



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

VURDERINGSINNLEVERING

Emnekode: MACREL-OPG

Emnenavn: Masteroppgave

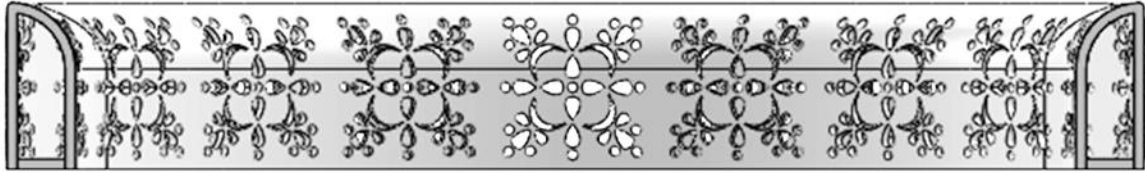
Vurderingsform: Masteroppgave, presentasjon

Kandidatnr: 7

Leveringsfrist: 01.06.2016 innen kl.14.00

Ordinær eksamen eller kontinuasjon: Ordinær

Fagansvarlig: Karen Brønne og Kathrine Huglen



«The music is not in the piano»



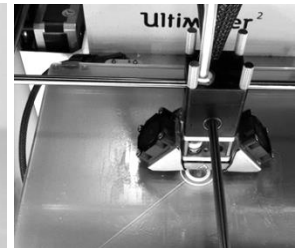
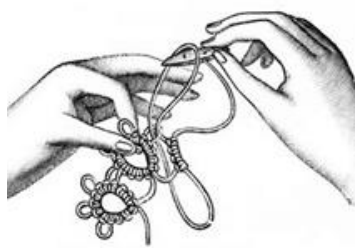
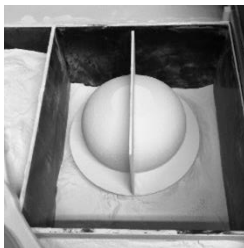
En undersøkelse av hvordan lærere reflekterer over egne erfaringer fra undervisning med 3d-printer i faget formgiving, kunst og håndverk

Master Kreative Fag og Læreprosesser
Kunst og Håndverk

Høyskolen Stord/Haugesund

Våren 2016

Lene Berge



Forsiden: Tegning av hender som slår nupereller hentet fra <http://calamitykim.typepad.com>
Resterende illustrasjoner og foto er egenproduserte.

SAMMENDRAG

Ny teknologi og utvikling i samfunnet kan lede til forandringer og utfordringer for fag. Tidligere forskning viser at 3d-printer anses som en teknologi som vil få innvirkning på skoler verden rundt i løpet av få år. Å ta i bruk 3d-printer i et fag som gjerne forbindes mest med å arbeide med hendene, kan reise spørsmål om hvilken betydning det kan få for faget. Ved å forske i dette undersøkelsesfeltet er målet å utvikle en større innsikt i muligheter og dilemmaer slik teknologi kan ha relatert til fagets tradisjoner.

I denne masteroppgaven undersøker jeg begrunnelser og synspunkt som ligger til grunn for å i bruk 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk. Det forutsettes at det ligger en 3d-modelleringsprosess til grunn før 3d-printingen. Problemstillingen er å undersøke hvordan lærere reflekterer over egne erfaringer fra undervisning med 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk. Herunder ligger et underspørsmål som omhandler hva som kjennetegner deres initiativ og forbehold til bruk av 3d-printer i faget. For å finne svar på dette har jeg intervjuet et utvalg på fem lærere med høy kompetanse i faget som har ulik erfaring med bruk av slik teknologi i sin undervisning.

Undersøkelsen viser at deltakernes initiativ har utgangspunkt i en utforskertrang og en uredd holdning. De har et oppdragerperspektiv hvor de ser faget i møte med ny teknologi og samfunnsutvikling, der de ønsker å synliggjøre fagets aktualitet og at faget ikke skal bli musealt. Deltakernes forbehold kan forklares som en redsel for at tradisjoner i faget fortrenses. Forbeholdet viser fokus på prosessen som leder frem til produktet, der mulighetene ikke ligger i 3d-printerteknologien, men i den som bruker den. Ulike aktørers perspektiv på undersøkelsesfeltet viser at det krever en helhetlig tilnærming som bidrar til dypere læring (Katterfeldt et al., 2015; Smith et al., 2016; mfl.). Perspektivene viser også at bruk av 3d-printerteknologi i skolen kan endre og utfordre hvordan læreren underviser. Deltakerne mener det må søkes gode løsninger som kan balansere det manuelle og det digitale, basert på fagets tradisjon og fagets utviklingspotensial. Dette stiller krav til lærerens fagkompetanse.

ABSTRACT

New technology and development in society might lead to changes and challenges in education. Previous research shows that 3D printers are considered as a technology that in a few years will influence schools around the world. Using 3D printers in a subject that is traditionally associated with handcrafting might raise questions about its consequences to the subject. By doing research in this field, the purpose is to develop a deeper insight into possibilities and dilemmas the use of such technology will offer in the subject Art and Crafts.

In this master thesis, I will be examining the grounds and views for using 3D printers in the subject Art and Crafts. Here lies a precondition that a 3D modelling process must take place before the 3D printing takes place. My research question is to investigate how teachers reflect on their own teaching experiences by using 3D printers in the subject Art and Crafts. In addition, there is an underlying question, which deals with their initiative and reservations concerning the use of 3D printers in their teaching. In order to find the answers, I have conducted an interview with five highly qualified teachers who all have different experiences using this technology in their teaching.

My research shows that the participants express a desire to explore, where they fearlessly engage in examining this so far unknown field in the subject. Their approach should both been seen from an educators perspective and from the view of a rapidly changing society. Their initiatives can be explained from a genuine wish for the subject to stay relevant. At the same time, the participants express a concern related to keeping important traditional aspects in teaching this subject. Their reservations show that they accentuate the design process and that the possibilities lies in the individuals using the 3D printing technology, not in the technology itself. Research perspectives in the field request a more comprehensive approach which contributes to deeper learning in the use of digital fabrication technology in education (Katterfeldt et al., 2015; Smith et al., 2016). Research perspectives in the field also express that implementation of 3D printer technology in education will both change and challenge the teacher's role and ways of teaching. The participants in my research state a need to balance the manual and digital aspects in the subject Art and Crafts, based on the subjects traditions and potential to develop further. This demands highly competent teachers.

FORORD

Arbeidet med denne masteroppgaven har tatt meg ut på en givende, interessant og lærerik reise. På mange måter har det vært en utfordrende og krevende reise, særlig fordi bruk av 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk er et så nytt og ubeskrevet område. Samtidig var den vitenskapelige tilnærmingen helt ny og ukjent for meg. På denne måten har jeg virkelig fått utfordret meg, og er glad for all ny erfaring og kunnskap jeg har tilegnet meg på denne reisen. For meg har det også handlet om å utforske lærerrollen med tanke på både personlig og faglig utvikling.

Jeg er svært takknemlig overfor alle som har bidratt og støttet meg på reisen.

Takk til veilederne mine Karen Brønne og Kathrine Huglen, som har delt av sin kunnskap, diskutert og fått meg til å gi mer enn jeg trodde var mulig.

Takk til deltakerne, som tok imot meg og delte sine erfaringer.

Takk til medstudentene mine, for gode innspill og felleskap.

Takk til Knut Ivar, for din hjelpende hånd.

Takk til mamma, for all oppmuntring, hjelp, barnepass og middager, og som er åpen for å lese og å diskutere mitt arbeid. Takk for korrekturlesing, og for at du alltid stiller opp.

Takk til mine flotte jenter Linnea og Marie, for sin tålmodighet og utholdenhet med en travel og opptatt mor. Nå har mamma tid igjen ...

Og ikke minst, takk til min kjære mann, Jens Martin, for å gi meg troen på at det skal gå bra og evne til å være altnuligmann og problemløser, og for å gjøre det mulig for meg å foreta denne reisen.

