermbildet til høyre kommer det opp en respons i form av en boks med hjelpeord dersom eleven trykker på en knapp det står «Vis hjelp» på. Denne typen støtte er ikke like tilstedeværende i *Element 8-10 i Skolestudio*.



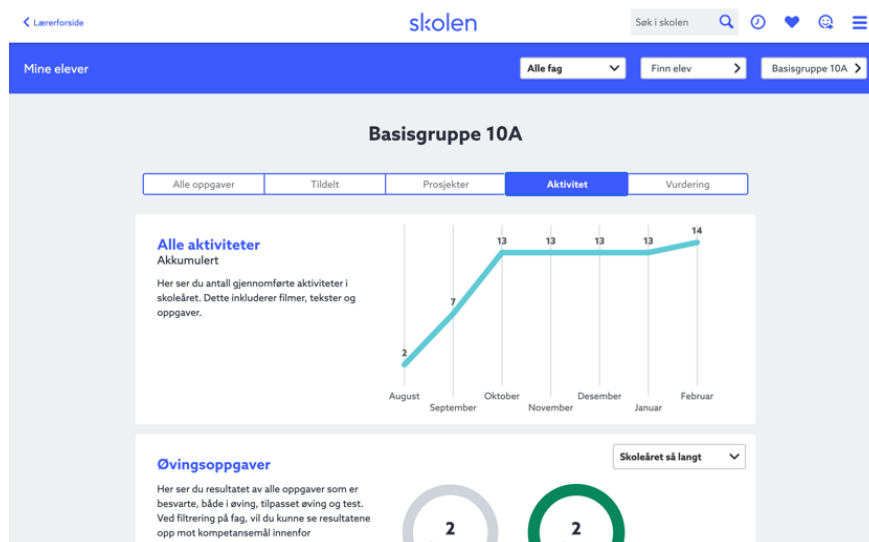
Figur 24: Læringsstøtte gjennom visning av riktig svar i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm.

I en annen oppgave fra *Naturfag 8-10 i Skolen* ser vi en respons i systemet der elevene får en begrepsoversikt når de trykker i skriveruten (Figur 25). Innen samme tema finner vi også oppgaver som oppfordrer elevene til handlinger som går ut over det å gi respons i systemet. I denne oppgaven skal elevene utforske økosystemer i nærmiljøet og skrive svaret inn i det digitale læremiddelet (Figur 25).



Figur 25: Læringsstøtte i skriveoppgave gjennom begrepsoversikt i Element 8-10 i Skolestudio. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty images.

Lærerne har noen flere funksjoner relatert til dialog. I både *Skolen* og *Skolestudio* har læreren mulighet til å se svarene til elevene gjennom statistikk. Nedenfor ser vi et eksempel på dette fra *Skolen* (Figur 26). I begge læremidlene kan lærerne derimot ikke skrive tilbakemelding eller kommunisere med elevene, foruten om å dele læringsmoduler med klassen sin.



Figur 26: Statistikk over elevarbeid i Skolen. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm.

Læreren kan på en annen side organisere innhold i den rekkefølgen de ønsker. Da vil læreren sitt initiativ føre til en respons i systemet. Lærerne har også mulighet til å følge progresjonen til elevene ved å se hvilke læringsmoduler de har fullført. I *Skolestudio* kan læreren i tillegg til å omorganisere læringsmodulene, legge til eget innhold i form av verbaltekst og video (Figur 5). Da skjer dialogen gjennom en respons i systemet på lærerens handlinger.

4.1.5 Oppsummering av funn multimodal kohesjon

I denne analysen av multimodal kohesjon har jeg forsøkt å undersøke hvordan det skapes en helhetlig sammenheng i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*.

Komposisjon som kohesjonsmekanisme viser at *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* er både multisekvensielle og lineære. De er multisekvensiell ved at navigasjonen skjer gjennom hyperkobling der elevene fritt kan velge hvilket tema de vil starte med.

Rekkefølgen på innholdet kan dermed gå i flere retninger. Det er også en lineær struktur i læringsmodulene der innholdet presenteres i en fast rekkefølge. Læreren har også mulighet til å endre på rekkefølgen av innholdet i både *Naturfag 8-10 i Skolen* og *Element 8-10 i Skolestudio*. I sistnevnte har derimot læreren i tillegg mulighet til å legge inn eget innhold.

Begge forlagene har gitt forslag til progresjon på fagstoffet fordelt på trinn gjennom årsplaner (*Skolestudio*) eller lærerveiledninger (*Skolen*). Organiseringen av fagstoffet i læringsmodulene er nokså likt. Det som skiller dem er derimot at i *Element 8-10 i Skolestudio* blir læringsmodulene hovedsakelig strukturert med vertikal inndeling, der fagstoffet presenteres når man blar nedover. I *Naturfag 8-10 i Skolen* har de også brukt vertikal inndeling i enkelte læringsmoduler, men det er en overvekt av horisontal inndeling. Det vil si at man blar mellom sidene med piltaster der en side vises av gangen. Tverrfaglige temaer er i *Skolen* lagt inn som et eget fag med ulikt innhold slik som podcaster, «Youtubere sjekker ut», nettvett, Edvard Munch og tegneserien Urban Legend. I *Naturfag 8-10 i Skolen* kommer de tverrfaglige temaene til syne nederst i startsidene med en hyperkobling til «Yotubere sjekker ut» om temaet gjenvinning. De tverrfaglige temaene i *Element 8-10 i Skolestudio* er strukturert som et eget tema på lik linje med de andre naturfagsteamene.

Rytme som kohesjonsmekanisme er nokså lik i begge læremidlene. Her kommer rytme til syne gjennom gjentakelser av bakgrunnsfarger, bilder og begreper og i veksling mellom ulike modaliteter slik som bilde og skrift. Det skjer også en kontrast i elevenes aktivitetsnivå fra konsumering av faginnholdet til produksjon gjennom oppgaver, forsøk og aktiviteter. Hyperkoblinger underveis bryter også opp i rytmen i læringsmodulene.

Informasjonslenking som kohesjonsmekanisme finner man i begge læremidlene ved utdyping, og utviding. Det som er hyppigst tatt i bruk er utdyping gjennom forankring, der verbalskriften gjør bildet mer spesifikt. Når det kommer til utviding er det hyperkoblinger som er mest i bruk i begge læremidlene. Multimodal redundans finner jeg også en del eksempler på i begge læremidlene. Spesielt finner man eksempler på at bilde og tekst formidler samme informasjon, men på forskjellig måte.

Kohesjonsmekanismen dialog er i form av interaksjon mellom brukeren og datasystemet. Det som er likt i begge de digitale læremidlene er at de har oppgaver, forsøk og aktiviteter der elevene skriver svarene sine direkte inn. *Naturfag 8-10 i Skolen* har brukt interaktive flervalgsoppgaver i slutten av hver læringsmodul. *Element 8-10 i Skolestudio* har færre av denne oppgavetypen. Sistnevnte har derimot et bredt spekter av illustrasjoner med hyperkoblinger i læringsmodulene. Disse viser skriftlige forklaringer på illustrasjonene. I begge de digitale læremidlene nevnes elevsamarbeid kun i relasjon til forsøkene.

4.2 Funksjonell spesialisering

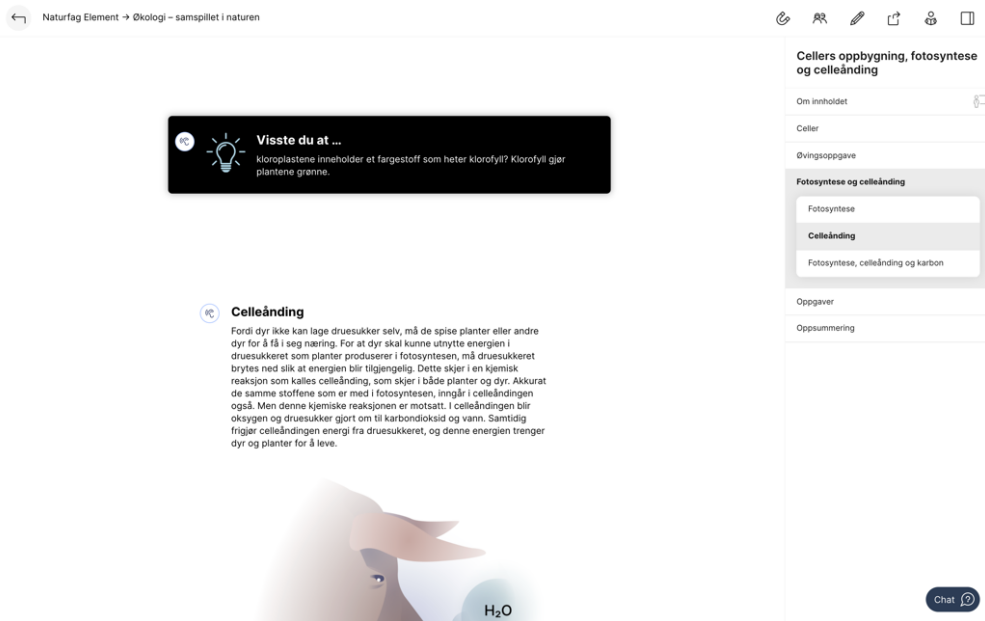
I dette kapittelet vil jeg analysere den andre hovedformen for multimodalt samspill, som er funksjonell spesialisering. Det vil si hvordan egenskapene ved de ulike modalitetene gjør at de egner seg til ulike formål (Kress, 2003, s. 46). Her vil jeg undersøke hvordan de digitale læremidlene har utnyttet de modale affordansene til verbaltekst, bilde og illustrasjoner, video, animasjoner og simuleringer, tabeller og diagrammer og medieaffordansene ved digitale læremidler.

4.2.1 Verbaltekst

Den første modaliteten jeg vil ta for meg er skriftmodaliteten i form av verbaltekst. I *Naturfag 8-10 i Skolen* og *Element 8-10 i Skolestudio* har verbaltekst stor funksjonell tyngde, ettersom denne brukes hyppig til å formidle viktig informasjon. I læringsmodulene beskriver verbalteksten abstrakte kontekster i det naturfaglige innholdet. Det ser vi eksempel på i teksten om cellemembran og cytosol (Figur 7), der verbalteksten spesifiserer og forklarer illustrasjonen.

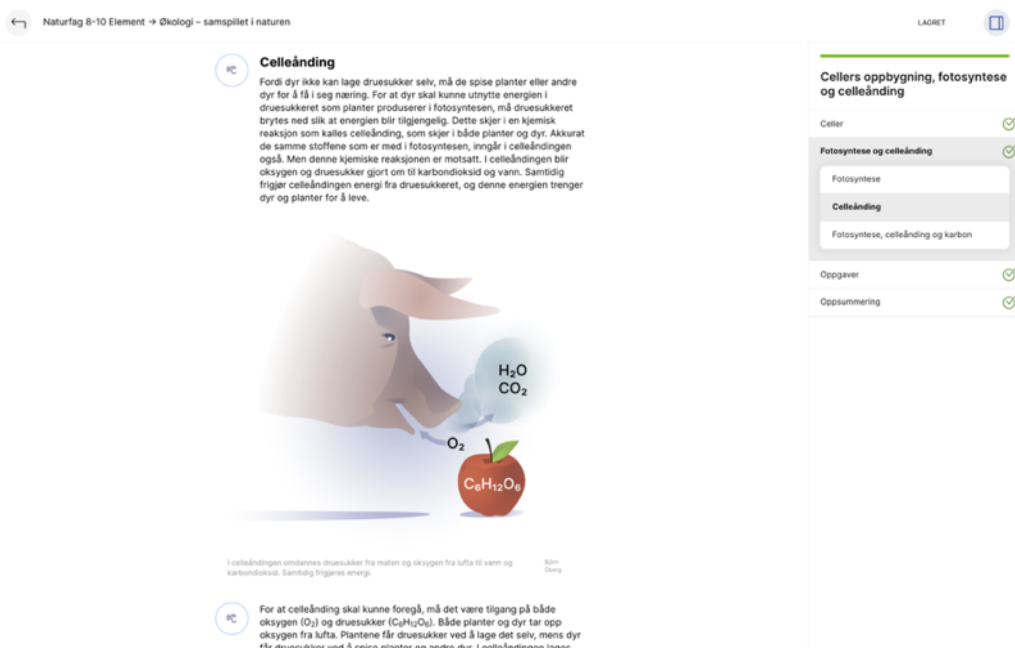
Naturfag 8-10 Skolen har relativt korte avsnitt med verbaltekst på hver skjerm-side før de går videre til neste konsept. Her skiller de to digitale læremidlene seg fra hverandre, ettersom *Element 8-10 i Skolestudio* har mer verbaltekst på hver skjerm-side og innen hvert tema. Her skrives det mer om hvert konsept før de presenterer nye konsepter. *Element 8-10 i Skolestudio* har derimot ifølge informanten fra Gyldendal fokusert på å ikke ha for lange avsnitt med tekst: «... vi har delt opp avsnittene her enda mer i Skolestudio enn i boka, fordi det er krevende å lese på skjerm». Her ser vi at informanten begrunner kortere verbaltekstavsnitt med at det ofte er mer krevende å lese på skjerm.

Verbaltekstene i *Element 8-10 i Skolestudio* er ofte innrammet eller ligger på en annen bakgrunn for å skille den fra de andre modalitetene. Det kan fremheve sentralt fagstoff og verbaltekstens høye informasjonsverdi. Innen hvert tema finner man også flere fun facts i form av «visste du at» (Figur 27), som også kan fremme undring hos elevene. *Element* har også inkludert magasinartikler i sitt læremiddel under ulike temaer. Slik får elevene møte ulike sjanger i naturfag.



Figur 27: Eksempel på «Visste du at» tekstboks i Skolestudio. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal. Illustrasjon: Björn Öberg.

Slike magasinartikler har jeg ikke funnet i *Naturfag 8-10 i Skolen*, men *Naturfag* har tilsvarende funksjoner man ikke finner igjen i *Element*. Et eksempel på dette er «Naturwiki» som er en faktside om dyre- og plantearter. Det er også en begrepsbank med alle begrepene listet opp alfabetisk. I omtrent alle læringsmodulene er også bilder eller illustrasjoner inkludert sammen med verbaltekst. I begge læremidlene finner vi matematiske uttrykk, slik som kjemiske formler og symboler (Figur 28).



Figur 28: Kjemiske formler som inngår i celleånding fra *Element 8-10* i Skolestudio. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal. Illustrasjon: Björn Öberg.