Etne, 30. mai 2016

Lene Berge

«Remember, the music is not in the piano»

Clement Mok, Clement Mok Designs (u.å)

INNHold

SAMMENDRAG	1
ABSTRACT	2
FORORD	3
INNHold	5
INTRODUKSJON TIL UNDERSØKELSESFELTET	7
Bakgrunn for valg av retning	7
<i>Undersøkelsesfeltet og tidligere forskning</i>	9
Retningen	15
<i>Problemstilling og avgrensninger</i>	15
Organisering av oppgaven	17
ULIKE PERSPEKTIV PÅ UNDERSØKELSESFELTET	18
3d-teknologi i undervisning	18
<i>STEAM</i>	19
<i>Maker Movement</i>	20
<i>Digital fabrication in education</i>	21
Teoretisk kontekst	22
<i>Paulo Freire</i>	22
<i>Seymour Papert</i>	23
<i>John Dewey</i>	23
3d-printerteknologi og formgivning	24
<i>Human-Computer Interaction</i>	24
« <i>Hand and head divided</i> »	25
<i>Craft-based approach</i>	26
<i>Design Thinking</i>	27
3d-printerteknologi, undervisning og lærere	28
<i>Muligheter</i>	28
<i>Forbehold</i>	30
<i>Utfordringer</i>	31
Oppsummering	32
FORSKNINGSSTRATEGI	33
Metode	34
<i>Intervju</i>	34
<i>Intervjuutvalg</i>	35

<i>Gjennomføring av intervju</i>	36
<i>Transkribering av intervju</i>	38
Analyseprosessen	39
Metodekritikk	41
<i>Undersøkelsens troverdighet</i>	43
<i>Etikk</i>	45
Eget skapende arbeid	46
RESULTAT FRA UNDERSØKELSEN	47
Kontekstualisering	47
<i>Intervjusituasjonen</i>	47
<i>Deltakernes faglige ståsted</i>	48
Holdninger og personlige egenskaper	50
Faglig motivasjon	53
<i>Oppsummering: Å være i verden</i>	57
Særtrekk ved 3d-modellering og 3d-printing	58
Undervisningspraksis og erfaringer	62
<i>Oppsummering: Å være i faget</i>	66
Oppsummering: Funn	67
DRØFTING	68
Utforskertrang og uredd holdning	68
Redsel for å fortrenge tradisjoner	72
Oppdragerperspektiv relatert til teknologi og samfunn	76
Oppsummering og konklusjon	81
KOMMENTAR I FORM AV EGET SKAPENDE ARBEID	83
AVSLUTNING OG VEIEN VIDERE	84
LITTERATURLISTE	86
VEDLEGG	92
<i>Vedlegg1 NSD</i>	92
<i>Vedlegg 2 NSD Endringsgodkjennelse</i>	94
<i>Vedlegg 3 Forespørsel/Informasjonsskriv</i>	95
<i>Vedlegg 4 Intervjuguide</i>	96

INTRODUKSJON TIL UNDERSØKELSESFELTET

Tittelen *The music is not in the piano* viser til at det ikke er i verktøyet musikken ligger, men i mennesket som spiller. Ved å utvikle mennesket åpner man for dypere innsikt i å bruke verktøyet. Jeg ønsker å utvikle meg selv både personlig og som lærer ved å våge å gå inn i et nytt og utfordrende område som berører faget formgivning, kunst og håndverk. Slik kan jeg bedre «spille» og møte nye didaktiske utfordringer.

Bakgrunn for valg av retning

Gjennom erfaringer gjort som faglærer i formgivning, kunst og håndverk på alle trinn både i grunnskole og videregående skole de siste 14 år, har jeg sett forandringer og utfordringer for dette faget. Når jeg nå har satt meg på skolebenken igjen, er det med ønske om å tilegne meg mer dybdekunnskap og ferdigheter slik at jeg kan møte stadig nye utfordringer med mer faglig trygghet og fornyet engasjement. Samtidig ønsker jeg å utfordre meg på et område jeg ikke fikk opplæring på i min faglærerutdanning, nemlig bruk av digitale hjelpemidler i skapende arbeid og hvilke muligheter det kan tilføre faget formgivning, kunst og håndverk.

Første semester på masterstudiet fikk vi en designoppgave der vi skulle bruke 3d-modelleringsprogram og 3d-printer i arbeidet. Jeg trodde at 3d-printing var en nylig utviklet teknologi, men ble svært overrasket da jeg leste at Charles Hull allerede i 1986 tok patent på en SLA-printer (stereolithography apparatus). Jeg ble ikke mindre overrasket da jeg i boken *3d printing for artists, designers and makers* av Hoskins (2013, s. 14-36) kunne følge sporene enda lengre bakover, helt tilbake til utviklingen av «photosculpture» (1863) og «topographic» (1890). For meg var dette helt ny og ukjent teknologi, og gjennom arbeidet med denne oppgaven kjente jeg på ulike utfordringer i forhold til det å arbeide skapende.

Designoppgaven var mitt første møte med både 3d-teknologi og arbeid i porselen. Å tilegne seg kunnskap og ferdighet i begge disse områdene var både svært utfordrende, krevende og lærerikt arbeid. Jeg modellerte fat og støpeformsplugg i 3d-modelleringsprogrammet SolidWorks, og printet pluggen på en 3d-printer av typen ZPrinter 310 Plus som printer ut objekter i et slags gipspulver. De 3d-printede objektene av denne typen er skjøre, og jeg overflatebehandlet dem med epoksy for å herde.

Støpeformen ble laget i gips der pluggen altså var 3d-printet. Selve fatet ble deretter støpt i porselen. Gjennom arbeidet opplevde jeg muligheter og dilemmaer knyttet til kreativitet, kunnskaps- og ferdighetsaspektet, ytre rammer, fagtradisjon, eierskap og det unike i produktet.



I den selvvalgte oppgaven andre semester av masterstudien valgte jeg å arbeide videre med 3d-print og støpeform i porselen. Jeg ønsket å utfordre meg videre på både digitale og manuelle prosesser i denne oppgaven, og 3d-modellerte en krukke og tre ulike lokk til denne. Ut fra dette støpte jeg krusker og lokk i porselen som jeg lagde knotter til i gjenbruksmaterial. I tillegg 3d-printet jeg en krukke og tre lokk med knotter.

Jeg opplevde ulike problemstillinger knyttet til det taktile, materialkvalitet, håndverk, tid, utforskning, funksjon, varighet og repertoar både programteknisk og materialteknisk i dette arbeidet. Disse to oppgavene er min inngang til valg av undersøkelsesfelt i min masteroppgave.



I arbeidet med 3d-modellering, 3d-printing og skapende arbeid i materialer opplevde jeg at prosessen særlig foregikk i et komplekst samspill mellom den kroppslige erfaringen av material og håndverk, den logiske matematiske forståelsen av hvordan programmet fungerte og vurderinger av estetikk og funksjon, der alle elementene måtte være tilstede for å utgjøre en fullstendig prosess. Samtidig som jeg først ble provosert av det å bruke denne teknologien i fagfeltet, opplevde jeg at det utfordret min forforståelse og åpnet seg muligheter som jeg ikke ante på forhånd. Denne tosidige opplevelsen inspirerte meg til å gå videre med å undersøke 3d-teknologi i skapende arbeid relatert til faget formgivning, kunst og håndverk. Ved å forske i dette undersøkelsesfeltet er målet å utvikle en større innsikt rundt det å ta i bruk ny teknologi i faget, og mer kunnskap om muligheter og dilemmaer ny teknologi kan ha i forhold til fagets kjerne. Det handler også om å utforske lærerrollen med tanke på både personlig og faglig utvikling.

Undersøkelsesfeltet og tidligere forskning

Ny teknologi og utvikling i samfunnet kan lede til forandringer og utfordre læringskontekster i fag. I norsk skole skaper ny teknologi ofte interesse og engasjement, og det er et stort trykk på å innføre mer bruk av slik teknologi. 3d-teknologi utvikles stadig, og er relevant for en rekke profesjoner og disipliner faget formgiving, kunst og håndverk har relasjoner med. Nå fremheves særlig 3d-printing som et nytt verktøy som skolen og fagfeltet formgiving, kunst og håndverk bør ta i bruk. Dette gjøres blant annet av Senter for IKT i Utdanningen gjennom blant annet «Rom for Lek» og presentasjoner på NKUL 2015 (Nasjonal konferanse om bruk av IKT i utdanning og læring, 6.-8. mai 2015). Dette var også tema på Nordisk Kurs 2014 og påfølgende artikler i Form (nr. 4, 2014).

I *NMC Horizon Report 2015 K-12 Edition* identifiserer og beskriver Johnson, Adams Becker, Estrada og Freeman ny teknologi som vil ha stor innvirkning på skoler verden rundt de neste fem årene. De trekker frem viktig pedagogisk teknologi som de mener vil få inntog i skolen i løpet av få år. Makerspace og 3d-printing er to av seks teknologier som beskrives her. Makerspace blir sett som en metode å engasjere elever i kreativ problemløsning gjennom hands-on design og konstruksjon (Johnsen et al., 2015, s. 38). 3d-printing beskrives som en metode som muliggjør mer autentisk utforskning av objekter og konsepter som ikke har vært tilgjengelig i skolene, og som en lovende måte å koble estetiske fag og realfag (Johnsen et al., 2015, s 40).

Å ta i bruk 3d-teknologi i et fag som gjerne forbindes mest med å arbeide med hendene, kan reise spørsmål om hvilken verdi slik teknologi kan ha i faget. I *Skolefagsundersøkelsen 2009: Utdanning, skolefag og teknologi* beskriver Vavik et al. (2010, s. 10-12) dette som et faglig didaktisk utgangspunkt der man stiller spørsmål ved hva slags faglig innhold teknologien er med å støtte, og om det representerer kjernestoff i fagfeltet.

I sin rapport til Ludvigsen-utvalget *Om fremtidens kompetansebehov: En systematisk gjennomgang av internasjonale og nasjonale initiativ* skriver Erstad, Amdam, Arnseth og Silseth (2014, s. 25) at teknologiske muligheter endrer ikke bare hvordan man lærer faginnhold, men også hva som er viktig å lære innenfor ulike fagområder på skolen. «Dagens grunnleggende ferdigheter vektlegger for stor grad av verktøyaspektet ved digital kompetanse og i for liten grad hvordan digitale verktøy og medier er en integrert del av det elevene skal lære i fagene og på tvers av fag» mener Ludvigsen-utvalget i NOU 2015:8 *Fremtidens skole: Fornyelse av fag og kompetanser* (s. 36). Utvalget viser

til at utvikling og bruk av teknologi har stor innvirkning på vårt liv, både privat, i skolen, i arbeids- og samfunnsliv, og at de anser digital kompetanse som en sentral del av fagområdene i skolen (NOU 2015:8, s. 26).

I LK06 er bruk av digitale verktøy en av fem grunnleggende ferdigheter. Digitale verktøy har også fått ganske stor plass i kunst og håndverksfaget med en tydelig progresjon i læreplanen. Likevel ser det ut til at digitale verktøy ikke blir brukt i stor grad i undervisningen. I Dagslands doktoravhandling *Eleven som aktør i dialog med kunst* kritiserer elevene i hennes undersøkelse at skolen ikke klarer å følge med i den digitale samfunnsutviklingen, og de ønsker undervisningsinnhold som legger større vekt på det å lære om digitale verktøy (Dagsland, 2013, s. 270). Ottestad, Throndsen, Hatlevik og Rohatgi (2014, s. 26) viser i rapporten *Digitale ferdigheter for alle? Norske resultater fra ICILS 2013* at det er lite databruk i norske klasserom sammenlignet med andre land, særlig i kunst og håndverk. Dette viser også resultater fra *Skolefagsundersøkelsen 2009* og *Skolefagsundersøkelsen 2011: Praktiske og estetiske fag på barnesteget i norsk grunnskule* (Vavik et al., 2010, s. 56; Espeland et al., 2013, s. 83). Årsaken til den lave bruken av IKT-verktøy i kunst og håndverk blir her blant annet forklart med at lærerne har gjort bevisste valg ut fra vurdering av verktøyenes potensiale til å støtte fundamentalt faginnhold innenfor gitt tidsressurs (Vavik et al., 2010, s. 57). I fagrapporten *Liten bruk av IKT-verktøy i kunst og håndverk – fornuftig bortvelging eller vegring og inkompetanse?* forklarer Sømoe (2010, s. 255) at lærerne ikke vegrer seg mot å bruke IKT, men har kompetanse til å vurdere og velge det verktøyet og den metoden som gir best kvalitet i deres undervisning i et gitt emne. De velger å vektlegge fagets tradisjonelle områder og fundamentale innhold.

Sømoe (2010, s. 31) mener at forskning rettet mot IKT-området i kunst og håndverk må ta utgangspunkt i fagets egenart. Fagets egenart kan være utfordrende å beskrive, men i formålet til faget står det «Praktisk skapende arbeid i verkstedene med å gi form til opplevelser og utvikle produkter står helt sentralt i faget. Dette arbeidet omfatter bruk av tradisjonelle og nyere materialer, redskaper og teknikker» (LK06). Brønne skriver i artikkelen *Vedlikehold av ein konstruert kontrovers – kunstpedagogikk og handverks-tradisjon i kunst- og handverksfaget* at faget utgjør en kompleks sammenstilling av bildekunst, kunsthåndverk, arkitektur, design og tradisjonshåndverk koblet sammen med vitenskapsfag som kunsthistorie, psykologi, medievitenskap, pedagogikk og estetikk (Brønne, 2011, s. 95). I sin doktorgrad *Mellom ord og handling. Om*

verdsetjing i kunst og handverksfaget identifiserer Brønne fire ulike perspektiv i faget: Encyklopedisk danningsideal, teknikk- og materialtame, formalestetisk oppseding og karismatisk haldning (Brønne, 2009, s. 109). Sømoe tar utgangspunkt i disse perspektivene når han i artikkelen *Kunst og håndverk - fag eller tverrfaglig felt* illustrerer at kunst og håndverk er en svært vid fagkonstruksjon som består av flere ulike fagtradisjoner med egen historie, og som kan plasseres i skjæringspunktet mellom de faglige perspektivene (Sømoe, 2013, s. 6-7). Han argumenterer for at kunst og håndverk bør ses på som et tverrfaglig felt, der de ulike tradisjonene med ulike fagforståelser og spesialiserte språk møtes i det skapende arbeidet i materialer (Sømoe, 2013, s. 13). Det er altså en slik egenart han mener må ivaretas i en tid der blant annet teknologisk utvikling bidrar til å utfordre og endre fagfeltet.

Framgard skriver i artikkelen *Fagtradisjoner, faglige synteser og fagdiskurs* (2014, s. 70) at han mener fagfeltet formgiving, kunst og håndverk er i en faglig brytningstid, der man i utviklingen av faget må vurdere tidligere forståelser og praksisformer. I NOU 2014:7 *Elevenes læring i fremtidens skole: Et kunnskapsgrunnlag* (s. 89) beskrives kunst og håndverksfaget som for omfattende og at det vanskeliggjør dybdelæring. Ludvigsen-utvalget skriver at på sikt må de praktiske og estetiske fagene styrkes i skolen (NOU 2015:8, s. 53) og at innholdet skolefagene må fornyes for å møte fremtidige kompetansebehov og for å legge bedre til rette for forståelse og læring som kan brukes senere i livet (NOU 2015:8, s. 59). En slik satsning støttes i Stortingsmelding 28 (2015-2016) *Fag-Fordypning-Forståelse: En fornyelse av Kunnskapsløftet* der det også vises til et behov for å satse på lærerens kompetanse for å undervise i faget. Det foreslås også en innføring av muntlig eksamen etter 10.trinn og å dele faget i et håndverksfag og et kunstfag, der det velges en fordypning (St.meld. 28, s. 48-49).

Det er et behov for å implementere tidstypisk innhold i fagfeltet skriver Sømoe (2010, s. 256). Teknologi er i dag en naturlig del av barn og unges oppvekst. Ottestad et al. (2014, s. 39) skriver om hvordan norske elever er svært aktive brukere av teknologi på fritiden, at elevene utvikler kunnskap om teknologi gjennom erfaringer på fritiden og at elevene først og fremst er digitale konsumenter og ikke produsenter. Lepperød, Kallestad og Gilje diskuterer tilsvarende i boken *Kunst og håndverk, Teknologi og design* (2013, s.25-26) og tar opp at elevene må få mulighet til å reflektere over kreative hverdagsprosesser, diskutere valg og muligheter i digital produksjon og ikke være prisgitt erfaringene de gjør på egenhånd. I boken *Didaktikk for grunnskolen: Fellestrekk*

og særdrag i et fagdidaktisk mangfold beskriver Halvorsen (2008, s. 221-222) at den livsverden eleven lever i og det som er integrert i den enkelte, kalles elevens «er-i» - kultur. Denne omfatter altså helheten av den kulturen vi ubevisst inngår i. «Den komplementære kulturformen, lærestoffet, kalles for «har» - kulturen» skriver Halvorsen (2008, s. 221). Halvorsen mener det er lærerens oppgave å vurdere disse kulturene opp mot hverandre for å finne et møtepunkt som kan lede til interaksjon.

«I opplæringen i kunst og håndverk betyr dette at valg av fagets hva og hvorfor må skje i en avveining mellom kvaliteter i kulturens repertoar av «har» - kultur og det man kan få vite om elevens «er-i» - kultur. Da realiseres den dobbelte didaktikk, både i valg av innhold og arbeidsmåter og i læreprosesser som det å tilegne seg og skape» (Halvorsen, 2008, s. 222).

Bruk av 3d-teknologi i skolen er et relativt nytt område. Internasjonal forskning om bruk av 3d-printer i skolefag er mye knyttet opp mot det som kalles STEM education (Science, Technology, Engineering and Mathematics). I mange land er det lagt trykk på nettopp STEM i skolene, med utgangspunkt i en bekymring for at elever/studenter ikke har nok kunnskap om disse fagene og dermed ikke kan møte fremtidens behov i arbeidslivet. I USA har STEM lenge vært fokus, og i en rapport til Kongressen kalt *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy and Legislative Action* skriver Kuenzi (2008, s. 29) om den historiske bakgrunnen for STEM og om hvordan dette trykket kommer fra akademiske-, vitenskapelige- og forretningsorganisasjoner. I Storbritannia finner man hos Department for Education rapporten *3d-printers in school: uses in the curriculum. Enriching the teaching of STEM and design subjects* (2013). Rapporten viser til at 3d-printere har signifikant potensial som læringsressurs og kan ha positiv effekt på elevengasjement og læring. Dette forutsetter at skolene og lærerne bruker 3d-printerne på en effektiv og meningsfull måte (DfE, 2013, s. 23).

I Norge er det skrevet to masteroppgaver om 3d-teknologi i kunst og håndverksfaget. I oppgaven *Digital 3d-modellering inn i håndverksfag: En undersøkelse av 16-åringers håndtering av avansert digitalt ingeniørverktøy* har Hagelia (2007) sett på hvordan elever lærer når de skal tilegne seg ny programvare og hvordan de approprierer denne. Hun opplever at de mestrer teknologien uten å ha forståelse for den bakenforliggende teknikken (Hagelia, 2007, s. 83). Huglen (2009) sin masteroppgave *Digitalt håndverk: Kva kan digitale verktøy tilby av moegelegheiter i arbeid med bruksform i leire?* er mest relevant for mitt arbeid med tanke på problemstillingene hun tar opp rundt kreativitet,

eierskap og om teknologien er så fremtredende at selve formgivingen havner i bakgrunnen. Hennes teoretiske tilnærming knyttes særlig til temaene menneske – verktøy - problem og kompetansenivå. Huglen har både arbeidet skapende og gjennomført undervisningsopplegg på videregående nivå. I undervisning med 3d-teknologi opplever Huglen at elevene utmerker seg på det tekniske området, men at de tydelig har mer å hente på det faglige. Hun mener at kunst og håndverksfaget må komme tydeligere på banen og bidra med faglig tyngde slik at elevene bedre kan bruke ferdighetene i kreative kontekster. «Læreren bør ha høg kompetanse på *både* det IKT-tekniske, det materialtekniske, og det teoretiske området av faget, for å kunne gje ei pedagogisk og god undervisning i bruk av digitale verktøy» skriver Huglen (2009, s. 95).