Definisjonene som presenteres i verbaltekstene bygger på hverandre. For eksempel i *Element 8-10 i Skolestudio* defineres først økosystem i den første læringsmodulen og i den andre læringsmodulen defineres abiotiske og biotiske faktorer i økosystemet. Slik bygger definisjoner av begreper i den andre læringsmodulen på definisjoner i den første læringsmodulen. Vi finner flere eksempler i begge læremidlene der verbalspråket benevner de enkelte elementene en illustrasjon består av. Å sette navn på elementer på denne måten er en del av verbalspråkets affordans. Benevningene er i samspill med verbalteksten ved at de samme begrepene forklares der. Slik oppstår et tett samspill mellom modalitetene verbaltekst og illustrasjon.

4.2.2 Illustrasjoner og bilder

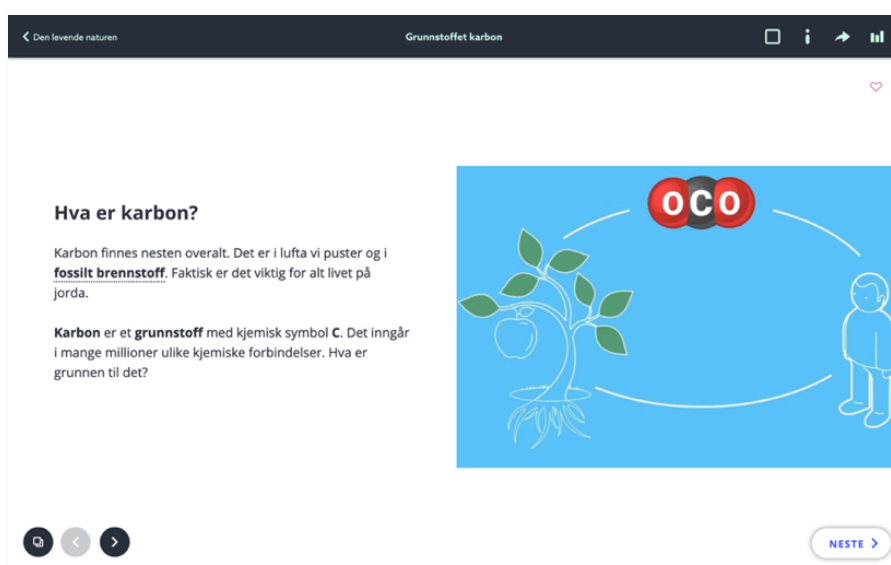
I *Naturfag 8-10 i Skolen* og *Element 8-10 i Skolestudio*, brukes bilder og illustrasjoner enten som utviding eller utdyping av informasjonen slik jeg har forklart i avsnittet om informasjonslenking. Bilder egner seg godt når man for eksempel skal beskrive hvordan noe ser ut. Det finner man et eksempel på ved beskrivelse av spor fra ulike dyr (Figur 13). Da konkretiserer bildene verbaltekstens innhold. Man sier ofte at «et bilde sier mer enn tusen ord» fordi noe av bildets affordanse ligger i å kunne vise detaljer. Det å skulle forklare med verbalskrift hvordan dyresporene ser ut ville tatt stor plass og blitt komplisert.

Bilder brukes også når man ønsker å vekke mottakerens følelser. Bilder som vekker følelser hos mottakeren, finner man mange eksempler på i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Slik som bildet nedenfor fra læringsmodulen «Lær om nervesystemet» (Figur 29). Dette kan vekke assosiasjoner basert på at mottakeren selv har erfaring med gåsehud for eksempel når de har blitt kalde. Fargefotografier er hyppig brukt i begge læremidlene og har som affordans å skape forbindelse mellom teorien som presenteres og virkeligheten.



Figur 29: Bilde som appellerer til følelser hos leseren fra Naturfag 8-10 i Skolen. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm. Foto: Getty images / Tunatura.

Ved valg av bilder og illustrasjoner sier Cappelen Damm sin informant at de stiller følgende spørsmål: «... hvordan gir dette visuell støtte til eleven ... fører denne skissen her til at eleven forstår bedre». Jeg tolker dette som at Cappelen Damm velger bilder ut ifra om de kan tilføre visuell støtte til verbalteksten og bidra til elevenes forståelse. Illustrasjoner egner seg godt til å illustrere abstrakt og generalisert kunnskap. Her kan man forenkle motivet for å fremheve det viktigste. Eksempel på dette er illustrasjonene slik som den av planteceller og dyreceller (Figur 11). Andre eksempler kan være illustrasjoner av ulike naturfaglige prosesser slik som skjermbildet nedenfor av karbonkretsløpet (Figur 30).



Figur 30: Karbonkretsløpet som prosess illustrert i Naturfag 8-10 i Skolen. Utsnitt er hentet fra Skolenmin.cdu.no med tillatelse fra Cappelen Damm. Illustrasjon: Alexander B. Wilhelmsen

Når det kommer til bilder og illustrasjoner som læringsstøtte mener informanten fra Gyldendal at disse har en viktig rolle «... illustrasjoner skal være læringsstøttende og visualisere, men jeg tenker jo også at hvis man ser for seg en nettside eller en bok uten et eneste bilde så blir det jo utrolig sånn tungt og kjedelig. Det er jo også med å live opp og gjøre faget litt morsommere og la elevene få noe å se på og kanskje undre seg over». Bilder og illustrasjoner får derfor både betydning for å visualisere fagstoffet og å engasjere elevene. Her trekker informanten frem bildet av en kjøttetende plante med en flue inni som et bilde som kan få elevene til å stoppe opp og undre seg over. Det er det første bildet elevene ser i læringsmodulen «Cellers oppbygging, fotosyntese og celleånding» i *Element 8-10 i Skolestudio*. Informanten påpeker imidlertid at det selvfølgelig også handler om læring og de tegnede illustrasjonene skal ha en faglig tanke bak.

4.2.3 Videoer, animasjoner og simuleringer

De digitale læremidlene inneholder i noen grad videoer og animasjoner, men dette er ikke dominerende modaliteter. I *Naturfag 8-10 i Skolen* er animasjon brukt enkelte steder, slik som i læringsmodulen med det animerte ekornet som spiser en nøtt (Figur 16) og de animerte forsidebilder til de ulike temaene i *Naturfag 8-10 i Skolen* (Figur 2). Disse fanger leserens oppmerksomhet og skaper variasjon i læringsmodulene. Animasjonen affordans til å fange oppmerksomheten gjør derimot at den kan oppleves distraherende når den står ved siden av verbaltekst. I *Element 8-10 i Skolestudio* finner jeg ikke eksempler på animasjon.

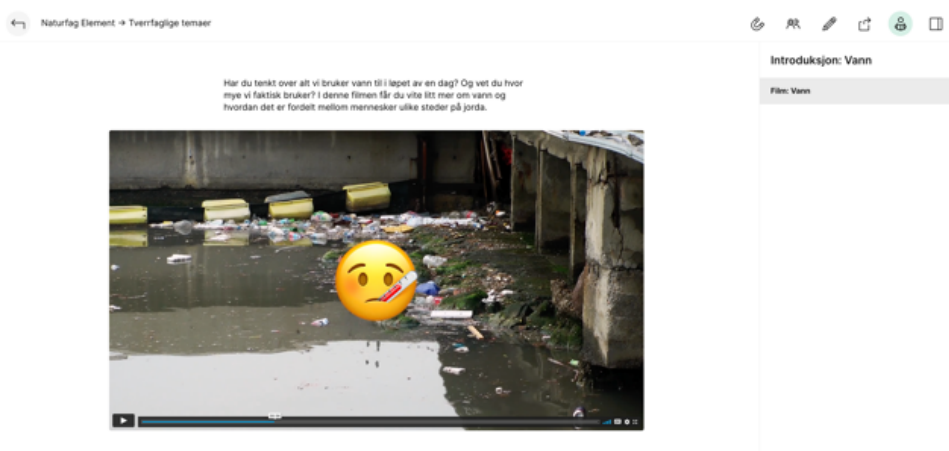
Modaliteten video brukes i *Naturfag 8-10 i Skolen* som introduksjon til temaer for å skape undring. For eksempel grublefilmen om fotosyntesen og hvorfor bladene skifter farge på høsten. Alle filmene er også samlet i en egen oversikt. Dette er en modalitet som er godt egnet til å fange og holde på leserens oppmerksomhet og også gi tredimensjonal fremvisning av innholdet. *Naturfag 8-10 i Skolen* utnytter videomodaliteten meget godt da de har med video til omtrent alle læringsmodulene. I videoene veksles det mellom abstrakte animasjonsvideoer og naturalistiske videoklipp med en stemme i bakgrunnen som forklarer innholdet. Disse kombineres på en måte som skaper sammenheng. For eksempel hvordan den abstrakte teorien om karbonkretsløpet henger sammen med luften vi puster og maten vi spiser (Figur 31).



Figur 31: Stillbilde fra video om karbonkretsløpet som viser karbonets reise til kroppen vår gjennom mat, i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm.

Om faginnholdet i videoer sier informanten fra Cappelen Damm at «Det er en sånn tommelfingerregel om at når du får, når det er så mye informasjon i filmen at du får behov for å notere eller kjenner at det begynner å skumme litt, så har du egentlig laget en film som ikke er visuell nok ... da er det så mange ting du må forklare og egentlig så blir filmen en egentlig litt sånn tung materie». Mye fagstoff som må forklares i videoene uten nok visuell støtte kan gjøre det tungt for elevene å utvikle forståelse av innholdet.

I *Element 8-10 i Skolestudio* er videoer også inkludert. Her har de samlet flere videoer i en egen mappe i hvert av temaene. Mange av videoene skiller seg fra *Naturfag 8-10 i Skolen* ettersom de fleste inneholder samme person som presenterer faginnholdet i et naturfagsklasserom, der animerte illustrasjoner dukker opp på tavlen (Figur 12). Det er i liten grad brukt naturalistiske filmklipp, bortsett fra videoene i de tverrfaglige temaene. I for eksempel tema om vann har de brukt ulike filmklipp fra natur rundt om i verden. Her brukes også emoji'er til å forsterke budskapet i videoen, slik vi ser av skjermbildet nedenfor (Figur 32).



Figur 32: Stillbilde fra video som viser emoji sammen med realistisk klipp fra *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra *skolestudio.no* med tillatelse fra Gyldendal.

Av de læringsmodulene jeg har studert i de digitale læremidlene har jeg ikke sett at simuleringer som modalitet er benyttet direkte. Man kan derimot si at i modulene med programmering er en slags simulering. *Naturfag 8-10 i Skolen* har blant annet programmeringsoppgaver i Micro:bit. Her er det en oppgave der elevene skal lage et kompass og dra kompassnålen for å se hvordan gradetallet endrer seg. *Element 8-10 i Skolestudio* har også programmering i sitt læremiddel med programmet Scratch. I oppgaven overfiske og bærekraft skal elevene simulere hvordan antallet fisker er avhengig både av hvor mange fisker som fanges, og hvor mye mat de får. Cappelen Damm sin informant nevner også i relasjon til illustrasjonen av dyrecellen at «Her tenker jeg jo at vi på sikt kommer til å ha en type liksom AR funksjonalitet som gjør at du kan vende og snu på det ... når jeg holdte på å si også skolene er modne for det». Cappelen Damm ønsker å ta i bruk AR funksjonalitet (Augmentet Reality), som gjør at man kan vende og snu på objekter, men nevner også at det er viktig at skolene er klar for å ta det i bruk.

4.2.4 Diagrammer og tabeller

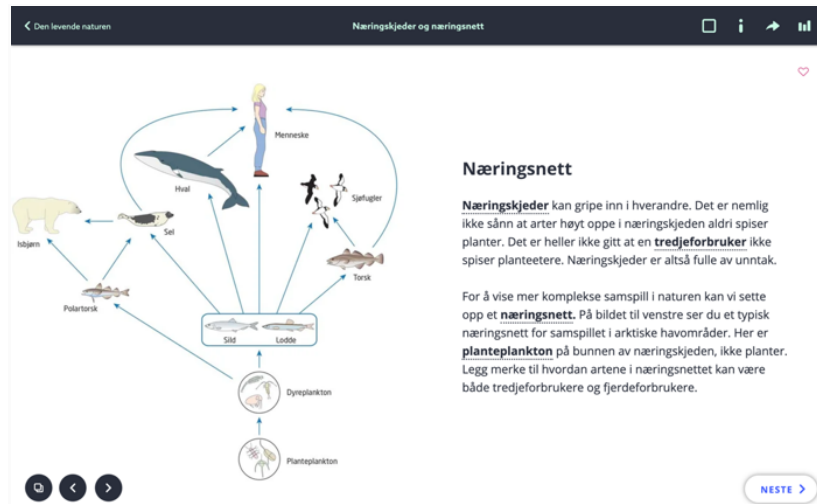
I *Naturfag 8-10 i Skolen* finner jeg bruk av modalitetene diagrammer og tabeller. Affordansen ved tabeller som modalitet ligger i at de er viktig for overgangen fra konkrete aktiviteter til abstraherte begreper og sammenhenger. Det ser vi blant annet i eksempelet fra *Gjær i sukkervann* (Figur 23), der elevene får øving i naturvitenskapelig metode gjennom tabeller. Det er lagt opp til at elevene kan fylle inn ulike hypoteser, hvilke resultater de får, diskusjon og konklusjon. I *Element 8-10 i Skolestudio* finner vi tabeller i forsøk, underveis i enkelte læringsmoduler og i oppgaver. I eksempelet nedenfor ser vi at store kompliserte systemer blir redusert til en sammenheng mellom noen få variabler (Figur 33).

Organismene som lever i økosystemet, påvirker også de abiotiske faktorene i omgivelsene. De drikker vann, bygger reir og huler og graver i jorda, og noen, slik som beverene, lager til og med deminger i løver. Nedenfor finner du eksempler på abiotiske og biotiske faktorer det kan være lurt å legge merke til i et økosystem.

Abiotiske faktorer	Biotiske faktorer
temperatur	alle levende organismer
sollys	hvem som spiser hva
vind	konkurranse
fuktighet og nedbør	samarbeid
type jord	symbiose
gasser i lufta	
saltinnhold i jord og vann	

Figur 33: Tabell med abiotiske og biotiske faktorer fra *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra *skolestudio.no* med tillatelse fra Gyldendal.

Diagrammet er også viktig i veien mot abstraksjon. Diagrammer i de digitale læremidlene kommer til syne som taksonomier med ulike illustrasjoner, slik som skjermbildet av næringsnettet i *Naturfag 8-10 i Skolen* (Figur 34). Her brukes illustrasjoner og verbalskrift sammen med piler til å illustrere den hierarkiske fordelingen og sammenhengen mellom elementene.



Figur 34: Næringsnett illustrert i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Utsnitt er hentet fra *Skolenmin.cdu.no* med tillatelse fra Cappelen Damm. Illustratør Bjørn Norheim.