At 3d-printer brukes av mange andre fagfelt er noe som gjør søk etter relevant didaktisk forskning utfordrende, sammen med at faget formgiving, kunst og håndverk ikke har samme oppbygning som lignende fag i andre land. Å finne relevant forskning om 3d-teknologi i faget har derfor vært både tidkrevende og vanskelig, og det har vært nødvendig å se på andre kilder. I doktorgraden *The Potential of 3D Visualisation. Technology in Art and Design Education* fremhever Patera (2009) at teknologi alene ikke kan forbedre læring. Teknologien må implementeres ut fra fagets egenart, dets arbeids- og læringsmetoder. «If it does not share the same ethos, or fit the studio-based learning approach, it might not be considered part of the same discipline, and could eventually lead tutors and students to discontinue its use» skriver Patera (2009, s. 214).

Boken *Printing Things, Visions and Essentials for 3D-printing* av Warnier (ed., 2014) viser gjennom teori, caser og visualisering ulike problemstillinger rundt estetikk, materialbruk, miljøetikk, retten til å kopiere, om alle er en designer og nytt håndverk.. Hoskins (2013) skriver om 3d-printing i historisk kontekst før han viser et stort og varierende utvalg case studies knyttet til håndverk, kunst og design. I boken *Digital Crafts: Industrial technologies for applied artists and designer makers* viser Shillito (2013) ulike måter kunstnere og designere arbeider med blant annet 3d-teknologi, og hvordan digital design og hands-off prosesser kan ytterligere bidra til tilfredsstillelsen man får ved å fysisk lage noe. I alle disse tre bøkene vises det hvordan kunstnere og designere utnytter, utforsker og utfordrer 3d-printerteknologien. Her vises også til prosesser med håndverkstilnærming og tradisjonelle materialer, og til hvordan man i dette fagfeltet gjerne finner nye måter å koble disse sammen med 3d-teknologi for å finne nye teknikker og løsninger. Hoskins (2013), Shillito (2013) og Warnier (2014),

viser hvordan 3d-printing åpner for uendelige muligheter, noe som utvilsomt vil påvirke vår fremtid. Store firmaer som arbeider med industriell design har brukt 3d-printing i sin designutvikling de siste 10 år, skriver Hoskins (2013, s. 98) og viser til alt fra bilfirma, keramikffirma og leketøys-produsenter. Samtidig tas teknologien i bruk hos mindre firmaer eller hos enkeltstående utøvere, som også ser muligheter til å produsere alt fra smykker, klær, møbler, sko, hjelpemidler, skulpturer og interiørgjenstander. Det vises til at 3d-printing fører til en demokratisering av formgivings- og produksjonsprosesser der alle har mulighet til å være designer og produsent, muligheter for å gjøre individuelle spesialtilpasninger av produktene og at 3d-printing vil få følger for måten man forholder seg til gjenstandsproduksjon i fremtiden. Et kjapt søk på for eksempel Google eller Pinterest viser en fantastisk verden av 3d-printede gjenstander og muligheter som venter.

Det manuelle, det taktile og håndverkskunnskaper og –ferdigheter er viktige moment i en diskusjon om bruk av 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk. I boken *Making is connecting: the social meaning of creativity, from DIY and knitting to YouTube and Web 2.0* sammenligner Gauntlett (2011, s.80-82) det å lage noe som er skjermbasert med en håndverksprosess, der man starter med grunnleggende verktøy og materialer som leder til utallige muligheter. Han skriver også om paradokset ved at teknologi ikke presser bort håndverk og håndverkstradisjoner, men derimot fører til mer popularitet på dette området gjennom blant annet publiseringer på nett. Man kan likevel stille spørsmål om de håndverksmessige prosessene kan ivaretas ved innføring av 3d-teknologi i faget.

Retningen

Som beskrevet gjennom bakgrunnen for valg av retning er det utfordrende å finne didaktisk forskning og litteratur rundt bruk av 3d-printer i faget formgiving, kunst og håndverk. Jeg har derfor sett på ulike kilder fra ulike fagområder, for å vise hvordan mitt problemområde er en kobling mellom flere felt. Ut fra dette mener jeg at området er tidsaktuelt og relevant å undersøke, blant annet fordi det har så tydelig sammenheng med profesjoner dette faget har relasjoner med. Samtidig kan det også reises spørsmål om hvilken verdi bruk av 3d-printerteknologi kan ha i et fag med så sterke tradisjoner knyttet til å arbeide praktisk med hendene.

Problemstilling og avgrensninger

Jeg ønsker å undersøke begrunnelser og synspunkt som ligger til grunn for hvorfor noen har tatt i bruk 3d-printer i faget formgiving, kunst og håndverk. Dette kan gjøres med en tilnærming som handler om teknologi og ikt, men jeg ønsker å ha fagets egenart som fokus i mitt arbeid, slik blant annet Huglen (2009), Patera (2009) og Sømoe (2010/2013) fremhever. Ut fra dette ønsker jeg å møte ressurspersoner i faget og høre deres perspektiv og erfaringer rundt mitt undersøkelsesfelt. På denne måten vil min undersøkelse ha et faglig didaktisk utgangspunkt hvor jeg er nysgjerrig på om 3d-printerteknologi kan ha noe å tilføre til faget, og jeg har ut fra dette følgende problemstilling og underspørsmål:

Hvordan reflekterer lærere over egne erfaringer fra undervisning med 3d-printer i faget formgiving, kunst og håndverk?

Hva kjennetegner deres initiativ og forbehold til bruk av 3d-printer i faget?

Undervisning med 3d-printer vil her vise til faglig bruk av 3d-teknologi i faget formgiving, kunst og håndverk. 3d-teknologi er et stort begrep som brukes av svært mange fagfelt. Når jeg velger å bruke ordet 3d-printer er det for å avgrense området, men også med tanke på at dette verktøyet produserer et fysisk resultat. I artikkelen *3D Printing in Instructional Settings: Identifying a Curricular Hierarchy of Activities* skriver Brown at 3d-printing er mer enn bare en teknologi, som omfatter et bredt område med teknologier som er rettet mot å produsere tredimensjonale objekter ut fra

datamaskinbaserte design. Hun mener derfor at 3d-printing må ses på som en kategori teknologi som omfatter mange verktøy og prosesser (Brown, 2015, s. 18). I denne oppgaven vil faglig bruk av 3d-printer innebære at det ligger en 3d-modelleringsprosess til grunn før bruk av 3d-printeren, og at det dermed ikke bare handler om å kunne bruke en 3d-printer. Det er altså helheten av 3d-modellerings- og 3d-printingsprosess, med utgangspunkt i at arbeid med disse verktøyene inkluderer et fysisk objekt som er 3d-printet, som undersøkes relatert til undervisning i faget. I denne oppgaven vil begrepet 3d-teknologi og 3d-printerteknologi også referere til en slik helhetlig prosess. Likevel er begrepet 3d-teknologi åpnere og viser samtidig til at dette området er i stadig utvikling, og at det finnes mange andre muligheter og verktøy enn 3d-printer i denne teknologien.

Begrepet 3d, relatert til 3d-teknologi, referer til bruk av det kartesiske koordinat-systemet for å beskrive tredimensjonale objekter ved hjelp av aksene x, y og z (lengde, bredde og dybde/høyde). Ved hjelp av ulike 3d-modelleringsprogram kan man konstruere og formgi digitale tegninger/modeller. En 3d-printer gjør det mulig å fremstille fysiske tredimensjonale objekter fra disse tegningene/modellene ved en additiv produksjonsprosess, der 3d-printeren gradvis bygger opp objektet gjennom tynne lag av material i z-aksen (høyden).

Begrepet faget formgiving, kunst og håndverk viser til skolefagene i dette fagområdet i grunnskolen, videregående skole og lærerutdanningene ved høyskoler og universitet. Faget kan ha ulike navn på forskjellige nivå og retninger, men er her samlet i en betegnelse. Det er også herfra ressurspersonene til min undersøkelse er rekruttert. Lærerne har lang erfaring i faget og bruker 3d-printer i sin undervisning. Deres erfaringer, begrunnelser og forutsetninger for å ta i bruk denne teknologien i undervisningen i faget er derfor interessant å undersøke.

Jeg ønsker å løfte frem læreres refleksjoner relatert til å ta i bruk ny teknologi i faget formgiving, kunst og håndverk, for så å se disse i relasjon til ulik forskning og perspektiv på området. På denne måten er målet å få en utvidet forståelse av undersøkelsesfeltet ut fra en didaktisk tilnærming, og drøfte muligheter og dilemmaer som kan oppstå i møtet mellom ny digital teknologi og undervisning i faget formgiving, kunst og håndverk.