4.2.5 Medieaffordanser

Informantene fra både Gyldendal og Cappelen Damm gir uttrykk for at fagfornyelsen og de nye læreplanene hadde betydning for utviklingen av de digitale læremidlene. Cappelen Damm sin informant sier «...det er jo selvfølgelig fagfornyelsen og nye læreplaner som gjorde at vi gikk i gang med å utvikle en heldekkende løsning digitalt». Samme perspektiv støttes av Gyldendal sin informant som sier at: «...formålet var jo selvfølgelig å lage nye læremidler i naturfag i forbindelse med fagfornyelsen». Informanten fra Gyldendal begrunner valget av digitalt produkt med «vi har jo sett behovet for å lage noe mer heldigitalt som ikke er bok på strøm». Dette tolker jeg som at de ønsket å tilby et produkt som hadde mer verdi ut over det bøker tilbyr. Dette kommer også frem av informanten fra Cappelen Damm: «Det som åpner seg i det digitale er jo at du kan i veldig mye større grad bruke ulike typer sjangre som for eksempel film for å visualisere vanskelige abstrakt kunnskap, eller for å engasjere elevene for å gjøre mer forståelig innhold». Informanten påpeker her mulighetene som ligger i det digitale og gir et eksempel med visualisering gjennom video. Affordansene som ligger i digitale læremidler som medium og fagfornyelsen blir dermed trukket frem som begrunnelser for utviklingen av produktene.

Skolen av Cappelen Damm har utnyttet deler ved medieaffordansen ved å inkludere mange ulike teknologiske funksjonaliteter. De fleste modulene i *Naturfag 8-10 i Skolen* avsluttes med flervalgsoppgaver der eleven skal trykke på rett svar for så å komme videre til en ny flervalgsoppgave. Man finner også ulike oppgaver til temaene i oppgave- og refleksjonsmodulene. Her er det større variasjon i oppgavetyper gjennom interaktive oppgaver der eleven skal flytte for eksempel ord til riktig plass i en illustrasjon eller fylle inn manglende ord og begreper i et tekstavsnitt. *Naturfag 8-10 i Skolen* inneholder mange interaktive oppgaver, og dermed kan vi si at den funksjonelle tyngden ved hyperkobling er stor. Det er også utforskningsoppgaver der elevene skal søke på nettet eller i naturfagsdatabasen og skrive en tekst med svar på hva de finner ut, eller refleksjonsoppgaver slik som å skrive fordeler og ulemper med sukker. De har også utnyttet medieaffordanen gjennom podcaster og videoer av youtubere. Relevante temaer for naturfag kan her være «Youtubere sjekker ut» med episoden om gjenvinning, eller podcast episode 8 om bærekraft. Medieaffordansen, knyttet til innholdspresentasjon, er dermed godt utnyttet i *Naturfag 8-10 i Skolen* (Engebretsen, 2007, s. 17).

I *Element 8-10 i Skolestudio* er medieaffordansen godt utnyttet med tanke på god variasjon i innholdet. I likhet med *Naturfag 8-10 i Skolen*, inneholder *Element* programmeringsoppgaver, interaktive oppgaver og hyperkoblinger i illustrasjoner. I enkelte tema har de også magasinartikler som kan gi økt aktualitet og presentere ulike sjangre for elevene. I *Element 8-10 i Skolestudio* kan læreren i tillegg legge til sitt eget innhold med tekst eller videoer. I oppgavene utnytter de i større grad muligheten for at eleven produserer gjennom å spille inn lyd, ta bilde (Figur 22), video (Figur 35), skrive og lage egne tegninger (Figur 21).



Figur 35: Oppgave der elevene skal lage spille inn video i *Element 8-10 i Skolestudio*. Utsnitt er hentet fra skolestudio.no med tillatelse fra Gyldendal.

Medieaffordansen som knyttes til lagring og distribusjon blir utnyttet i begge læremidlene ved at elevenes svar blir lagret og distribuert til læreren i form av statistikk. Det er også mulig for læreren å endre rekkefølgen på innholdet som skal distribueres til elevenes. I *Skolestudio* kan læreren i tillegg legge inn eget innhold. Den siste medieaffordansen er knyttet til mellommenneskelig kontakt gjennom flerveiskommunikasjon, slik som chattetjenester og debattforum (Engebretsen, 2007, s. 17). Dette vil jeg si ikke er like godt utnyttet i verken *Naturfag 8-10 i Skolen* eller *Element 8-10 i Skolestudio*. Det finnes ikke muligheter for lærere eller elever å kommunisere eller å kommentere arbeidet.

Informanten fra Cappelen Damm sier i intervjuet at i den siste versjonen av *Skolen* jobber de med et elevverktøy kalt «Skolen kreativ» og forklarer det slik: «... det er egentlig et elevproduksjonsverktøy hvor eleven kan gjøre aktive valg ... innenfor en ramme av hva læreren har bedt om ... skrive om det, eller man kan lage en større prosjektoppgave i avslutningen av et større tema, hvor man får jobbet mye mer aktivt med stoffet». Elevene vil dermed kunne produsere eget innhold til prosjektoppgaver. Informanten kommer med et forslag knyttet til naturfag at elevene for eksempel laster opp bilder fra forsøket og skriver om prosessen til bildene. Videre informeres det om at lærere vil kunne gi tilbakemelding på elevenes arbeid i *Skolen* «... læreren kan da også etter hvert gi tilbakemelding på den med en enkelt funksjonalitet der de skriver på «godt jobba» eller de skriver på to stjerner og en forbedring». Medieaffordansen for mellommenneskelig kontakt kan dermed bli utnyttet i større grad i senere versjoner av de digitale læremidlene. Det at forlagene kan endre og oppdatere produktene sine kan også kobles mot affordansene ved distribusjonen av de digitale læremidlene.

4.2.6 Oppsummering av funn funksjonell spesialisering

I analysen av funksjonell spesialisering har jeg forsøkt å vise hvordan de digitale læremidlene, *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*, har utnyttet modalitetenes egenskaper.

Verbaltekst er den modaliteten som har størst funksjonell tyngde i begge læremidlene ettersom denne har fått stor plass og er sentral i formidlingen av det naturfaglige innholdet. Det som skiller læremidlene, er at *Element 8-10 i Skolestudio* har læringsmoduler som inneholder lengre verbaltekster som forklarer flere aspekter innen hvert naturfagstema enn

læringsmodulene i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Verbaltekst brukes også for å stille spørsmål elevene kan undre seg over, gi hverdagsnære eksempler og aktivisere elevene gjennom oppgaver, forsøk og aktiviteter.

I begge læremidlene brukes bilder og illustrasjoner til å avgrense verbaltekstens meningsinnhold og til å beskrive hvordan noe ser ut. Illustrasjonene brukes særlig til å konkretisere abstrakt kunnskap formidlet med verbalteksten. Bildene brukes ofte for å fremheve det viktigste, fange oppmerksomheten til leseren og vekke følelser og assosiasjoner. Fargefotografier er hyppig brukt i begge læremidlene og skaper en forbindelse mellom teorien som presenteres og virkeligheten. Man kan også se eksempler på at illustrasjoner og bilder sammen med symboler slik som piler brukes til å illustrere naturvitenskapelige prosesser.

Naturfag 8-10 i Skolen har tatt i bruk animasjoner i sitt læremiddel. Dette kan jeg ikke finne i *Element 8-10 i Skolestudio*. Modaliteten video er derimot utnyttet i begge læremidlene, men på ulik måte. *Naturfag 8-10 i Skolen* har videoer som inneholder videoklipp fra realistiske naturomgivelser, med en stemme i bakgrunnen som forklarer innholdet. Flesteparten av videoene i *Element 8-10 i Skolestudio* inneholder derimot videoklipp av en person som forklarer fagstoffet med animasjoner som kommer opp for eksempel på en tavle som illustrerer naturfagstemaet som forklares. Vi finner også her eksempler på realistiske videoklipp fra naturen, men det er en undervekt av disse.

Simuleringer som modalitet kommer til uttrykk gjennom programmeringsoppgaver i begge læremidlene. *Element 8-10 i Skolestudio* viser simulering av for eksempel overfiske og *Naturfag 8-10 i Skolen* har simulering av kompass. Diagrammer er utnyttet i begge læremidlene gjennom taksonomier med illustrasjoner, piler og verbalskrift, slik som i tema om næringskjeder. Tabeller brukes hyppig i forsøksmodulene i begge de digitale læremidlene.

Når det kommer til medieaffordansen har læremidlene utnyttet dette på ulik måte. *Element 8-10 i Skolestudio* har større variasjon i elevproduksjonsmåter enn *Naturfag 8-10 i Skolen*. *Element* har oppgaver der elevene både kan skrive, tegne, ta opptak av lyd og video eller ta bilder med kamera. *Naturfag 8-10 i Skolen* utnyttet medieaffordansen knyttet til innholdspresentasjon i større grad. Her presenteres innholdet gjennom for eksempel «Youtubere sjekker ut» og podcast, som kan appellere til elevene.

Begge læremidlene har derimot utnyttet muligheten for programmering gjennom oppgaver i Microbit (*Skolen*) og Scratch (*Skolestudio*). Mediaffordansen lagring og distribusjon blir også utnyttet av begge læremidlene ved at elevsvar lagres og vises som statistikk, læringsmoduler kan endres av lærere og i *Skolestudio* kan lærerne i tillegg legge inn eget innhold. Læremidlene har hittil derimot ikke utnyttet muligheten for tilbakemeldinger og chattetjenester.

5. Drøfting av funn

I denne delen av oppgaven vil jeg gjøre en kritisk drøfting av funnene fra analysen i lys av teori og tidligere forskning. Her vil jeg besvare forskningsspørsmålet: På hvilke måter kan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* bidra til dybdelæring i naturfag? Der det blir aktuelt vil jeg også trekke inn og drøfte eksempler fra intervjuene med forlagene for å besvare forskningsspørsmålet: På hvilke måter kommer Gyldendal og Cappelen Damm sin vektlegging av dybdelæring til syne i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*?

Jeg har delt drøftingen inn i fire temaer som drøftes opp mot dybdelæring: naturfaglig kompetanse, sammenhenger, multimodalitet og digitale støttestrukturer. Disse temaene ble identifisert gjennom den siste analysen av intervjuene og den multimodale tekstanalysen opp dybdelæringskriterier som er presentert i teoridelen. Denne kritiske drøftingen vil resultere i en konklusjon i avslutningen der jeg besvarer min problemstilling om hvordan multimodalt samspill i digitale læremidler kan bidra til dybdelæring.

5.1 Naturfaglig kompetanse og dybdelæring

Tydelige læringsmål der læringsmålene er klart definert og blitt gjort tilgjengelig for elevene er kjennetegn ved undervisning som fører til dybdelæring (Wiske, Sick, & Wirsig, 2001). Både *Naturfag 8-10 i Skolen* og *Element 8-10 i Skolestudio* har informert om hvilke kompetansemål i naturfag fra fagfornyelsen de ulike temaene tar for seg, men disse er kun gjort tilgjengelig i lærerveiledninger. Selv om *Element 8-10 i Skolestudio* presenterer læringsmål i oppstartsmodulene til hvert tema, er disse ikke fremhevet spesielt tydelig og

forsvinner med resten av verbalteksten. Tydelige læringsmål kan ha betydning for elevenes metakognisjon, det å være bevisst egen tenkning og læring (Knain & Kolstø, 2019, s. 192).

Det er fordi det å reflektere over egen læring er en del av det å utvikle dybdelæring (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 36). Med tydelige læringsmål kan det bli enklere for elevene å sammenligne sin forståelse med måloppnåelsene og bli bevisst hva man forstår eller ikke forstår. Når elevene reflekterer over sin egen læring kan læringsutbyttet økes ettersom de vet hvordan de skal bygge sin egen forståelse og overkomme utfordringer. Tydeligere læringsmål for elevene er derfor et aspekt som kunne vært forbedret i begge læremidlene med tanke på å skape dyp forståelse hos elevene.

En årsak til at forlagene kan ha unnlatt å fremheve læringsmålene for elevene kan derimot være at de ønsker å starte med at elevene skal undre seg over temaene. Da skjer læringen på elevenes premisser og ikke slik forlaget har planlagt. Det åpnes for et videre perspektiv for læringen og elevene avgrenses ikke til læringsmålene. En annen forklaring kan være å gi lærerne frihet til å påvirke hva elevene skal lære. Det at lærere kan omorganisere læringsmodulene kan gjøre at de opprinnelige læringsmålene endrer seg. Dette igjen kan øke læringsutbyttet ved at innholdet kan tilpasses individuelt ut ifra elevenes behov og læringsnivå (Senter for IKT i utdanningen, 2012). Her kan det dermed tyde på at forlagene har gjort en vurdering der tydelige læringsmål har måtte vike for at lærerne skal få frihet til å omorganisere fagstoffet og velge når og på hvilken måte elevene skal utvikle sin naturfaglige kompetanse. Dette kan føre til mer individualisert opplæring som igjen kan bidra til dybdelæring gjennom mestringstro og engasjement (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 33). Dette vil jeg komme tilbake til når jeg drøfter digitale støttestrukturer i læremidlene.

Nå vil jeg drøfte hvordan læringsmodulene noen steder bidrar til både dybdelæring og andre steder bidrar til overflatelæring. I læringsmodulene ser man at *Naturfag 8-10 i Skolen* har kortere læringsmoduler med mindre verbaltekst enn *Element 8-10 i Skolestudio*. *Naturfag 8-10 i Skolen* har derimot flere deltemaer innen hvert naturfagstema som gjør at de har fått delt fagstoffet i mindre deler. Dette kan på en side gjøre at de dekker et bredt spekter av naturfagstemaer med mindre informasjon om hvert tema, noe som kan gi overflatelæring (Sawyer, 2006). Læringsmodulene avsluttes også med flervalgsoppgaver for å sjekke at elevene husker det som er sentralt i tekstene. Da blir elevene målt i overflatekunnskap og ikke deres dype forståelse.

Naturfag 8-10 i Skolen har på en annen side prioritert elevaktivitet i stor grad med interaktive oppgaver, skriveoppgaver, utforskningsoppgaver, refleksjonsoppgaver og noen forsøk. De bruker også mange eksempler som kan knyttes til elevenes forkunnskaper slik som spørsmålet i utforskningsoppgaven i deltemaet fotosyntese og celleånding: «Har du noen gang opplevd at du blir stiv i musklene ved hard fysisk trening? Finn fakta om hvorfor dette skjer» (Cappelen Damm, 2021). Med slike oppgavetyper er elevene aktive i egen læringsprosess, kobler på forkunnskaper, reflekterer og skaper ny kunnskap gjennom utforskning som alle er karakteristikk ved dybdelæring (Chi & Wylie, 2014; Ohlsson, 2011, s. 53).