Organisering av oppgaven

I det innledende kapitlet har jeg gjort rede for bakgrunnen for valg av retning, undersøkelsesfeltet, problemstilling og avgrensinger. Videre vil jeg se nærmere på ulike perspektiv relatert til undersøkelsesfeltet. Deretter vil jeg i kapitlet Forskningsstrategi gjøre rede for vitenskapsteoretisk ståsted og metode. Her vil jeg utdype de metodologiske grepene jeg har tatt for å belyse min problemstilling og underspørsmål. Jeg vil så presentere selve undersøkelsen og funn, før jeg går inn i en drøfting av funnene sett i sammenheng med tidligere presenterte perspektiv på undersøkelsesfeltet. Til slutt vil jeg avslutte med å synliggjøre konklusjoner og refleksjoner, kommentere eget praktisk arbeid og peke på veien videre.

ULIKE PERSPEKTIV PÅ UNDERSØKELSESFELTET

3d-printing åpner nye grenser og gir nye muligheter i mange fagområder, også relatert til faget formgiving, kunst og håndverk. Som tidligere beskrevet er det utfordrende å finne forskning og teori med direkte tilknytning til undervisning i dette faget. I dette kapittelet presenteres derfor ulike aktørers perspektiv på og holdning til undersøkelsesfeltet ved å koble innhentet materiale fra ulike fagområder og litteratur. «One of the great things about 3D printing is that the field moves faster than the speed of light and technological advances take place in huge leaps and bounds» skriver Lipson og Kurman (2013, s. xiii) i boken *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Undersøkelsesfeltet utvikles både i teknologisk og pedagogisk kontekst. Mitt utvalg av materiale hentes fra nyere forskning og litteratur for å forsøke å være oppdatert på området.

3d-teknologi i undervisning

I artikkelen *3d printing for children: What to build next?* skriver Eisenberg (2013, s.7) om hvordan utviklingen av 3d-printerteknologi skaper en økende interesse for å ta i bruk slik teknologi i undervisning. Teknologien fører til utvikling og endringer av hvordan gjenstander blir produsert, samtidig mener Eisenberg man også må se på hvordan 3d-printing utvikles med tanke på undervisningskontekst. Han er svært positiv til 3d-fabrikasjon for barn og unge, men skriver også «But one scenario that we wish to avoid is a world in which construction becomes merely a push-button exercise (...)» (Eisenberg, 2013, s.13).

Forskning relatert til bruk av 3d-printerteknologi i undervisning finnes som nevnt gjerne tilknyttet det som kalles STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Fokuset på å integrere STEM i undervisning henger sammen med at jobbmarkedet på området øker og et behov for kvalifisert arbeidskraft. Williams (2011, s. 31) skriver i artikkelen *STEM Education: Proceed with caution* om hvordan STEM-bevegelsen har utviklet seg fra et «noneducational rationale» og at sosiale og økonomiske begrunnelser ligger til grunn for bevegelsen. Utviklingen og potensialet for bruk av 3d-teknologi i undervisning danner sammen med et fokus på STEM-feltet en bakgrunn for ulike retninger som kan sees i sammenheng med mitt undersøkelsesfelt. Jeg presenterer tre områder som har tilknytning til bruk av 3d-teknologi i undervisningssammenheng, og som kan sees som interessante relatert til faget formgiving, kunst og håndverk.

STEAM

I artikkelen *Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM* skriver Land (2013, s.547-548) om hvordan STEM-satsningen er viktig i USA. Samtidig skriver hun at det er behov for mer innovasjon i det amerikanske samfunns- og arbeidsliv, og at det må gjøres noe for at STEM skal appellere mer til ungdommer. Hun mener at det å tilføre kunstfag til STEM vil styrke satsningen ved å ikke bare tilføre en interessant tilnærming, men også muligheter for selvutfoldelse og personlig tilknytning som nye generasjoner krever. Hun mener at utvikling ikke kommer fra teknologi alene, men fra en sammensmeltning av teknologi og kreativ tenkning gjennom kunst og design. I *From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education* skriver Boy (2013, s. 6) at det i mange land virker som unge er mindre interessert i STEM, og at det ser ut til å være et spørsmål om motivasjon. I bokkapittelet *There is an Art to Teaching Science in the 21th Century* skriver Smith (2015, s. 83) at det allerede i 2008 ble trykk på å inkludere kunstfag i STEM, og å utvide begrepet til STEAM der A står for Arts. Hun skriver at integreringen av STEAM i utdanning er forsøk på å balansere teknisk ekspertise med kunstneriske visjoner, og at det gir elever/studenter utfordringer knyttet til den virkelige verden ved å lære ting i sammenheng og ikke sette det sammen til slutt.

Artikler som *Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices* av Henriksen (2014) og *STEAM: The wave of the future embedded in ideals of the past* av Ghanbari (2014), støtter også opp om viktigheten av å ha med en kreativ og artistisk tilnærming til undervisning og læring. Henriksen (2014, s. 2) viser til funn fra egen studie som indikerer at arts-based teaching fører til mer motivert, engasjert og effektiv læring i STEM-områder. Også Maeda (2013, s.1) viser i artikkelen *STEM + Art = STEAM* til at STEM-fagene alene ikke vil føre frem til den innovasjon som kreves i det 21. århundre. «Innovation happens when convergent thinkers, who march straight ahead towards their goal, combine forces with divergent thinkers – those who professionally wander, who are comfortable being uncomfortable, and who look for what is real» skriver Maeda (2013, s. 1). Design skaper innovative produkter og løsninger som vil drive økonomien vår fremover, og kunstnere stiller de dype spørsmålene om menneskelheten som viser hvilken vei fremover faktisk er. Problemløsning, fryktløshet, kritisk tenkning og ferdigheter i å lage ting er noe av det Maeda mener Arts kan tilføre. Også Land (2013) og Madden et al. (2015, s. 542) i *Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum* tar for seg konvergent og divergent tenking.

«Further, instead of dividing disciplines, we need to combine them» skriver Boy (2013, s. 5). Selv om både STEM og STEAM har en tverrfaglig tilnærming, er det likevel med bakgrunn i sosiale og økonomiske begrunnelser som tidligere beskrevet. Williams (2011, s. 32) skriver om hvordan det handler om å støtte opp rundt målene knyttet til S (Science) og M (Mathematics) og at det dermed ikke alle fagenes iboende verdi er i fokus, men brukes for å fremme mål knyttet til andre fag.

Maker Movement

Over hele verden sprer det seg en bevegelse kalt Maker Movement som er sterkt knyttet til begrepet making, en gjør-det-selv holdning, håndverk og teknologi. Maker Movement beskrives i rapporten *Making and Tinkering: A review of the Litterature* av Vossoughi og Bevan (2014, s. 2) som en gressrotbevegelse bestående av designere, oppfinnere, hackere og folk som fikser og mekker. De skriver at Maker Movement arbeider med making som entreprenørskap og/eller samfunnsrettet kreativitet, making tilknyttet STEM og arbeidskraftsutvikling, og making som undersøkelsesbasert undervisningspraksis (Vossoughi og Bevan, 2014, s. 5).

«Making is fundamental to what it means to be human. We must make, create, and express ourselves to feel whole. There is something unique about making physical things. Things we make are like little pieces of us and seem to embody portions of our soul» skriver Hatch (2014 s. 11) i *The Maker Movement Manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers and tinkers*.

Vossoughi og Bevan (2014, s. 11) viser til at det etableres Makerspaces rundt hele verden, noe vi også ser i Norge. Dette er steder for å drive med kreativ produksjon innenfor kunst-, vitenskap- og ingeniørområdene, hvor digital og analog teknologi blandes for å utforske ideer, lære tekniske ferdigheter og skape nye produkter. Makerspace tilbyr verksteder som man kan benytte seg av, med verktøy som blant annet 3d-printer og annen 3d-teknologi. Selv om Maker Movement er «out-of-school practice», har deres ideer og praksis også spredd seg til skoler og universitet. Vossoughi og Bevan (2014, s.11-13) skriver at det finnes mye litteratur som støtter verdien av læring i settinger utenfor skolen. Det handler mye om interesse, motivasjon og føle tilknytning til fellesskapet man er en del av. I Makerspaces ser man gjerne på læreren som en tilrettelegger, og Vossoughi og Bevan (2014, s. 37) ser behov for forskning og mer eksplisitt og detaljert analyse knyttet til pedagogikk i Maker-miljøene.

Digital fabrication in education

Gershenfeld (2012, s. 50) skriver i *How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution* at begrepet digital fabrication knyttes til produksjonsprosesser som bruker datastyrte verktøy. En dypere mening av begrepet handler om produksjonsprosesser der selve materialet er digitalt, skriver Gershenfeld videre. I artikkelen *Designing digital fabrication learning environments for Bildung: Implications from ten years of physical computing workshops* skriver Katterfeldt, Dittert og Schelhowe (2015, s. 3) at «We define ‘digital fabrication’ as the making of physical digitally enhanced artefacts as well as the making of materialized objects by means of digital models».

«Digital fabrication will allow individuals to design and produce tangible objects on demand, wherever and whenever they need them. Widespread access to these technologies will challenge traditional models of business, foreign aid, and education» (Gershenfeld, 2012, s. 43).