Element 8-10 i Skolestudio kan oppnå mer faglig fordypning innen hvert naturfagstema ettersom de har mer faginnhold i læringsmoduler og lengre verbaltekster. Elevene kan derimot bli mer passive konsumenter når verbaltekstene har større vekt i teksten, noe som er karakteristikk ved overflatelæring (Sawyer, 2006, s. 4; Chi & Wylie, 2014). Da leser elevene uten at de gjør noe mer med det de har lest. *Element 8-10 i Skolestudio* inneholder derimot flere illustrasjoner med hyperkoblinger med begreper og forklaringer som skaper interaksjon underveis i teksten.

I slutten av hver læringsmodul har de interaktive oppgaver og skriveoppgaver som sjekker at elevene har lært det som er sentralt i læringsmodulene. Her kan det være en risiko for at elevene foretar en copy-paste strategi der de henter svarene direkte fra verbaltekstene uten å gjøre selvstendige refleksjoner eller bearbeiding av teksten til sin egen. Dette kan føre til overflatelæring der elevene memorerer faktakunnskap uten dypere forståelse (Sawyer, 2006, s. 4). Vi ser allikevel elevenes erfaringer og forkunnskaper knyttes til enkelte temaoppgaver. Slik som spørsmålet fra oppgavene til læringsmodulen om fotosyntesen «Hvorfor er det ikke nødvendigvis så lurt å ha planter på soverommet?» (Gyldendal, 2021), får elevene koblet teorien rundt fotosyntesen til hverdagslige erfaringer. Det kan gjøre at elevene ser sammenheng med teori og virkelighet og at fagstoffet oppleves relevant, som er kjennetegn ved dybdelæring (Sawyer, 2006, s. 4; Wiske, Sick & Wirsig, 2001).

Vi ser at både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* har oppsummeringsoppgaver på slutten av læringsmodulene med fagtekst. Jeg argumenterte for at dette kunne være overflatelæring gjennom memorering av faktakunnskap og reproduserende kunnskap (Sawyer, 2006, s. 4). Overflatelæring blir ofte omtalt som noe negativt som bør unngås, men det kan diskuteres om det å tilegne seg overflatelæring er et av stegene i

utviklingen av dybdelæring. Frey, Fisher og Hattie (2017) mente at for å gi elevene dybdelæring så er de avhengig av først å huske og gjenfortelle før de kan skape mening og forståelse gjennom anvendelse og sammenligning (Frey, Fisher, & Hattie, 2017). På bakgrunn av intervjuet med Informanten fra Cappelen Damm kan det tyde på at dette er bakgrunnen for utformingen i læringsmodulene i *Naturfag 8-10 i Skolen*. Informanten sa at de ønsket å utforme læringsmodulene med å gå fra det enkle i fagtekstene med faktakunnskap og reproduserende kunnskap, til det mer komplekse i ulike oppgavetyper med utforskning, skapende arbeid, problemløsning og refleksjon. En slik progresjon samsvarer med læringsforløp som bygger dybdelæring (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 48 og 283).

Element 8-10 i Skolestudio inneholder flere forsøk innen hvert tema enn det *Naturfag 8-10 i Skolen* har. Forsøkene gjør at elevene får anvendt kunnskapen de har lært og dermed er aktive i egen læringsprosess. Anvendelse er likevel ifølge Blooms reviderte taksonomi overflatelæring. For at elevene skal oppnå dybdelæring må oppgavene rette seg mot de øverste nivåene av taksonomien med å få elevene til å analysere, vurdere og skape (Anderson & Krathwohl, 2001). Etter min analyse av oppgavetyperne i begge læremidlene vil jeg si at man kan finne eksempler fra alle disse øvre nivåene som karakteriserer dybdelæring. Spesielt *Element 8-10 i Skolestudio* benytter ulike modaliteter elevene kan bruke til å skape kunnskap gjennom tegning, skriving, innspilling av video og lyd eller å ta bilder med kameraet. Da blir elevene “prosumers”, som vil si at de både produserer og konsumerer innhold og kunnskap fremfor å være en passiv konsument av innholdet (Leino, Tanuha-Piironen, & Sommers-Piironen, 2012). På nåværende tidspunkt har *Naturfag 8-10 i Skolen* flest oppgaver der elevene kan produsere gjennom å skrive. Informanten fra Cappelen Damm informerte derimot om at de er i gang med å utvikle et elevproduksjonsverktøy, der elevene blant annet kan legge inn egne bilder.

I definisjonen for dybdelæring i fagfornyelsen er gradvis utvikling av kunnskap og varig forståelse en forutsetning for dybdelæring (Utdanningsdirektoratet, 2019). Vi så i teoridelen fra Ludvigsenutvalget sin utredelse at mindre fagstoff, kjerneelementer i fagene og progresjon i fagstoffet over lengre tid kunne bidra til å øke dybdelæring i skolen (Landfald, 2016).

Element 8-10 i Skolestudio er strukturert med elleve naturfagstemaer. Ifølge informanten fra Gyldendal hadde de tatt hensyn til dybdelæring ved å ha færre temaer i *Skolestudio* enn de har hatt i tidligere lærebøker og ha sentrale begreper som går igjen i flere av temaene i nye kontekster.

I *Naturfag 8-10 i Skolen* har de delt inn i åtte naturfagstemaer med deltemaer under disse som elevene skal jobbe med i flere omganger over de ulike klassetrinnene. Det kan tyde på at forlagene har tatt i betraktning anbefalingen fra Ludvigsenutvalget om mindre fagstoff (Landfald, 2016). Slik kan de digitale læremidlene fremme dybdelæring gjennom at elevene får bruke mer tid i hvert tema til å fordype seg og utvikle varig forståelse. De får også møte kjente sentrale begreper i nye kontekster ved at begrepene kommer igjen i flere naturfagstemaer (*Skolestudio*) og deltemaer (*Skolen*). Elevene vil på den måten gradvis utvikle forståelse av sentrale begreper i fagene gjennom spiralprinsippet (Bruner, 2002). Det å variere læringsaktiviteter med stadig økende kompleksitet legger til rette for dybdelæring (Naturfagssenteret, 2018; Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 48 og 283).

På den annen side så er det viktig at elevenes forkunnskaper kobles på den nye kunnskapen for at elevene skal se denne sammenhengen (Sawyer, 2006). For å drøfte dette vil jeg trekke frem et eksempel fra analysen. Informanten fra Gyldendal sier at dybdelæring kommer til syne i *Element 8-10 i Skolestudio* gjennom at en del temaer som er sentrale i naturfag kommer igjen i nye kontekster. Karbon er et eksempel på dette. Karbondioksid blir nevnt både i tilknytning til atmosfæren, i fotosyntesen og i relasjon til klimaendringene. Informanten sier de prøver å bruke sentrale begreper i nye kontekster og lære elevene at disse henger sammen.

Man kan derimot stille seg spørsmål om det at samme begrep brukes i flere kontekster gjør at elevene klarer å oppfatte denne sammenhengen? Ofte må elevene få hjelp til å se sammenhenger ved at lærerne peker på sammenhengene mellom fagområder og i ulike fag (FIKS, 2021). Jeg tenker at sammenhengene mellom sentrale begreper med fordel kunne tydeliggjøres ytterligere i både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*. Et eksempel på hvordan dette kan gjøres er å ha en oversikt med hyperkoblinger til de andre læringsmodulene som inneholder samme begrep. Å ha for mange hyperkoblinger som fører elevene over til andre sider kan derimot virke forstyrrende for læringen, som jeg vil diskutere nedenfor.

5.2 Sammenhenger og dybdelæring

For å oppnå dybdelæring må elevene få faglig fordypning og i tillegg kunne løfte blikket og se på hvordan fagkunnskapen er relevant i en større sammenheng (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 24; Utdanningsdirektoratet, 2019). Derfor har jeg valgt sammenhenger som et av temaene jeg vil drøfte opp mot både bruk av hyperkoblinger og tverrfaglige temaer i de digitale læremidlene.

De digitale læremidlene skaper sammenhenger på ulike måter. Både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* bruker hyperkoblinger til navigering og utviding av faginnholdet. I *Naturfag 8-10 i Skolen* kan elevene klikke på et ord i verbalteksten og gjennom hyperkobling bli overført til en side. Det kan gjøre at eleven mister tråden i det de leste tidligere. utfordringer ved bruk av hyperkoblinger kan være å opprettholde de logiske sammenhengene i tekstene (Schwebs & Otnes, 2001). Dette kan påvirke dybdelæringen ved at elevenes kunnskap blir fragmentert ved at sammenhengene i fagstoffet ikke blir koblet sammen (diSessa A. A., 1988).

På den annen side kan denne typen hyperkoblinger gjøre at elevene får utfyllende informasjon som kan støtte deres forståelse (Maagerø & Tønnesen, 2014, ss. 57-58). *Element 8-10 i Skolestudio* oppfordrer også elevene i noen oppgaver til å søke ekstern informasjon på nettet. Dette kan på den ene siden være positivt ved at elevene kan tilegne seg kunnskap ut over det som står i læremidlene og finne dagsaktuelt innhold som oppleves relevant for elevene. På den annen side så er det her en fare for at elevene blir distraheret og søker på ting utenom det som var oppgaven. Hyperkoblinger kan dermed ha både positive og negative virkninger i forhold til dybdelæring.

Hyperkoblinger kan styrke sammenhenger ved at man kan bevege seg mellom ulike temaer og slik se koblingene mellom dem (Landow, 2006, s. 275). Et eksempel fra *Skolen* der hyperkoblinger brukes for å vise sammenhenger mellom naturfagstemaer er podcasten om gjenvinning fra «Tverrfaglige temaer» som ligger nederst på siden for *Naturfag 8-10* med en hyperkobling. Slik skaper *Skolen* sammenheng mellom informasjon som ligger ulike steder innad i det digitale læremiddelet. *Skolestudio* utnytter ikke denne muligheten i like stor grad, foruten om i «Tverrfaglige temaer» der de har hyperkoblinger til aktuelle læringsmoduler innen *Element 8-10*.

I lærerveiledningen til temaet «Cellers oppbygning, fotosyntese og celleånding» i *Element 8-10 i Skolestudio* fremheves også sammenhengen til andre temaer. Her står det «Celleånding (forbrenning) er også brukt som eksempel på en kjemisk reaksjon i "Kjemiske reaksjoner" i temaet "Stoffer". Oppfordre gjerne elevene til å se disse i sammenheng» (Gyldendal, 2021). Her får læreren ansvaret for å påpeke sammenhengene mellom temaene for elevene. Det står derimot ikke konkret hvordan læreren kan gjøre dette.

De tverrfaglige temaene i *Skolen* er ikke koblet spesifikt opp mot fag og dermed kan det tyde på integrert tverrfaglighet (Kaufman, Moss, & Osborn, 2003). I de tverrfaglige temaene i *Skolestudio* er faginnholdet felles for fagene, men oppgavene er fordelt på ulike fag. Det kan tyde på moderat tverrfaglighet ved at elevene skal jobbe med de tverrfaglige temaene i fagene adskilt fra hverandre (Kaufman, Moss, & Osborn, 2003). Dette finner man derimot også igjen i fagfornyelsen der de tverrfaglige temaene er forklart i lys av hvert enkelt fag (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 61). Det er ikke nødvendigvis integrert tverrfaglighet som bidrar mest til dybdelæring, her spiller flere faktorer inn (FIKS, 2021). For eksempel hvor mange fag og temaer man velger som kan påvirke tidsaspektet og dersom kun små deler av fagene trekkes inn kan det gi overflatelæring (FIKS, 2021). For å undersøke dette videre vil derimot observasjon eller interaksjonsanalyse av undervisningssituasjoner være bedre egnet enn denne multimodale tekststudien.

Sammenhengen mellom de ulike fagene kunne kommet tydeligere frem i både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*. Selv om mange av fagene i *Skolen* tar for seg lignende temaer, blir ikke dette opplyst hverken i lærerveiledninger eller gjennom læringsmodulene. Her vil elevene oppleve sammenheng hvis de går inn på samfunnsfag og finner denne frem, men det er ikke skapt noe hyperkobling som tar brukeren fra naturfagssiden over til samfunnsfagssiden. Derfor blir ikke denne sammenhengen spesielt tydelig. I norsk kunne leseteksten om dovedyr, eller tekster i biblioteket slik som «Under polarisen», kobles til naturfagstemaet økosystemer eller næringskjeder. Da kunne de oppnådd moderat tverrfaglighet ved å jobbe med samme tema (økosystemer eller næringskjeder) i tett samspill på tvers av fag (Kaufman, Moss, & Osborn, 2003).

I *Skolestudio* ser vi lignende tendenser der både samfunnsfag og engelsk har temaer med lignende innhold som naturfag, uten at det er gjort en kobling mellom disse. I samfunnsfag har de et eget tema som heter naturen og menneskene og i engelsk har de temaer om blant

annet energi, vann og dyrenes intelligens. I begge læremidlene kunne derfor de tverrfaglige temaene og sammenheng mellom fagene knyttes enda bedre til de ulike temaene i naturfag gjennom for eksempel større utnyttelse av hyperkobling. På den annen side viser forskning at hyperkoblinger ikke er nok for å skape disse koblingene, og støtte fra læreren eller medelever er nødvendig (Ainsworth, 2014).

Inndelingen av læringsmodulene i de digitale læremidlene kan være av betydning for elevenes dybdelæring. *Naturfag 8-10 i Skolen* bruker som oftest en horisontal inndeling av læringsmodulene sine, der innholdet er fordelt på hver sin side og brukeren navigerer mellom sidene med piltaster. Dette kan være en fordel med tanke på at eleven ikke blir overveldet av informasjon og sanseinntrykk. På den annen side så kan det tenkes at det blir vanskeligere å se sammenheng mellom informasjonen på sidene når de skilles på denne måten.

Sammenhengene burde derfor fremheves for elevene av enten datasystemet eller av lærer. *Element 8-10 i Skolestudio* har benyttet seg mest av vertikal inndeling av læringsmodulene, altså at man blar nedover siden. Denne typen inndeling kan hjelpe elevene med å se hvordan de ulike aspektene ved naturfagstemaet henger sammen. Dersom informasjonsmengden blir for stor kan dette derimot medføre kognitiv overbelastning hos elevene (Mayer & Moreno, 2003). Da vil ikke elevene kunne ta inn over seg informasjonen som gis. Her vil støtten og tilpasning av innholdet i læringsmodulene til elevenes nivå være avgjørende.

5.3 Digitale støttestrukturer og dybdelæring

Både *Skolen* av Cappelen Damm og *Skolestudio* av Gyldendal har digitale støttestrukturer som kan hjelpe elevene i læringen. Et eksempel på digitale støttestrukturer i læremidlene kan være simuleringer fra programmeringsoppagavene. Her kan systemet fungere som en støtte for læringen gjennom at elevene er aktive deltakere i de naturfaglige prosessene. Simuleringer gir mulighet til en utforskende tilnærming som kan vise elevene sammenhengen mellom handlingene som utføres og den simulerte effekten de får (Engebretsen, Skrift/bilde/lyd. Analyse av sammensatte tekster, 2010, s. 129). Det kan bidra til elevenes dybdelæring ved at de får erfaring og økt forståelse for de naturvitenskapelige prosessene (Voll, Øyehaug, & Holt, 2019, s. 33). Det forutsettes derimot av at elevene reflekterer rundt det de gjør og knytter det opp mot den bakenforliggende teorien (Knain & Kolstø, 2019, s. 42).

Multi User Virtual Environments (MUVE) er en type simulering som ikke er utnyttet i de digitale læremidlene. Elevene kunne da utforsket naturfaglige fenomener virtuelt gjennom rollespill med avatarer. Da hadde de utviklet forståelse gjennom samarbeid og refleksjon over sammenhengene mellom handling og effekt (Knain & Kolstø, 2019, s. 42; Mørch et al., 2018). På den annen side så nevner informanten fra Cappelen Damm at de har ventet med funksjoner for AR (Augmentet Reality) ettersom det er viktig at skolene er klar for å ta det i bruk. Dermed kan de strukturelle og institusjonelle faktorene rundt skolene spille inn på hvor vellykket slik implementering blir for elevenes læringsutbytte.

Skolen og Skolestudio inneholder refleksjonsprompts som er en støttemekanisme i systemet som kan fungere som en trigger for elevenes refleksjon og diskusjon med medelever (Furberg, 2009). Dette finner man blant annet gjennom illustrasjoner og undrende spørsmål underveis i fagtekstene. Speilingsverktøy er en annen type støtte der elevene blir oppmerksomme på sine handlinger (Soller et al., 2005). Dette finner vi igjen i de interaktive oppgavene i begge læremidlene ved at elevene får rød farge om de trykker på feil svar i en oppgave. Et steg videre herfra som gir økt grad av støtte er metakognitive verktøy (Soller et al., 2005). Det finner vi mest av i flervalgsoppgavene i *Naturfag 8-10 i Skolen* der en kort verbaltekst beskriver hva som er riktig løsning, uten å røpe hele svaret. Vi ser det også i de oppgavene der eleven kan trykke på brillene og se det riktige svaret.

Her kan det diskuteres om det å vise elevene riktig svar vil fremme dybdelæring hos elevene. En fallgrube her kan være at elevene bruker denne funksjonen uten å prøve å løse oppgavene på egenhånd først. På en annen side så er løpende vurdering et kjennetegn på dybdelæring (Wiske, Sick, & Wirsig, 2001). Disse interaktive oppgavene kan dermed være med på å vise elevene hvordan de ligger an i forhold til fagstoffet som skal læres og bli oppmerksom på hva de trenger å få bedre forståelse for.

Det tredje støttesystemet, veiledende verktøy, gir høy grad av støtte til elevene (Soller et al., 2005). I *Naturfag 8-10 i Skolen* finner man dette i form av skrivestøtte der systemet viser relevante begreper elevene kan bruke i teksten. Slik skrivestøtte kan hjelpe elevene med konstruksjonen og formidlingen av sin egen forståelse. De må derimot ha en forståelse av begrepene for å sette sammen en meningsfull tekst. Dermed kan denne typen støtte fungere bedre til å trigge elevenes forkunnskaper og på den måten bidra til dybdelæring (Sawyer, 2006, s. 4).

Element 8-10 i Skolestudio benytter seg i mindre grad av slike digitale støttesystemer. De bruker også farge i de interaktive oppgavene til å signalisere riktig og galt svar, men utenom dette er det kun illustrasjoner og bilder sammen med oppgaveteksten som kan fungere som støtte for å løse oppgavene.

Element 8-10 i Skolestudio har derimot mer læringsstøtte underveis i fagtekstene som kan trigge refleksjon. De bruker blant annet bredt spekter av illustrasjoner med hyperkoblinger som viser skriftlige forklaringer på illustrasjonene i læringsmodulene. Dette kan gjøre at elevene støttes i forståelsen av illustrasjonene. I tillegg har de gjennomgående «tenk over...» verbaltekstbokser. Disse kan fungere som refleksjonsprompts ettersom de stiller spørsmål elevene kan undre seg og reflektere over. Slik kan man si at denne typen støtte kan fremme dybdelæring mer enn flervalgsoppgaver som er ute etter faktakunnskap med ett riktig svar (Sawyer, 2006). Begge læremidlene inneholder også refleksjons- og utforskningsoppgaver som oppmuntrer elevene til å forklare fenomener med egne ord og se etter sammenhenger, som også samsvarer mer med dybdelæring (Sawyer, 2006).

I flere av forsøkene i begge de digitale læremidlene legges det opp til at elevene samarbeider med læringspartner. Samarbeid er også fremhevet i lærerveiledningene der det oppfordres til diskusjoner i klassen. Det kan tyde på at forlagene vektlegger et sosiokulturelt perspektiv, der læring skjer i fellesskap med andre (Vygotsky, 1978; Mørch, Caruso, Hartley, & Ludlow, 2018). Det at elevene skal bruke teknologiske redskaper til samarbeidsoppgaver er et eksempel på datastøttet samarbeidslæring i de digitale læremidlene. Da er elevene aktive gjennom samarbeid med forsøkene og bruker teknologien til å mediere læringen ved å fylle inn tabellene (Arnseth & Ludvigsen, 2006). Dette samsvarer med dybdelæring koblet opp mot 21st Century Skills, der samarbeid og kommunikasjon er sentrale elementer ved dybdelæring (Fullan, Quinn, & McEachen, 2018). Forsøkene i de digitale læremidlene kan også sees på som utforskende arbeidsmetoder der elevene oppnår dybdelæring ved å reflektere over prosessene i forsøket og begrunne dette med naturvitenskapelige teorier (Voll, Øyehaug & Holt, 2019, s. 42).

Jeg kan ikke finne eksempler der samarbeid fremheves i arbeidet med de digitale læremidlene utenom i forsøkene og spørsmål underveis i fagtekstene som kan diskuteres med andre. Det kan derfor argumenteres for at de digitale læremidlene vektlegger kognitivt læringsperspektiv ettersom flesteparten av oppgavene legger opp til individuelt arbeid.

Element 8-10 i Skolestudio og *Naturfag 8-10 i Skolen* kunne utnyttet mulighetene for samarbeid ytterligere ved å for eksempel oppfordre elevene til å forklare naturfagsfenomenene til hverandre med utgangspunkt i illustrasjonene. Fra et dybdelæringsperspektiv kunne dette muligens være en bedre oppsummering av fagtekstene enn individuelle flervalgsoppgaver. Ved å bruke egne ord til å forklare illustrasjonene ville elevene bli aktive produsenter og slik utøve en høyere grad av forståelse (Anderson & Krathwohl, 2001; Leino, Tanuha-Piironen, & Sommers-Piironen, 2012). Da utnyttes potensialet som datastøttet samarbeidslæring har til å bidra til læring ved å skape meningsfylte læringskontekster for samhandling mellom elevene (Lipponen et al., 2003; Arnseth & Ludvigsen, 2006). Samarbeid kan fremme dybdelæring ved at elevene kan lære av hverandre og bli presentert nye perspektiver som kan bidra til å se sammenhenger de ikke ville sett på egenhånd (Knain & Kolstø, 2019, s. 52).

Det at læreren har mulighet til å endre på læringsmodulene kan være med på å gjøre innholdet mer relevant for deres aktuelle klasse. Lærere kan for eksempel tilpasse læringsmodulene til sin klasse ved å endre på rekkefølgen i læringsmodulene. I *Skolestudio* finnes det i tillegg en funksjon for at lærerne kan legge inn eget innhold. Dette kan fremme dybdelæring ved at fagstoffet blir tilpasset elevenes individuelle nivå, noe som samsvarer med kriteriene for gode læringsressurser fra senter for IKT i utdanningen (2012). Differensiering individuelt og tilpasning til målgruppen var her noen av kriteriene (Senter for IKT i utdanningen, 2012).

Forlagenes valg av distribusjonsmåte der lærerne får mulighet til å velge og endre innholdet som sendes til elevene kan dermed ha en positiv effekt på elevenes læring. Når elevene får faginnhold som er tilpasset sitt læringsnivå kan det øke deres forståelse av innholdet og gjøre at de opplever mestring. Dette kan gjøre at elevene blir motivert og utvikler positive holdninger til faget som er en forutsetning for dybdelæring (OECD, 2016).

Medieaffordansen lagring og distribusjon blir også utnyttet av begge læremidlene ved at elevsvar lagres og vises som statistikk. Læreren kan slik få innsikt i elevenes progresjon og i elevenes svar på oppgaver. Dette kan støtte læreren ved tilbakemeldinger og oppfølging av elevene. Dette vil igjen påvirke elevenes læringsutbytte og dybdelæring ved at tilbakemeldingene blir tilpasset ut ifra elevenes behov (OECD, 2016). Da kan de digitale læremidlene fungere som en støtte for læreren med å hjelpe elevene fra deres nåværende nivå til deres potensielle læringsnivå (Vygotsky, 1978).

5.4 Multimodalitet og dybdelæring

I dette avsnittet vil jeg drøfte hvordan modalitetene i de digitale læremidlene kan fremme dybdelæring. Slik jeg nevnte innledningsvis har forskning vist at bruk av ulike modaliteter har mange positive sider. Modalitetene kan utfylle hverandre ved å framheve forskjellige aspekter ved et fenomen (Ainsworth, 2008). Det kan vi se i begge læremidlene der de tar i bruk både video, simuleringer, lyd, verbaltekst, illustrasjoner og fotografier til å forklare naturvitenskapelige fenomener. Gjennom de ulike modalitetene presiseres og nyanseres framstillingen av de naturfaglige fenomenene. Dette skjer ved at de ulike modalitetenes affordans åpner for at flere sider ved fenomenet kommer fram (Kress et al., 2001, s. 13). Gjennom fotografier og illustrasjoner kan fenomenet vises visuelt, verbalspråkets affordans gir forklaringer og symboler slik som piler kan skildre prosesser. Slik oppstår et tett samspill mellom modalitetene.

Forskning viser derimot også utfordringer ved bruk av ulike modaliteter. Dette blir blant annet forbundet med elevenes evne til å bevege seg på tvers av uttrykksformene og se sammenhengen mellom modalitetene (Wu, Krajcik, & Soloway, 2001). I *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* blir sammenhengene fremhevet gjennom verbalteksten. I for eksempel læringsmodulene om celler (*Skolen*) og nerveceller (*Skolestudio*) blir fenomenet fremstilt både som illustrasjon og gjennom video. Her kobles verbaltekstene til videoene og illustrasjonene gjennom at verbalteksten forklarer og stiller spørsmål til det som fremstilles i de andre modalitetene.

De digitale læremidlene gir også støtte til å bevege seg på tvers av modalitetene gjennom uthevingsteknikker. Eleven får støtte i å gå fra å lese verbalteksten til å lese illustrasjonene ved at sentrale begrep i teksten blir uthevet og at man finner samme begrep i illustrasjonene. Her brukes uthevingsteknikker som at sentrale begreper understrekes med fet skrift (*Skolen*) og kontrastfarget bakgrunn (*Skolestudio*). Allikevel så vil læreren spille en viktig rolle i å tydeliggjøre sammenhengene mellom modalitetene. Lærerveiledningene bør dermed gi råd om hvordan lærerne kan støtte elevene i å se sammenhengene mellom modalitetene. Dette kan for eksempel være å hjelpe elevene med å finne likheter og forskjeller og koble det til forkunnskapene.

Dette finner vi eksempler på i lærerveiledningen fra *Naturfag 8-10 i Skolen* om deltemaet «Celler». Her står det at læreren først «...kan starte med å høre hva elevene forbinder med celler» (Cappelen Damm, 2021), deretter skal elevene gå «..i dybden på likheter og ulikheter ved de forskjellige hovedtypene av celler» (Cappelen Damm, 2021). I samhandling med lærer vil da elevene få aktivert forkunnskaper og relatert dette til naturfagstemaet «Celler». Videre skal eleven bygge på forkunnskapene ved å finne likheter og forskjeller mellom ulike typer celler. Elevene kan da støttes i overgang mellom verbalteksten som gir forklaringer og illustrasjonene som viser hvordan cellene ser ut. Dette er et eksempel på sosiokulturelt perspektiv på læring der elevene i samhandling med medelever og lærer kan utvikle dybdelæring gjennom diskusjoner som beveger seg på tvers av modalitetene og se sammenhenger mellom dem.

Multimodal redundans finner jeg også en del eksempler på i begge læremidlene. Her kan for eksempel bilde og tekst formidle samme informasjon, men på forskjellig måte (Løvland, 2011, s. 77). Man kan dermed stille seg spørsmålet om elevene får dypere læring når modalitetene formidler samme informasjon? For å svare på dette spørsmålet vil det være relevant å trekke inn lesing som grunnleggende ferdighet. Grunnleggende ferdigheter er avgjørende redskaper for læring i alle fag. Leseferdigheter i naturfag går ut på at elevene går fra å finne og bruke informasjon i tekster til å forstå tekster med stadig flere fagbegreper, symboler, tabeller og figurer (Utdanningsdirektoratet, 2020, ss. 62-63). Det at elevene kan lese ulike naturfaglige uttrykksformer vil derfor være av betydning for deres læring. For eksempel i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* benyttes både diagrammer og tabeller. Det å kunne lese disse er en del av scientific literacy, ved at elevene skal kunne *tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte* (OECD, 2016).

Redundans kan være positivt dersom målet er å være tydelig og unngå misforståelser. Ved høy grad av redundans der innholdet i teksten overkommuniseres kan dette derimot gjøre at teksten oppleves uinteressant og passiviserende for elevene (Løvland, 2011, s. 77). I de digitale læremidlene opplever jeg likevel at selv om bildene er gjengivelse av verbaltekstens innhold så bidrar de til at det som kan oppleves som abstrakt naturfaglig kunnskap blir enklere å forstå. Det kan utvide innholdet og gi elevene økt forståelse tilknyttet det naturfaglige fagstoffet. Dette skal jeg drøfte videre nedenfor.

Elever lærer på forskjellig måte så det å aktivere flere sanser gjennom multimodalitet kan bidra til å øke læringsutbyttet for enkelte elever (Shams & Seitz, 2008; Naturfagssenteret, 2018, s. 63). For de elevene som for eksempel ikke er så sterke lesere vil videoer og bilder få stor betydning. Det å inkludere for eksempel bilder, video og animasjoner har også en funksjon ved at det kan påvirke elevenes motivasjon og holdninger til naturfag. Slik informanten til Gyldendal uttrykte at variasjon i bruken av modaliteter gir liv til faget og kan inspirere elevene. Det kan oppleves tungt å kun lese naturfag med verbaltekst uten andre modaliteter.