Digital fabrication in education er tett knyttet til fremveksten av Maker Movement og utviklingen av digitale produksjonsteknologier. I bokkapittelet *Digital Fabrication and ‘Making’ in Education: The Democratization of Invention* skriver Blikstein (2013, s. 4) at mot slutten av 2000-tallet startet forskere og lærere å se på muligheten for å ta i bruk digital fabrication i undervisning. Ulike konstruksjonsverktøysett ble utviklet, Maker Movement økte i popularitet og Gershenfeld utviklet FabLab-konseptet ved MIT. Blikstein og Stanford University lanserte i 2008 prosjektet FabLab@School og startet å bygge FabLabs i skoler rundt om i verden, som et sted i skolene hvor unge trygt kan skape, bygge og dele deres kreasjoner (Blikstein, 2013, s. 6). Vossoughi og Bevan (2014, s. 5) viser til at det blir gjort investeringer fra 3d-teknologifirmaer som Autodesk og andre for å være med å skape offentlige tilgjengelige produksjonslokaler som TechShops, FabLabs og Makerspaces. Nå finnes også digital fabrication og making-anlegg i utallige museum, skoler, samfunnshus og bibliotek (Blikstein, 2013, s.4).

Litteratur knyttet til digital fabrication in education viser til ulike former for digitale produksjonsverktøy, inkludert 3d-printer. Artiklene *FabLab@School: From Digital Literacy to Design Bildung* av Hjorth og Iversen (2014), *Digital fabrication in education: Expanding the research towards design and reflective practices* av Iversen, Smith, Blikstein og Katterfeldt (2015) og *On Learning Outcomes for Participatory Design in Digital Fabrication* av Torgersson (2014) viser at nyere artikler om emnet tar opp moment som blant annet dannelse, læring, lærerrolle og didaktikk.

Teoretisk kontekst

Blikstein (2013, s. 4) skriver at digital fabrication in education og making er basert på tre teoretiske og pedagogiske pilarer. Han viser her til kritisk pedagogikk representert ved Paulo Freire, Seymour Paperts konstruksjonisme og John Dewey og hans tanker om erfaringslæring. Denne teoretiske plasseringen blir også beskrevet av flere av kildene i dette kapittelet, og jeg gir derfor en kort presentasjon av disse relatert til hvordan de beskrives og relateres til undersøkelsesfeltet i disse kildene.

Paulo Freire

Paulo Freire (1921-1997) var en brasiliansk pedagog ansett som en av de ruvende skikkelsene som har lagt grunnlag for et bedre fremtidssamfunn skriver Nordland (1999, s. 9) i innledningen til den norske utgaven av *De undertryktes pedagogikk* av Freire. Boken ble utgitt i 1970 og regnes som hans hovedverk. «Freires utgangspunkt var at alle mennesker, selv de fattigste av de fattige, har rett til å utvikle sine evner, til å delta i oppbygningen av samfunnet og til å være med å styre den sosiale utviklingen» skriver Imsen i *Lærerens verden: Innføring i generell didaktikk* (2009, s. 84). Det krever at alle får en bevissthet om seg selv og sin egen situasjon for at dette skal kunne skje.

Freire kritiserte det han kalte skolens bankundervisning. «I bank-oppfatningen av undervisning er kunnskap en gave fra dem som betrakter seg som forståelsegivere, til dem de anser for helt uvitende» skriver Freire (1970/1999, s. 55). Han ønsket en praktisk rettet undervisning relatert til kjente problemer fra elevenes dagligliv. Freire argumenterte for utdanning som en form for myndiggjøring, der man går fra bevissthet om det virkelige til bevissthet om det mulige. «Therefore, students' projects should be deeply connected with meaningful problems, either at a personal or community level, and designing solutions to those problems would become both educational and empowering» skriver Blikstein (2013, s. 5). Freire oppfatter lærer og elev som likeverdige, og at likeverdigheten skal sikres gjennom dialog. «Dialogen er selve kjernen i et ikke-autoritært og ikke-undertrykkende forhold mellom mennesker» skriver Imsen (2009, s. 86). Han viser til en problemrettet undervisning basert på erkjennende handling, ikke av overføring av kunnskap. «Læreren er ikke lenger bare den-som-lærer-bort, men en som selv lærer i dialog med eleven som i sin tur lærer bort mens de lærer» skriver Freire (1970/1999, s. 63-64).

Seymour Papert

Seymour Papert (1928-) er pedagog, matematiker og datavitenskapsmann. Papert jobbet sammen med Jean Piaget i mange år, og Blikstein (2013, s. 5) skriver at Papert deler Freires entusiasme for å frigjøre det skjulte potensialet hos elevene ved å gi dem miljø hvor deres lidenskap og interesser blomstrer. Blikstein (2013, s. 5) beskriver Papert som pioner og forkjemper for bruk av digitale teknologier i undervisning, og at hans argumenter for å ta i bruk slik teknologi er langt fra teknosentrisk. Papert utviklet lærings- og undervisningsteorien konstruksjonisme (constructionism), inspirert av Piagets konstruksjonisme der læring anses som en aktiv prosess der mennesket aktivt konstruerer kunnskap i hodet gjennom erfaringer med verden. Papert begrenser derimot ikke konstruksjonsaktiviteten til å konstruere indre, mentale strukturer, men utvider det ved å vektlegge meningsfulle, eksterne, delte og sosiale konstruksjoner. Elevene konstruerer kunnskap aktivt ikke bare abstrakt i hodet, men som designere av konkrete objekt forklart som «objects-to-think-with» i boken *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* av Papert (1993a, s. 11). «Construction that takes place ‘in the head’ often happens especially felicitously when it is supported by construction of a more public sort “in the world” (...)» skriver Papert i boken *The childrens’s machine: rethinking school in the age of the computer* (1993b, s. 142).

John Dewey

«The idea that education should be more experiential and connected to real-world objects is originally attributed to John Dewey but also many other scholars and innovators» skriver Blikstein (2013, s. 4). John Dewey (1859-1952) var en amerikansk utdanningsfilosof som først og fremst blir forbundet med aktivitetspedagogikken og erfaringslære. Imsen (2009, s. 79-80) skriver at progressivisme ofte brukes om hans filosofi, men også betegnelser som reformpedagogikk, pragmatisme, instrumentalisme og eksperimentalisme. Hun skriver at hos Dewey er læring knyttet til aktivitet som konkrete handlinger, og at han ser aktivitetsformene modellere, lage noe, undersøke og eksperimentere som verdifulle, sammen med en refleksjon over handlingene. Kunnskap omfatter de praktiske konsekvensene av aktiviteten der elevene gjør egne erfaringer. «To «learn from experience» is to make a backward and forward connection between what we do to things and what we enjoy or suffer from things in consequence» skriver Dewey (1916/1997, s. 140) i boken *Democracy and Education*.

3d-printerteknologi og formgiving

Artikler som *3d-printing: The new industrial revolution* av Berman (2012) og artikkelen *3-D Manufacturing: The Beginning of Common Creativity Revolution* av Niewiadomski og Anderson (2014), omtaler 3d-printing som del av den nye industrielle revolusjonen som « (...) will empower people not only to produce their own virtual information and energy but also customized production of goods» (Niewiadomski og Anderson, 2014, s. 179). 3d-printing brukes, utvikles og utfordres innenfor design- og kunstfeltet, slik blant annet Hoskins (2013), Shillito (2013) og Warnier (2014) viser. Også Mongeon (2016) viser ulike samtidsuttrykk i boken *3D Technology in Fine Art and Craft: Exploring 3D Printing, Scanning, Sculpting, and Milling*. Hun gir innblikk i over 80 kunstnere og designere sine arbeid, samtidig som hun åpner døren til potensialet 3d-teknologi har knyttet til formgiving og det å skape gjenstander som tidligere ikke var mulig. I formgivingsprosesser med 3d-printerteknologi foregår mye av prosessen knyttet til datateknologi og arbeid på skjerm. Jeg ser derfor her nærmere på noen perspektiv knyttet til samspill og mellom menneske og datamaskin, håndverk og design.

Human-Computer Interaction

Human-computer interaction (HCI) som forsknings- og praksisområde ser på samspill mellom menneske og datamaskin og har relasjoner til ulike fagfelt som blant annet IKT, sosiologi, antropologi, ergonomi, psykologi, design og språkfag. HCI er på denne måten et bredt felt som jeg ikke går i dybden på her, men som relatert til mitt undersøkelsesfelt kan knyttes til ulike dilemmaer som oppstår i spillet mellom formgiveren og maskin i forhold til for eksempel håndverk og materialitet.

I artikkelen *Interaction, new materials & computing – Beyond the disappearing computer, towards material interactions* skriver Wiberg (2015, s. 1) om hvordan det er blitt et stort fokus på materialitet innenfor HCI i mange av fagfeltene. Han beskriver det som en «material turn» og at det kan knyttes til kulturelle tendenser og krefter relatert til blant annet til making. Han viser til en gjennomgang av litteratur fra de siste 20 år og karakteriserer «material turn» som seks tilnærminger: «New materials, computational expressivity, analogies to craft, new evaluation methods, computer as material, materiality» (Wiberg, 2015, s. 2). I tilknytning til 'computational expressivity' skriver Wiberg (2015, s. 2) at spørsmål om estetikk i stedet for nytte i økende grad preger

forskningen innenfor HCI, og at dette fører HCI nærmere kunstfeltet. Når det gjelder 'analogies to craft' skriver han at for 15 år siden ville enhver forbindelse og undersøkelser på dette området vært utenkelig i HCI, men at forskere nå fokuserer på håndverk og bruker en «material lens» i sitt arbeid. «In the process, researchers displace computing from the status of an exceptional medium that stands apart from all others to one that can be aligned with more traditional arts» skriver Wiberg (2015, s. 2).