Multimodalitet kan derfor ha betydning for elevers interesse og vilje til å engasjere seg i naturfaglige temaer. Dette nevnes også i IKT senteret sine kriterier for hva som kvalifiserer gode digitale læringsressurser. Her fremheves at læremidlene blant annet skal være tilpasset målgruppen og være engasjerende. Slik kan det å variere bruk av ulike modaliteter gjøre at kunnskapsutviklingen og motivasjonen til elevene økes (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 68). På en annen side så viser også forskning at elever kan ha utfordringer med å forstå hva de ulike modalitetene formidler (Furberg, Kluge, & Ludvigsen, 2013). Elevene bør derfor støttes av lærer i denne forståelsen.

Elevenes motivasjon og dybdelæring kan også øke gjennom kreativt arbeid som støtter elevers utforskning (Ohlsson, 2011; Voll, Øyehaug & Holt, 2019, s. 42). Det kan elevene gjøre for eksempel ved å skape egne representasjoner gjennom ulike modaliteter. At elevene uttrykker seg gjennom bruk av ulike modaliteter kan være en måte å utvikle skrivekompetanse i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2020, ss. 62-63). Det kan bidra til dybdelæring ved at elevene er aktive i egen læringsprosess, analyserer, vurderer og skaper (Sawyer, 2006; Anderson & Krathwohl, 2001). I følge Wiske et al., (2001) er et kjennetegn ved undervisning som fører til dyp forståelse hos elevene mange og varierte måter for elevene å uttrykke læringsmålene på. Om elevene arbeider med å lage representasjoner kan læreren også få innsikt i elevenes læringsprosesser slik at misoppfatninger avdekkes. Læreren kan da støtte elevenes dybdelæring gjennom omstrukturering av kunnskapen til meningsfulle sammenhenger (diSessa A. A., 1988; Ohlsson, 2011).

Et annet kjennetegn på dyp forståelse hos elevene som Wiske et al., (2001) nevner er rike og relevante temaer som interesserer elever og lærere. Det at læremiddelet er digitalt gir muligheter for å stadig oppdatere innholdet, som informantene også nevner i sine intervjuer.

Slik kan de oppdatere innholdet med for eksempel dagsaktuelle nyheter som kan være relevant for elevene som målgruppe. *Naturfag 8-10 i Skolen* presenterer innholdet gjennom for eksempel modaliteten video i form av «Youtubere sjekker ut» og modaliteten lyd gjennom podcast, som kan appellere til elevene. Det å engasjere elevene er del av kriteriene for gode digitale læringsressurser (Senter for IKT i utdanningen, 2012). Begge læremidlene gir også hverdagslige eksempler som elevene mest sannsynlig har erfaring med. Dette kan gjøre at fagstoffet oppleves relevant for elevene og de får aktivisert forkunnskapene noe som tilrettelegger for dybdelæring (Sawyer, 2006).

Noen modaliteter kan gi et autentisk aspekt i forhold til naturvitenskapen. *Naturfag 8-10 i Skolen* har videoer som inneholder videoklipp fra realistiske naturomgivelser, med en stemme i bakgrunnen som forklarer innholdet. Flesteparten av videoene i *Element 8-10 i Skolestudio* inneholder derimot videoklipp av en person som forklarer fagstoffet med animasjoner som kommer opp for eksempel på en tavle som illustrerer naturfagstemaet som forklares. Jeg opplever disse videoene nesten som tradisjonell forelesning med innslag av animasjon. Informanten fra *Skolen* snakket om at hvis man føler behov for å ta notater underveis i filmene så inneholder de for mye informasjon og burde visualiseres mer og forenkles. Videoene i *Element 8-10 i Skolestudio* kunne dermed for å bidra til dybdelæring vært mer visuell og gjerne med innslag av naturalistiske videoklipp som støtte for informasjonen.

I naturfagskontekst tenker jeg at det er en fordel å bruke naturalistiske videoklipp fra naturen og fenomenet man ønsker å presentere. Grunnen til dette er at det kan være abstrakte konsepter og dermed vil videoaffordansen med mulighet til tredimensjonal visualisering kunne gjøre fenomenet mer håndgripelig for elevene (Maagerø & Tønnesen, 2014, s. 38). Jeg tenker at disse type filmene også kan virke mer motiverende og inspirerende enn videoer fra klasseromsettingen som elevene allerede befinner seg i. Med videoer så har man mulighet til gjennom skjermen å ta elevene med ut i verden og gi elevene erfaring visuelt med naturfenomener de ikke har fra før (Maagerø & Tønnesen, 2014, ss. 38-39). Slik vil video som modalitet kunne bidra til dybdelæring ved at de kan skape en sammenheng mellom den abstrakte fagkunnskapen og elevenes virkelige verden (Knain, 2006).

6. Avslutning

Jeg vil i dette siste kapitlet først presentere metodene jeg har brukt for å besvare min problemstilling. Videre vil jeg presentere mine funn og konklusjon på problemstillingen med en inndeling av det som er felles for *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*, deretter det som er ulikt og til slutt kommentarer på hva som kan være forbedringer tilknyttet dybdelæring. Som avslutning vil jeg vurdere betydningen av mine funn og gi forslag til videre forskning på bakgrunn av arbeidet jeg har utført.

6.1 Oppsummering av forskningsmetode

Jeg har i dette forskningsprosjektet hatt som formål å finne svar på problemstillingen:

Hvordan kan det multimodale samspillet i digitale læremidler bidra til dybdelæring?

Problemstillingen ble avgrenset til rammene for en masteroppgave ved formuleringen av tre forskningsspørsmål. Det første, og mest sentrale for å besvare problemstillingen, er: På hvilke måter kan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* bidra til dybdelæring i naturfag? Mitt forskningsdesign ble dermed en komparativ casestudie med multimodal tekstanalyse som hovedmetode. Her ble utvelgelsen av tekstutdrag fra de digitale læremidlene tatt på bakgrunn av dybdelæringskriterer. Deretter analyserte jeg de to hovedformene for multimodalt samspill som er multimodal kohesjon og funksjonell spesialisering.

For å kunne fordype meg i de digitale læremidlene ønsket jeg i tillegg å supplere med en undersøkelse av hvordan forlagene selv vektla dybdelæring i utviklingen av de digitale læremidlene. Det andre forskningsspørsmålet ble derfor: Hvordan blir dybdelæring vektlagt av Gyldendal og Cappelen Damm i deres arbeid med design, produksjon og distribusjon av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*? For å besvare dette gjennomførte jeg semistrukturerte dybdeintervjuer med en informant fra hvert av forlagene som var sentral i det redaksjonelle arbeidet med de digitale læremidlene. Datamaterialet gjennomgikk en tematisk analyse der jeg så etter likheter og forskjeller mellom de to intervjuene.

Intervjuene ble analysert videre i sammenheng med de digitale læremidlene gjennom dette tredje forskningsspørsmålet: Hvordan kommer Gyldendal og Cappelen Damm sin vektlegging

av dybdeløring til syne i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*? Her gjorde jeg en etterbehandling der jeg sammenlignet funnene fra analysen av intervjuene med funnene fra den multimodale tekstanalysen på bakgrunn av dybdeløringsskriterier. På den måten ble sosialsemiotisk multimodalitetsteori brukt som rammeteori og teorier rundt dybdeløring som st tteteori. Her identifiserte jeg fire temaer i relasjon til dybdeløring i de digitale læremidlene: naturfaglig kompetanse, sammenhenger, digitale støttestrukturer og multimodalitet. For å besvare det første forskningsspørsmålet i sin helhet gjennomførte jeg en kritisk drøfting av disse temaene opp mot det første forskningsspørsmålet: På hvilke måter kan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* bidra til dybdeløring i naturfag?

6.2 Hovedfunn og konklusjon

Konklusjonen er sammenfattet nedenfor ved at jeg først viser det som er felles for begge læremidlene i relasjon til hvordan deres multimodale samspill kan bidra til dybdeløring. Deretter fremhever jeg hvordan det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* på ulike måter bidrar til dybdeløring. Til slutt gir jeg egne refleksjoner med forslag til hvordan det multimodale samspillet i de digitale læremidlene kan forbedres for å bidra til dybdeløring.

Det multimodale samspillet i både *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* kan bidra til dybdeløring ved at de har:

- Få naturfagstemaer (8 og 11), som kan gi elevene mer tid i hvert tema til å fordype seg og utvikle varig forståelse.
- Funksjoner der læreren kan bestemme hva elevene skal få tilgang til og endre rekkefølgen på læringsmodulene. Da kan innholdet tilpasses elevenes behov. Differensiering kan gi elevene mestringsfølelse og dermed motivasjon og positive holdninger til faget.
- Statistikk som viser hvor mange av elevene som har fullført læringsmoduler. Læreren har også mulighet til å lese elevenes skriftlige svar. Disse funksjonene kan støtte lærerne i oppfølging av elevene.
- Hverdagslige eksempler og undrende spørsmål som kan gjøre at fagstoffet føles relevant for elevene og de får aktivert forkunnskapene. Det tilrettelegger for dybdeløring.

- Variasjon i modaliteter (video, simuleringer, lyd, verbaltekst, illustrasjoner og fotografier) som kan bidra til at de utfyller hverandre gjennom de ulike modalitetenes affordans. Da fremheves ulike aspekter ved de naturfaglige fenomenene.
- Variasjon i modaliteter kan bidra til å øke læringsutbyttet for enkelte elever ettersom de lærer på ulik måte og aktivering av flere sanser kan bidra til at elevene husker innholdet bedre. Det kan gjøre innholdet mer interessant og skape engasjement hos elevene.
- Refleksjons- og utforskningsoppgaver som oppmuntrer elevene til å forklare fenomener med egne ord og se etter sammenhenger.
- Uthevingsteknikker av sentrale begreper som kan gi elevene støtte i å bevege seg på tvers av modalitetene.
- Lærerveiledninger som gir råd til hvordan læreren kan hjelpe elevene ved å peke på sammenhenger mellom temaer.
- Multimodal redundans, at modalitetene formidler samme informasjon på forskjellig måte, som kan gjøre innholdet tydelig og utvide innholdet. Det kan gi elevene økt forståelse tilknyttet det naturfaglige fagstoffet.

Det multimodale samspillet i *Element 8-10 i Skolestudio* kan bidra til dybdelæring gjennom:

- Funksjon der læreren kan legge til eget innhold som kan gjøre innholdet mer relevant for deres aktuelle klasse og tilpasse til elevenes individuelle nivå.
- Stor variasjon i produksjonsoppgaver med skriving, lyd og videoopptak, kamera og tegnefunksjon. Dette kan bidra til skriftlig naturfagskompetanse ved at elevene uttrykker seg gjennom ulike representasjonsformer, som også kan gi læren innblikk i elevenes læringsutbytte og gi tilpasset oppfølging.
- Illustrasjoner med hyperkoblinger med begreper og forklaringer. Det kan bidra til interaksjon der elevene er aktive underveis i tekstene og skaper ny kunnskap gjennom utforskning av illustrasjonene. Det kan også skape sammenheng mellom verbalteksten og illustrasjonene der de samme begreper går igjen.
- Rikt utvalg med forsøksaktiviteter der elevene får anvendt den naturfaglige kunnskapen og trent på naturvitenskapelige ferdigheter. Her oppnår de dybdelæring ved å analysere, vurdere og skape. Forsøkene kan også gjøre at elevene ser sammenheng med teori og praksis og at fagstoffet oppleves relevant.

- Vertikal inndeling av læringsmodulene som kan gi dybdelæring ved at det kan bli enklere for elevene å se hvordan de ulike aspektene ved naturfagstemaet relateres til hverandre.

Det multimodale samspillet i *Naturfag 8-10 i Skolen* kan bidra til dybdelæring gjennom:

- Et bredt spekter av interaktive oppgaver som gir elevene løpende vurdering med umiddelbar respons.
- Skriveoppgaver med digitale støttestrukturer som kan hjelpe elevene med konstruksjonen og formidlingen av sin egen forståelse.
- Stor variasjon i innhold som kan appellere til elevenes interesser og skape engasjement. Slik som for eksempel «Youtubere sjekker ut» og podcaster.
- Å først gi overflatekunnskap som utgangspunkt for videre utvikling av dybdelæring. *Naturfag 8-10 i Skolen* går fra det enkle, med faktakunnskap og reproduserende kunnskap, til det mer komplekse oppgaver med utforskning og refleksjon.
- Hyperkoblinger der eleven overføres til en ny side. Det kan gjøre at eleven får utfyllende informasjon som kan støtte deres forståelse. Det kan også skapes sammenheng mellom informasjon som ligger ulike steder innad i det digitale læremiddelet.
- Horisontal inndeling kan være en fordel for å ikke overvelde elevene av informasjon og sanseintrykk slik at elevene kan konsentrere seg om å fordype seg i det aktuelle fenomenet.

Hva kan forbedres i de digitale læremidlenes multimodale samspill for å bidra til dybdelæring?

- Sammenhengene innad i faget og mellom ulike fag kunne vært tydeligere, ved å for eksempel påpekes i verbaltekstene eller med hyperkoblinger. Lærerveiledningene kunne også vært tydeligere på hvordan læreren kan hjelpe elevene med å se sammenhenger.
- Mer vekt på samarbeidslæring som tydeliggjøres i lærerveiledninger og oppgaver. Elevene kan for eksempel bruke illustrasjonene til å diskutere de naturfaglige prosessene med hverandre.
- Chattefunksjoner eller andre muligheter for kommunikasjon, tilbakemeldinger og samarbeid kan også utnyttes i større grad.

- Simuleringer gjennom AR (Augmentet Reality) der elevene kan for eksempel bevege objekter kan også være modaliteter som forlagene kan utnytte i større grad sine digitale læremidler. Da bruker elevene flere sanser som gjør at elevene husker bedre, de får presentert nye aspekter ved fenomenet som kan bidra til økt forståelse.
- Multi User Virtual Environment (MUVE) er også et spennende felt som de digitale læremidlene ikke har inkludert. Det kunne gitt elevene muligheter for utforskning av naturfaglige fenomener gjennom virtuelt rollespill for å gi elevene forståelse for sammenhengene mellom handling og effekt. Det er også spillpreget som kan påvirke elevenes motivasjon og engasjement.
- *Element 8-10 i Skolestudio* kunne hatt mer visualisering i sine videoer som støtte for faginnholdet. Her kunne de også anvendt mer naturalistiske videoklipp av naturfenomenene for å gjøre den abstrakte fagkunnskapen konkret og vise sammenhengen med elevenes virkelighet.
- *Naturfag 8-10 i Skolen* kunne hatt lengre eller flere læringsmoduler med faginnhold for å gi elevene mer faglig fordypning. Flere forsøktaktiviteter og produksjonsmåter ville også vært med å bidra til elevenes dybdelæring gjennom anvendelse og produksjon av naturfaglig kompetanse.

Min hypotese i begynnelsen av prosjektet var at de mange mulighetene digitale læremidler gir til ulike representasjonsformer av lærestoffet kan bidra til dybdelæring. Min konklusjon er at det multimodale samspeillet i de digitale læremidlene *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* kan bidra til dybdelæring på mange ulike måter, slik jeg har listet opp ovenfor. Det er likevel en forutsetning at lærerne er involvert i å hjelpe elevene med å se sammenhenger på tvers av faget og på tvers av de ulike modalitetene (Ainsworth, 2014). Elevene må også få støtte til å forstå det de ulike modalitetene formidler (Furberg, Kluge, & Ludvigsen, 2013). Selv om det er forskning som viser utfordringer med multimodalitet, så veier etter min mening de positive sidene ved bruk av flere modaliteter i naturfagtekster opp for dette. Hvis man er bevisst utfordringene og finner gode løsninger på disse så kan man dra nytte av de mange mulighetene multimodalitet gir for dybdelæring, slik funnene i denne oppgaven viser.

6.3 Studiens implikasjoner

Hensikten med dette studiet ligger ikke i å generalisere funnene til å gjelde alle digitale læremidler eller i alle fag. Til dette er utvalget for smalt. Ettersom jeg kun har analysert et lite utdrag fra disse digitale læremidlene, kan heller ikke resultatene være dekkende for disse digitale læremidlene i sin helhet. Dersom jeg hadde brukt andre utdrag kunne resultatene vært annerledes. Formålet med denne studien er heller siktet mot å gi konkrete eksempler på hvordan det multimodale samspillet i de aktuelle utdragene fra *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* kan bidra til naturfaglig dybdelæring. For å trekke mer generelle slutninger kreves et større omfang av datamateriale enn det en masteroppgave gir mulighet for. Rammene av en masteroppgave og mitt tverrfaglige perspektiv gjør at jeg heller ikke får gått i dybden på de ulike disiplinene og dermed kan noen aspekter ha blitt utelatt. Jeg håper derimot min oppgave kan inspirere andre til å gå videre med lignende forskning. Etter min mening er det en viktig problemstilling å få innsikt i med tanke på satsningen på digitalisering i skolene og fagfornyelsens formål om økt dybdelæring.

Å studere digitale læremidler opp mot dybdelæring i et designperspektiv kan være av interesse for flere aktører. Denne studien kan ha betydning for blant annet forlag eller andre som utvikler digitale læremidler i naturfag. De kan bruke resultatene fra denne studien og sammenligne med sine egne digitale læremidler og gjøre egne vurderinger hvordan dybdelæring kan komme frem i deres læremidler. Analyseskjemaet for multimodalt samspill kan også brukes av tilbyderne av digitale læremidler for å bli bevisst hvordan de selv utnytter mulighetsrommet for multimodal kohesjon og funksjonell spesialisering. Det å gi elever naturfaglig dybdelæring kan være av samfunnsmessig betydning i forhold til utfordringene man vil stå ovenfor i fremtiden med for eksempel klima. Det å kunne se sammenhenger, reflektere og anvende tidligere kunnskap i nye kontekster vil være av stor betydning for å forstå og finne løsninger på komplekse problemstillinger.

Denne tverrfaglige studien kan også være et bidrag til forskning innen sosialsemiotisk multimodalitetsteori, dybdelæring i naturfag og teknologistøttet læring. Jeg har med min oppgave illustrert hvordan disiplinene kan komme sammen i en felles vurdering av min case naturfaglig dybdelæring gjennom digitale læremidler.

6.4 Forslag til videre forskning

Som forslag til videre forskning kunne man studert læreres erfaringer med bruk av digitale læremidler for dybdeløring i naturfag. Da kunne man for eksempel intervjuet lærere som har brukt *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen* i egen undervisning. Man kunne også studert lærerens rolle i å skape sammenhenger mellom ulike modaliteter, innad i faget og på tvers av fag. Da ville man undersøkt lærerens betydning for elevenes dybdeløring. Det kunne man gjort gjennom observasjoner av undervisningssituasjoner.

Et annet interessant studieobjekt kan være elevenes bruk av *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*. Da kan man observert hvordan de digitale læremidlene gir elevene dybdeløring i praksis. På en annen side så kan det muligens være vanskelig å måle dybdeløring. En løsning kan være å interaksjonsanalyse av elevenes dialog i arbeidet med de digitale læremidlene der refleksjonsnivået i samtalene kan gi indikasjoner på forståelsen. Analyse av elevenes svar på oppgaver i de digitale læremidlene kan muligens også være en mulighet for å studere elevenes forståelse etter å ha anvendt *Element 8-10 i Skolestudio* og *Naturfag 8-10 i Skolen*.

Referanseliste

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16*(3), pp. 183-198.
- Ainsworth, S. (2014). The Multiple Representation Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, (2 ed., pp. 464-486). Cambridge University Press.
- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011, August 26). *Drawing to Learn in Science*. Retrieved from Science mag: <https://science-sciencemag-org.ezproxy.uio.no/content/sci/333/6046/1096.full.pdf>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Arnseth, H. C., & Ludvigsen, S. (2006, Mai 10). Approaching institutional contexts: Systemic versus dialogic research in CSCL. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 1*(2), pp. 167–185.
- Baird, D. (2004). *Thing knowledge: A philosophy of Scientific Instruments*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017, April 1). Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education: A Meta-Analysis. *Review of educational research, 87*(2), pp. 309-344.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2011). Defining Twenty-First Century Skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care, *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17-66). Dordrecht: Springer.
- Bonner, D., Gilbert, S., Dorneich, M. C., Winer, E., Sinatra, A. M., Slavina, A., . . . Holub, J. (2016, September). The Challenges of Building Intelligent Tutoring Systems for Teams. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 60*(1), pp. 1981-1985.
- Braun, V., & Clark, V. (2006, Januar). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 4*, pp. 77-101.
- Bruner, J. (2002). *The Process of Education*. Harvard: Harvard University Press.
- Cappelen Damm. (2021, Mars 16). *Naturfag 8-10* . Retrieved from Skolen: skolen.cdu.no
- Chi, M. T., & Wylie, R. (2014, Oktober 2). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist, 49*(4), pp. 219-243.
- Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forlag.
- diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman, & P. B. Pufall, *Constructivism in the computer age* (pp. 49-70). Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum.
- Engebretsen, M. (2007). *Digitale diskurser: nettavisen som kommunikatív flerbruksarena*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Engebretsen, M. (2010). *Skrift/bilde/lyd. Analyse av sammensatte tekster*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

- Engen, B. K., Giæver, T. H., & Mifsud, L. (2018, Juli 3). It's a Fairy Tale. Using Tablets for Creating Composite Texts. *Journal of Interactive Learning research*, 29(3), pp. 301-321. Retrieved from Journal of Interactive Learning research: <http://www.learntechlib.org/p/184756/>
- Federici, R. A., & Vika, K. S. (2020, Juni 2). *Hjemmeundervisningen under koronastengte skoler*. Retrieved from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/tall-og-forskning/finn-forskning/rapporter/sporreundersokelse-til-skoleledere-skoleiere-og-larere-under-koronautbruddet-2020/>
- FIKS. (2021, Mars 10). *Hvorfor bør skoler arbeide flerfaglig og tverrfaglig?* Retrieved from Det utdanningsvitenskapelige fakultetet ved Universitetet i Oslo: <https://www.uv.uio.no/forskning/satsinger/fiks/kunnskapsbase/tverrfaglighet/hvorfor/>
- FIKS. (2021, Mars 10). *Hva er flerfaglig og tverrfaglig undervisning?* Retrieved from UiO tverrfaglighet i Kunnskapsbasen: <https://www.uv.uio.no/forskning/satsinger/fiks/kunnskapsbase/tverrfaglighet/hva/>
- FIKS. (2021, April 29). *Hvordan kan skoler arbeide tverrfaglig?* Retrieved from UiO tverrfaglighet i Kunnskapsbasen: <https://www.uv.uio.no/forskning/satsinger/fiks/kunnskapsbase/tverrfaglighet/hvordan/>
- Fjørtoft, S. O., Thun, S., & Buvik, M. P. (2019). *Monitor 2019 En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager*. Trondheim: SINTEF.
- Frey, N., Fisher, D., & Hattie, J. (2017, Mars 1). Surface, Deep, and Transfer? Considering the Role of Content Literacy Instructional Strategies. *Journal of adolescent & adult literacy*, 60(5), pp. 567-575.
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2018). *Deep learning – Engage the World Change the World*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Furberg, A. (2009, Mai 2). Socio-cultural aspects of prompting student reflection in Web-based inquiry learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), pp. 397-409.
- Furberg, A., Kluge, A., & Ludvigsen, S. (2013, Januar 25). Student sensemaking with science diagrams in a computer-based setting. *International journal of computer-supported collaborative learning*, 8(1), pp. 41-64.
- Gilje, Ø. (2017). *Læremidler og arbeidsformer i den digitale skolen*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., Dolonen, J. A., Furberg, A., Rasmussen, I., Kluge, A., . . . Skarpaas, K. G. (2016). *Med ARK&APP - Bruk av læremidler og ressurser for læring på tvers av arbeidsformer*. Retrieved from https://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/arkapp_syntese_endelig_til_trykk.pdf
- Gilje, Ø., Landfald, Ø. F., & Ludvigsen, S. (2019, Oktober 8). *Dybdelæring – historisk bakgrunn og teoretiske tilnærminger*. Retrieved from Utdanningsnytt: <https://www.utdanningsnytt.no/fagartikkel-forskning-pedagogikk/dybdelaering--historisk-bakgrunn-og-teoretiske-tilnaerminger/171562>
- Gyldendal. (2021, Mars 15). *Element 8-10*. Retrieved from Skolestudio: <https://www.skolestudio.no/Element--Naturfag--8-10/>
- Hellum, B. (2013). *Analyse av multimodale tekster. En holistisk modell*. Oslo: Scandinavian Academic Press / Spartacus forlag AS.

- Hodge, R., & Kress, G. (1988). *Social Semiotics*. Cambridge: Polity Press.
- Jorde, D., Strømme, A., Sorborg, Ø., Erlien, W., & Mork, S. M. (2003). *Virtual environments in science : viten.no*. Oslo: Forsknings- og kompetansenettverk for IT i utdanning, Universitetet i Oslo.
- Kapp, K. M., Blair, L., & Mesch, R. (2014). Chapter 2 Why Games, Gamification, and Simulations for Learning? In K. M. Kapp, L. Blair, & R. Mesch, *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practices* (pp. 13-33). San Francisco: Wiley.
- Kaufman, D., Moss, D. M., & Osborn, T. A. (2003). *Beyond the Boundaries. A Transdisciplinary Approach to Learning and Teaching*. Westport: Praeger Publishers.
- Kleven, T. A. (2002). *Innføring i pedagogisk forskningsmetode. En hjelp til kritisk tolkning og vurdering*. Oslo: Unipub forlag.
- Kluge, A. (2019). Learning science with an interactive simulator: negotiating the practice-theory barrier. *International Journal of Science Education*, 41(8), pp. 1071–1095.
- Knain, E. (2006, Januar 3). Achieving Science Literacy Through Transformation of Multimodal Textual Resources. *Science education*, 90(4), pp. 656-659.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2019). *Elever som forskere i naturfag* (2 ed.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Knain, E., Fredlund, T., & Furberg, A. (2021, Februar 1). Exploring Student Reasoning and Representation Construction in School Science Through the Lenses of Social Semiotics and Interaction Analysis. *Research in Science Education*, 51(1), pp. 93-111.
- Knain, E., Fredlund, T., Furberg, A., Mathiassen, K., Remmen, K. B., & Ødegaard, M. (2017). Representing to learn in science education: Theoretical framework and analytical approaches. *Acta Didactica Norge*, 11(3), pp. 1-22.
- Kress, G. (2003). *Literacy in the new media age*. London: Routledge.
- Kress, G. (2010). *Multimodality. A social semiotic approach to contemporary communication*. London og New York: Routledge.
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal Discourse. The modes and media of contemporary communication*. London: Oxford University Press Inc.
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2021). *Reading Images. The Grammar of Visual Design* (3 ed.). New York: Routledge.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning. The rhetorics of the science classroom*. London og New York: Continuum.
- Kunnskapsdepartementet. (2018, Juni 26). *Fornyelse innholdet i skolen*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/fornyelse-innholdet-i-skolen/id2606028/>
- Landfald, Ø. F. (2016). *Dybdeløring. En teoretisk studie av dybdeløringensbegrepet og dets betydning for elever i skolen*. (Masteravhandling). Oslo: Universitetet i Oslo.
- Landow, G. P. (2006). *Hypertext 3.0. Critical Theory and New Media in an Era of Globalization*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Løvland, A. (2006). *Samansette elevtekstar. Klasserommet som arena for multimodal tekstskapning*. Kristiansand: Høgskolen i Agder.

- Løvland, A. (2011). *På jakt etter svar og forståing. Samansette fagtekstar i skulen*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Leino, J., Tanuha-Piironen, E., & Sommers-Piironen, J. (2012). Adding Social Media to e-Learning in the Workplace: Instilling Interactive Learning Culture. *iJAC*, 5(3), pp. 18-25.
- Lipponen, L., Rahikainen, M., Lallimo, J., & Hakkarainen, K. (2003, Oktober). Patterns of participation and discourse in elementary students' computer-supported collaborative learning. *Learning and instruction*, 13(5), pp. 487-509.
- Maagerø, E., & Tønnesen, E. S. (2014). *Multimodal tekstkompetanse*. Kristiansand: Portal Akademisk.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003, Mars 1). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), pp. 43-52.
- Mørch, A. I., Caruso, V., Hartley, M. D., & Ludlow, B. L. (2018). Creating Contexts for Collaborative Learning in a 3D Virtual World for Distance Education. In Y. Qian, *Integrating Multi-User Virtual Environments in Modern Classrooms* (pp. 137-164). Hersey PA: IGI Global.
- Meld. St. 28. (2015-2016, April 15). *Fag – Fordypning – Forståelse — En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Retrieved from Kunnskapsdepartementet: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/>
- Naturfagssenteret. (2018). *Dybdeløring*. Retrieved from Naturfag: <https://www.naturfagssenteret.no/c1405589/binfil/download2.php?tid=2221923#page=4>
- NOU 2014:7. (2014, September 3). *Elevenes læring i fremtidens skole. Et kunnskapsgrunnlag*. Retrieved from Kunnskapsdepartementet: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-7/id766593/>
- NOU 2015:8. (2015, Juni). *Fremtidens skole — Fornyelse av fag og kompetanser*. Retrieved from Kunnskapsdepartementet: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/>
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. Paris: OECD Publications.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep learning: How the mind overrides experience*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ridderstrøm, H. (2020, Desember 4). *Bibliotekarstudentens nettleksikon om litteratur og medier. Hermeneutikk*. Retrieved from Litteratur og medie leksikon: <https://www.litteraturogmedieleksikon.no/gallery/hermeneutikk.pdf>
- Roth, W.-M., Pozzer-Ardenghi, L., & Han, J. Y. (2005). *Critical Graphicacy: Understanding Visual Representation Practices in School Science*. Dordrecht: Springer.
- Saussure, F. d. (1974). *Course in General Linguistics*. London: Fontana.
- Sawyer, R. K. (2006). Introduction: The new science of learning. In R. K. Sawyer, *the cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 1-18). New York: Cambridge University Press.
- Säljö, R., & Marton, F. (1976, Februar). On qualitative differences in learning: 1. Outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46, pp. 4-11.