«*Hand and head divided*»

Disse ordene finnes under en overskrift i Sennetts bok *The Craftsman* (2008, s. 37). Her skriver han om ferdigheter som tillært praksis, der gjentakelse er et viktig prinsipp for at ferdighetene skal vokse. Gjennom gjentakelsene endres innholdet av det som gjentas og åpner for ny innsikt. Sennett mener prinsippet utfordres i det moderne samfunn med bruk av datamaskiner og programvare.

«Men maskinerne misbruges, når de forhindrer mennesker i seg selv at lære ved gentagelse. Den intelligente maskine kan føre til adskillelse af menneskets mentale forståelse og den repetitive, instruktive læring gennem direkte kontakt med verden. Når dette sker, bliver det et tab for den menneskelige, begrepsmæssige forståelse» skriver Sennett i den danske oversettelsen *Håndværkeren. Arbejdets kulturhistorie: Hånd og ånd* (2009, s. 48).

Sennett mener eksempler på slik misbruk finnes innenfor bruk av CAD-programvare (computer-assisted design) til formgivning. Han viser til at det er noe som mentalt går tapt ved skjermarbeid i forhold til fysisk tegnearbeid, som handler om formgiverens involvering, tankeutvikling og eierskap. Sennett (2009, s. 53) beskriver fysiske erfaringer relatert til tegnehandlingen som handler om det taktile, det relasjonelle og det ufullstendige. Han gir ulike eksempler på fare knyttet til CAD, som at det er så lett å slette og omkonfigurere at hver enkelt handling overveies mindre og gir varierende resultat, at CAD brukes til manipulering ved å vise gjenstanden fra synsvinkler som ikke er mulig i virkeligheten, og at planlegging uten å arbeide med hendene fører til en avkobling av en bestemt form for relasjonell forståelse (Sennett, 2009, s. 50-52).

Han mener at misbruk av CAD viser hvordan det er hodet det går ut over når hode og hånd skilles ad. Sennett (2009, s. 53) skriver «CAD kan kanskje fungere som symbol på en af de store udfordringer, det moderne samfund står over for: Hvordan tænker man håndverksmessigt, når man skal udnytte teknologien bedst mulig?»

Craft-based approach

«A digitally driven design may be seamlessly precise and consistent but also feel sterile and distant from the human body» skriver Choma (2010, s. 146) i artikkelen *Contested boundaries: Digital Fabrication + Hand Craft*. Materialdrevet design kan være intim og taktil, men samtidig mangle nøyaktigheten som skal til for å koble element. Han foreslår derfor en hybrid produksjonsmetode bestående av digitale produksjonsteknikker kombinert med håndverk og arbeid med materialer.

I artikkelen *The Craftsman Versus The Maker: Tensions in Design Education* skriver Renda og Kuys (2014, s. 1) om hvordan bruk av 3d-printere har ført til fremskritt knyttet til studenters produksjon av gjenstander med tanke på kvalitet og form. Samtidig mener de det er en økende risiko for at studentene tilpasser sine protyper og produksjon til 3d-printernes muligheter, i motsetning til en mer håndverksbasert utforskning. 3d-printing er en utrolig nøyaktig og effektiv metode for å oversette digital form til fysisk form, men det er også et potensiale for manglende relasjon mellom formgiveren og den fysiske modellen mener Renda og Kuys (2014, s. 2-3). De mener også at tradisjonelle håndverksbaserte tilnærminger har muligheter som ikke kan erstattes eller kopieres ved bruk av avanserte maskiner eller teknologi.

Renda og Kuys (2014, s. 3-4) mener at tradisjonelle håndverksbaserte tilnærminger tilfører en intim og taktil måte å arbeide med designutvikling, der man får en følelse med gjenstanden og kan vurdere form og tekstur. De mener at man ikke får det samme samspillet ved å formgi på skjerm, fordi den helhetlige estetikken ikke kommer til uttrykk på skjerm. Det er ikke før 3d-modellen er printet ut at dette kan vurderes nøyaktig. «A craftsman can also quickly react to natural variations in the material and adjust their technique; a machine cannot» skriver Renda og Kuys (2014, s. 4). De argumenterer med dette for en craft-based approach i arbeid med design, der de også ser viktigheten av materialkunnskap og taus kunnskap. En slik tilnærming gir mulighet til å formgi uhindret med tanke på teknologiens grenser, og det kan også oppstå nye måter å produsere på ettersom man må undersøke og/eller utvikle måter å konstruere på. «Obviously advanced manufacturing equipment is vital to ‘rough’ out a form saving the designer a lot of time in the earlier stages of model making, however final details will/should always be done using a craft-based approach» skriver Renda og Kuys (2014, s. 4). De mener en kombinasjon av tradisjonelle håndverksbaserte ferdigheter sammen med nye, avanserte teknologier er det som skal til for å stadig utvikle designfaget.

Design Thinking

I tilknytning til digital fabrication in education presenterer Smith, Iversen og Hjorth (2015) i artikkelen *Design thinking for digital fabrication in education* (2015) to kvalitative studier som er gjennomført i en FabLab@school-kontekst i Danmark. I den første observasjonsstudien fant de at elevene i alder 11-15 år manglet forståelse for kompleksiteten i en digital produksjonsprosess som hemmet potensialet digital fabrication in education har, og identifiserte fem utfordringer. De ønsket å utforske en mer helhetlig tilnærming knyttet til den kreative prosessen og refleksjon, og i den andre utforskende studien med utgangspunkt i research by design, undersøkte de hvordan fokus på design thinking påvirket elevenes gjennomføring i møte med digitale produksjonsprosesser. Smith et al. (2015, s. 2) viser til at selv om design thinking er et kjent område i forskning, er det gjort lite relatert til de gjensidige fordelene det kan ha sammen med elever og digital fabrication in education.

Det å skape, evaluere og reflektere rundt prosessen i digitale produksjonsmiljø har en nær likhet med design thinking, skriver Smith et al. (2015, s. 2). De viser til at utøverne må engasjere seg i «ill-defined» eller «wicked problems» og utforsker preget av prøving og feiling, for å på denne måten gjøre sine egne valg basert på innsikt eller tidligere erfaringer. Smith et al. (2015, s. 2) definerer design thinking som « (...) the ability to thoughtfully engage in design processes of digital fabrication, knowing how to act and reflect when confronted with ill-defined and complex societal problems». Med utgangspunkt i Lövgren og Stolterman (2004) viser de til fire verktøy knyttet til utvikling av design judgement som de hadde som bakgrunn for å introdusere design thinking i digital fabrication in education: a sense of quality directed at the process, a developed language, reflective thinking og retrospective thinking. Ved å innlemme element fra design thinking til digital fabrication finner Smith et al. (2015, s. 8) at elevene bedre kom frem til en forståelse av designprosessen og dens resultat, og utviklet et språk som muliggjør en styrket prosess knyttet til refleksjon og argumentasjon. For å styrke elevenes engasjement må rammene i undervisningen og oppgaven støtte opp om dette og gjerne ha en real-life-kontekst.

«These processes are not merely «open», but must be highly structured, to enable reflective dialogs of the complex connections between analogue materials, digital technologies, and people in everyday contexts. We argue that addressing personal and societal challenges through designerly approaches to digital fabrication may allow students to develop a more profound understanding and ability to create alternative futures» (Smith et al., 2015, s.9).

3d-printerteknologi, undervisning og lærere

Selv om det finnes forskning og litteratur relatert til bruk av 3d-printerteknologi i undervisning, etterspørres det mer didaktisk og fagrettet forskning. I artikkelen *Impediments to Digital Fabrication in Education: A Study of Teachers' Role in Digital Fabrication* skriver Smith, Iversen og Veeresawmy (2016, s. 1) at forskning viser at produksjonsteknologier som 3d-printere, laserkuttere og elektroniske byggesett gradvis blir bedre egnet til å støtte formål knyttet til læring, og at det i økende grad blir integrert i pedagogiske miljøer. Samtidig har det vært lite fokus rundt lærernes rolle i møte med nye teknologier og læreprosesser. I artikkelen *Teachers as Learners then Designers: Shifting from Instructionist to Constructionist Approaches* skriver Svihla, Gines og Yang (2014, s. 1) at det er lite forskning og kunnskap relatert til hvordan lærere ser på bruk av digital fabrication i undervisning. Smith et al. (2016, s. 1) viser til at forskning knyttet til bruk av slik teknologi i undervisning hovedsakelig har hatt fokus rettet mot dens potensiale for å støtte opp om STEM-orientert læring. Samtidig viser de til nyere forskning som argumenterer for mer helhetlig tilnærming og inkludering av elementer fra design thinking i undervisningen med 3d-teknologi og digital fabrication. Katterfeldt et al. (2015, s. 3) mener at i stedet for å fokusere på ferdighetsutvikling, må forskningen se på hvordan bruk av digital produksjonsteknologi kan bidra til dypere bærekraftig læring (bildung). Eisenberg (2013, s. 13) mener at digital produksjonsteknologi ikke har potensial for å gi læringsutbytte hvis man ikke fokuserer mer på designprosess og mindre på «push-button exercises». Ulike muligheter, forbehold og utfordringer knyttes til bruk av 3d-printerteknologi i undervisning og lærernes rolle i slik undervisning.