- Säljö, R., & Marton, F. (1976, Juni). On qualitative differences in learning: 2. Outcome as a function of learners' conception of task. *British Journal of Educational Psychology*, 46, pp. 115–127.
- Schwebs, T., & Otnes, H. (2001). *Tekst.no. Strukturer og sjangrer i digitale medier*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Senter for IKT i utdanningen. (2012, Mars 27). *Kvalitetskriterier for digitale læringsressurser*. Retrieved from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/globalassets/filer/tall-og-forskning/rapporter/2012/kvalitetskriterier-diglaring-no.pdf>
- Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in cognitive sciences*, 12(11), pp. 411-417.
- Soller, A., Martinez, A., Jermann, P., & Muehlenbrock, M. (2005). From Mirroring to Guiding: A Review of State of the Art Technology for Supporting Collaborative Learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 15(4), pp. 261-290.
- Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitative metoder*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Tjora, A. H. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3 ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Universitetet i Oslo. (2020, Februar 7). *Lagring av gule data på privat maskin*. Retrieved from UiO Ledelsessystem for informasjonssikkerhet: <https://www.uio.no/tjenester/it/sikkerhet/lsis/tillegg/lagring/privat-maskin.html>
- Utdanningsdirektoratet. (2016, Desember 2). *Læringsutbytte - kvalitet i fagopplæringen*. Retrieved from <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/kvalitet-i-fagopplaringen/Administrasjon/Laringsutbytte/>
- Utdanningsdirektoratet. (2018, Februar 5). *Vedlegg ordliste*. Retrieved from Rammeverk for lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse (PFDK): <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/rammeverk-larerens-profesjonsfaglige-digitale-komp/vedlegg/#ordliste>
- Utdanningsdirektoratet. (2019, Mars 13). *Dybdelæring*. Retrieved from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020, Juni 16). *1.2 Definisjon av læremiddel*. Retrieved from Kunnskapsgrunnlag for kvalitetskriterium for læremiddel i norsk: <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/laremidler/kvalitetskriterier-for-laremidler/kunnskapsgrunnlag-kvalitetskriterium-norsk/oppdrag-og-bakgrunn/1.2.-definisjon-av-laremiddel/#154890>
- Utdanningsdirektoratet. (2020, Juli 8). *Innføring av nye læreplaner*. Retrieved from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/innforing-av-nye-lareplaner/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplanverket for kunnskapsløftet 2020: Grunnskolen*. Oslo: Pedlex.
- Utdanningsdirektoratet. (2021, Mars 26). *Tilskudd til kjøp av digitale læremidler 2021*. Retrieved from Udir: <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/nasjonale-satsinger/den-teknologiske-skolesekken/tilskudd-for-kjop-av-digitale-laremidler-2020/>

- van Leeuwen, T. (2005). *Introducing Social Semiotics*. New York: Routledge.
- Voll, L. O., Øyehaug, A. B., & Holt, A. (2019). *Dybdeløring i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind : a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wiske, M. S., Sick, M., & Wirsig, S. (2001). New technologies to support teaching for understanding. *International journal of educational research*, 35(5), pp. 483-501.
- Wu, H.-K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of reasearch in science teaching*, 38(7), pp. 821-842.

Vedlegg 1: Analyseeskjema

Element 8-10 i Skolestudio av Gyldendal

	Multimodal Kohesjon	Dybdelæring
Komposisjon		
Rytme		
Informasjonslenking		
Dialog		
	Funksjonell spesialisering	Dybdelæring
Verbaltekst		
Bilder og illustrasjoner		
Video, animasjoner og simuleringer		
Tabeller og diagrammer		
Medieaffordanser		

Element 8-10 i Skolestudio av Gyldendal

	Multimodal Kohesjon	Dybdelæring
Komposisjon		
Rytme		
Informasjonslenking		
Dialog		
	Funksjonell spesialisering	Dybdelæring
Verbaltekst		
Bilder og illustrasjoner		
Video, animasjoner og simuleringer		
Tabeller og diagrammer		
Medieaffordanser		

Vedlegg 2: Godkjenning fra NSD

31.5.2021

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



NSD sin vurdering

Prosjekttittel

Digitale læremidler for det 21. århundret – en komparativ analyse av forholdet mellom dybdelæring i Fagfornyelsen og digitale læremidler

Referansenummer

918778

Registrert

09.02.2021 av Anna Bellika - annbel@uio.no

Behandlingsansvarlig institusjon

Universitetet i Oslo / Det utdanningsvitenskapelige fakultet / Institutt for pedagogikk

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Palmyre Pierroux, palmyre.pierroux@iped.uio.no, tlf: +4722840737

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Anna Bellika, annbel@student.uv.uio.no, tlf: 48239014

Prosjektperiode

01.01.2021 - 01.06.2021

Status

18.02.2021 - Vurdert

Vurdering (2)

18.02.2021 - Vurdert

NSD har vurdert endringen registrert 17.02.21. Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 18.02.21. Behandlingen kan fortsette.

Institutt er endret fra "Institutt for lærerutdanning og skoleforskning (ILS)" til "Institutt for pedagogikk (IPED)"

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er

avsluttet.

Lykke til videre med prosjektet!
Kontaktperson hos NSD: Line Raknes Hjellvik

Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

16.02.2021 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 16.02.2021. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

<https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 01.06.2021.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), og dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Zoom er databehandler i prosjektet. NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

Vedlegg 3: Informasjonsskriv og samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet

En komparativ studie av digitale læremidler i naturfag – Dybdelæring gjennom digitale læremidler i lys av sosiosemiotisk multimodalitetsteori

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å gi innsikt i hvordan digitale læremidler kan designes for å fremme dybdelæring. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Høsten 2020 ble Fagfornyelsen innført. Her ble dybdelæring vektlagt i større grad med fokus på blant annet refleksjon, kritisk tenkning og samarbeid slik at elevene utvikler ferdigheter som trengs i møte med fremtidens utfordringer. I tillegg viser rapporten Monitor 2019 at omtrent tre av fire lærere bruker digitale læremidler i stor eller svært stor grad i undervisningen. Med utgangspunkt i at dette ønsker jeg i min masteroppgave å undersøke problemstillingen: Hvordan kan det multimodale samspillet i digitale læremidler bidra til dybdelæring?

Som avgrensning av oppgaven vil jeg fokusere på dybdelæring i naturfag og studere de digitale læremidlene Element 8-10 i Skolestudio av Gyldendal og Naturfag 8-10 i Skolen av Cappelen Damm. For å besvare problemstillingen skal jeg først analysere på hvilken måte dybdelæring er integrert i Fagfornyelsen og naturfag for 8.-10. trinn. Videre vil jeg foreta semi-strukturerte intervju av forlagene om hvordan dybdelæring blir vektlagt i deres intensjoner med utviklingen av Element 8-10 i Skolestudio og Naturfag 8-10 i Skolen. For å analysere Element 8-10 i Skolestudio og Naturfag 8-10 i Skolen vil jeg studere deres designløsninger for formidling av naturfaglig fagstoff og oppgaver. Til slutt skal jeg analysere hvordan det multimodale samspillet i Element 8-10 i Skolestudio og Naturfag 8-10 i Skolen samsvarer med forlagenes intensjoner og dybdelæring i naturfag i Fagfornyelsen.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Oslo, institutt for pedagogikk (IPED), er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Jeg ønsker å intervju sentrale personer fra Gyldendal i tilknytning til utviklingen av Element 8-10 i Skolestudio. Dette er for å få innsyn i formålet og intensjonene med å utvikle Skolestudio og hvilke begrunnelser som ligger bak valget av designet og naturfagsinnholdet i det digitale læremiddelet. Det er derfor avgjørende at informantene har erfaring med dette arbeidet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du vil delta i prosjektet, innebærer det et intervju på Zoom med opptak av lyd og video. Dette vil vare i ca. 1 time. Intervjuet inneholder spørsmål om intensjonene med utviklingen av Skolestudio og hvordan dybdelæring har blitt vektlagt ved utformingen av designet og innholdet i Element 8-10 i Skolestudio. Jeg vil også stille spørsmål angående produksjon og

valg av distribusjonsmåte for Skolestudio. Jeg vil bruke epost for kommunikasjon og i intervjuet samle inn informasjon om din tilhørighet til Gyldendal og din rolle og erfaringer med utviklingen av Element 8-10 i Skolestudio.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. De som vil ha tilgang ved behandlingsansvarlig institusjon er masterstudent Anna Bellika og veileder Palmyre Pierroux. Persondata som vil bli samlet inn er lyd og video fra opptak via Zoom. Jeg vil også samle inn email for kommunikasjon og samtykke. Bakgrunnsinformasjon om personenes tilhørighet til forlag, arbeidsoppgaver og erfaringer tilknyttet utviklingen av det digitale læremiddelet vil også samles inn til studien. Persondata anonymiseres ved endring av navn i oppgaven og bakgrunnsinformasjon om arbeidsoppgaver grovkategoriseres. Samtykkeskjema og kontaktinformasjon (koblingsnøkkel) skrives ut og oppbevares fysisk adskilt fra datamaterialet. Opplysninger skal ikke lagres lenger enn det som er nødvendig for formålet. Mailutveksling slettes rett etter datainnsamling. Videoopptak slettes etter transkribering og kontaktinformasjon (koblingsnøkkel) og samtykkeskjema slettes etter prosjektslutt. Lagring av dataene skjer på privat maskin etter sikkerhetsreglementet for gule data: <https://www.uio.no/tjenester/it/sikkerhet/lsis/tillegg/lagring/privat-maskin.html>

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes, noe som etter planen er 1. juni 2021.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

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

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- *Institutt for pedagogikk, UiO*, ved Anna Bellika, telefon: 48 23 90 14 eller epost: annbel@student.uv.no og Palmyre Pierroux, telefon: 22 84 07 37, epost: palmyre.pierroux@iped.uio.no
- Vårt personvernombud: Roger Markgraf-Bye, telefon: 90 82 28 26, epost: personvernombud@uio.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen
Palmyre Pierroux
(Forsker/veileder)

Anna Bellika

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Digitale læremidler for det 21. århundret – en komparativ analyse av forholdet mellom dybdelæring i Fagfornyelsen og digitale læremidler*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 4: Intervjuguide

	KATEGORIER	INTERVJUSPØRSMÅL
A	INNLEDNING	<ul style="list-style-type: none"> Hva er din rolle i utviklingen av Skolen/Skolestudio? Hvilke faktorer hadde påvirkning på ønsket om å utvikle Skolen/Skolestudio? (F.eks: tilbakemelding fra lærere og digital utvikling?)
B	FORMÅL OG INTENSJON	<p>Hvilke formål og intensjoner hadde dere for utviklingen av Element 8-10 i Skolestudio/Naturfag 8-10 Skolen?</p> <ul style="list-style-type: none"> Hvilke faktorer har påvirket valg av distribusjonsmåte? (gratis/betaling for lærere/elev, på app eller nett, åpent for alle eller bare de med feidebruker) Hvilke begrunnelser har dere rundt organiseringen av innholdet? (komposisjon, rekkefølge på innholdet, fri eller bundet, horisontalt eller vertikalt, alderstrinn, navigasjon og vanskelighetsgrader) I hvor stor grad var dybdelæring vektlagt i planleggingen av utviklingen av Element 8-10 i Skolestudio/Naturfag 8-10 i Skolen?
C	DESIGN OG MULTIMODALT SAMSPILL	<p>På hvilken måte gir designet læringsstøtte til å utvikle naturfaglig kunnskap og ferdigheter? (dele skjerm og be informant peke på konkrete eksempler i kapittelet fotosyntese og celleånding)</p> <ul style="list-style-type: none"> multimodalt samspill (video, bilde, illustrasjoner, tekst, animasjoner, tabeller, diagrammer og grafer, oppgaver) programmeringsverktøy vurdering og tilbakemeldingssystem lærertilpasning av innholdet bygge på tidligere kunnskap og erfaringer <p>Hvilke muligheter og utfordringer opplever dere rundt design av digitale læremidler og dets multimodale samspill? (video, illustrasjoner og bilder, animasjoner og simuleringer, tekst, oppgaver, diagrammer, tabeller og grafer, interaktivitet, endring av innhold og design gjennom programmerers tolkning)</p> <ul style="list-style-type: none"> Hva ligger til grunn for valg av ulike representasjoner i Element 8-10/Naturfag 8-10? På hvilken måte kan programmereren sin tolkning av manus få påvirkning for innholdet og designet?

		<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan utnytter dere den dynamiske formen som digitale læremidler gir i forhold til å endre og legge til innhold? Har designet og innholdet endret seg mye fra startfasen?
D	INNHold OG DYBDELÆRING	<p>Hvordan har dere valgt ut det naturfaglige innholdet i tekstene og hvorfor valgte dere denne fremgangsmåten?</p> <p>I fagfornyelsen defineres dybdelæring som «det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Det innebærer at vi reflekterer over egen læring og bruker det vi har lært på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre». Hvordan får elevene naturfaglig dybdelæring gjennom Element 8-10 i Skolestudio/Naturfag 8-10 i Skolen? (dele skjerm og be informant peke på konkrete eksempler i kapittelet fotosyntese og celleånding)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Hvilke grep har dere tatt for at innholdet skal føles relevant og skape nysgjerrighet hos eleven? ○ Hvordan legger oppgavene opp til samarbeid og elevproduksjon? ○ Hvordan legges det opp til elevenes utforskning og kritiske tenkning? ○ Hvordan støttes elevene i å se sammenhenger i naturfag og på tvers av fagområder? ○ Hvordan trenes elevene i naturvitenskapelig ferdigheter?
E	AVSLUTNING	<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan skiller Skolen/Skolestudio seg fra andre digitale læringsmidler? • Er det noe du vil legge til som ikke ble nevnt i intervjuet eller noe du ønsker å oppklare?