Muligheter

Artikler og forskning viser at 3d-printerteknologi åpner for ulike muligheter i pedagogisk kontekst. Her presenteres noen av disse som kan være relevant for faget formgiving, kunst og håndverk. Gjennom materialisering av digitale modeller har digital produksjon i undervisningsaktiviteter et generelt potensiale til å bli interaksjoner som gjør de underliggende modellen begripbare (be-greifbar) skriver Katterfeldt et al. (2015, s. 5). Ordet be-greifbar viser til en dobbel betydning som understreker koblingen mellom kropp og sinn eller å gjøre og å tenke. «From a constructionist perspective, the children create «objects-to-think-with» that can be regarded as external representations of mental concepts» skriver Katterfeldt et al. (2015, s. 6). De mener at å materialisere

mentale modeller der man tillater refleksjon i en gjentakende konstruksjonsprosess som involverer både kropp og sinn, kan gi dyp og bærekraftig læring. Å ha «objects-to-think-with» bidrar til læring gjennom en designtilnærming til å skape. Objektet under konstruksjon innbyr til å reflektere over egne ideer og til å engasjere seg i en refleksiv samtale med materialet. Produktet i seg selv er ikke fokus, men den refleksive prosessen med å skape det. Katterfeldt et al. (2015, s. 7) viser til at begrepet imagineering er sammenvevd med deres begrep be-greifbarkeit. Dualismen relatert til kropp og sinn vises her gjennom at imagineering står for den gjensidige prosessen som refererer til personlige meningsfulle ideer og det å implementere dem gjennom å bruke teknologi.

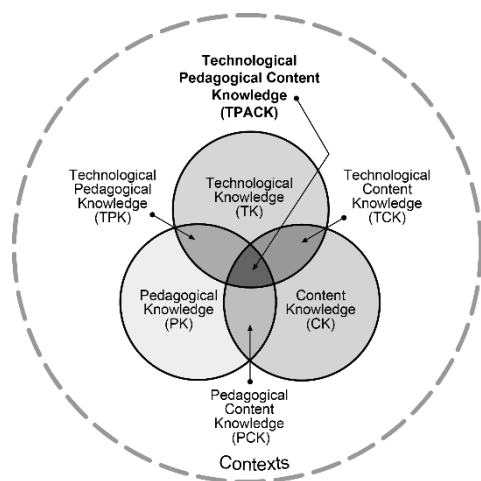
«Self-efficacy is a learning outcome often reported in the context of digital fabrication» skriver Katterfeldt et al. (2015, s. 7). De skriver at self-efficacy refererer til personlig tro knyttet til å ha kraften til å produsere ønskede effekter, og som har en positiv effekt på motivasjon og gjennomføring, og dermed personlig utvikling. De mener at betydningen av personens tro på egen mestringsevne er en kjerneide relatert til undervisning med digitale produksjonsteknologier. Katterfeldt et al. (2015, s. 7) skriver at deres forskning viser at elevene oppnår nye innsikter mellom sin egen aktivitet og den digitale kulturen som omgir dem. Elevene ser på seg selv som produsenter og setter seg selv i ny relasjon til denne verden og dens teknologi – en viktig karakteristikk som bidrar til bildung. Artikkelforfatterne ser på begrepet bildung relatert til en tradisjon som går tilbake til Wilhelm von Humboldt, der bildung viser til en undervisning som knyttes til «learning to be» i stedet for «learning about».

Blikstein (2013, s. 7) mener at arbeid med 3d-printerteknologi og digital fabrication i undervisning kan styrke eksisterende praksis og ekspertise. Ved å bygge på elevenes kjente fremgangsmåter og tilføre uttrykksfulle teknologier, som digitale produksjonsteknologier, er det et potensiale for å øke heller enn å erstatte kjente og sterke praksiser. Han viser til at elevene får en ny verdsettelse for det manuelle arbeidet, samtidig som de manuelle skape- og byggeprosessene blir styrket med digitale verktøy, og at koblingen fører til økt selvtillit og mestringsfølelse.

«Despite the potential of digital fabrication labs and ‘making’ in education, educators and scholars must remember that, as Seymour Papert would say, the real power of any technology is not in the technique itself or in the allure it generates, but in the new ways of personal expression it enables, the new forms of human interaction it facilitates, and the powerful ideas it makes accessible to children» (Blikstein, 2013, s. 18).

Forbehold

Digital fabrication og 3d-printing åpner mange muligheter for studenter, ikke bare knyttet til fantastiske ideer, men også til å gi dem fysisk liv, skriver Svihla, Gines og Yang ((2014, s. 1). De mener at om lærerne ikke gis hjelp til å forestille seg rik bruk av teknologien, er det usikkert om dette faktisk er åpne muligheter. Mishra og Koehler (2006, s. 1017) skriver i *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge* at integrert pedagogisk bruk av digitale verktøy omfatter tre kunnskapsområder: fagkunnskap, pedagogisk kunnskap og teknologisk kunnskap.



Reproduced by permission of the publisher, © 2012 by tpack.org

Skjæringspunktet mellom disse kunnskapsområdene uttrykker de gjennom en modell de kaller *Technological pedagogical content knowledge (TPCK)*, som forsøker å beskrive den sammensatte kompetansen som ligger til grunn for pedagogisk bruk av digitale verktøy. De mener at innhold, pedagogikk eller teknologi ikke skal prioriteres alene, men helhetlig som et dynamisk samspill.

Blikstein (2013, s. 18) oppsummerer bruk av digital fabrication i undervisning gjennom fem designprinsipper. Det første er «The keychain syndrome» som viser til at siden digital produksjonsteknologi kan gi estetisk tiltrekkende produkter med liten innsats, må lærere strekke seg mot mer komplekse tilnærminger sammen med elevene. «The power of despair and visceral involvement» viser til hvordan det bør tilrettelegges for nye formgivingserfaringer som inneholder både frustrasjon og begeistring. «Powerful interdisciplinary projects» handler om at de kunstige grensene mellom ulike fag bør åpnes. «Contextualized learning in STEM» er særlig tilknyttet å støtte opp om realfagene og viser til at abstrakte ideer blir meningsfulle om elevene opplever sammenheng mellom fagkunnskaper for å oppnå et ønsket resultat i sitt arbeid. «Intellectualization and re-evaluation of familiar practices, rather than the replacement of existing ones» handler om at utstyr og pedagogisk rom bør understøtte kjente tradisjonelle teknikker relatert til håndverk og konstruksjon, og at ulike måter å jobbe på blir verdsatt. Blikstein mener at elevene vil øke sin bruk av og verdsetting av tradisjonelle håndverksteknikker gjennom sitt møte med sosialt anerkjente verktøy som digital teknologi og matematikk.

Utfordringer

I sin studie som omhandler læreres integrering av digital fabrication i undervisning, finner Smith et al. (2016, s.13) også et potensiale ved digital produksjonsteknologi i undervisning, men resultatene deres indikerer at det er utfordringene som hittil sjelden har blitt presentert i forskning. «The real barrier, if teachers and students are to conceive a complex and transformative approach to digital fabrication, concern the exploratory and reflective processes and contexts into which such processes are embedded» skriver Smith et al. (2016, s. 13). Målet med studien deres var å utforske utfordringer relatert til digital fabrication i offentlige skoler med særlig fokus på den tilretteleggende lærerens rolle, for å uttrykke spørsmål som trenger å undersøkes nærmere.

Med bakgrunn i eksisterende litteratur og i studien deres av læreres erfaringer identifiserer Smith et al. (2016, s. 13-15) fire hinder som utfordrer elevenes læringsutbytte gjennom prosesser med digital fabrication og design. Det første hinderet «The school as learning goal-oriented – digital fabrication as explorative and openended» viser til strukturelle utfordringer i skolesystemet. Dette knyttes til spørsmålet ‘Hvordan kan lærere forholde seg til et målstyrt skolesystem samtidig som de skal skape rom for utforskende prosesser med digital fabrication?’ Det andre hinderet «Technology as flexible process and material rather than product» uttrykkes gjennom spørsmålet ‘Hvordan kan lærere fremme en forståelse for designmateriale og produksjonsteknologi som refleksjonsverktøy, i stedet for å kun se på utfallet av designprosessen?’ Det tredje hinderet «Developing language and concepts for digital fabrication» viser til en mangel på dedikert språk knyttet til design, innovasjon og teknologi blant elever og lærere, og relateres til spørsmålet ‘Hvordan fremmes design-språk og herunder en sans for kvalitet i prosess og produkt i en grunnskolekontekst?’ «Lack of authority and loss of control» er det fjerde hinderet, og refererer til lærernes mangel på autoritet og kontroll når de ikke mestrer teknologiene. Sentrale utfordringer for lærerne var å bestemme oppgaven, kontrollere prosessen og motivere elevene fra begynnelse til slutt, samtidig som de var usikre på prosessen, teknologien og læringsutbyttet av undervisningen. Dette knyttes videre til spørsmålet ‘Hvordan kan man implementere målsettinger i digital fabrication og samtidig skape et (realistisk) rom for lærerens muligheter til handling og pedagogisk praksis?’ Smith et al. (2016, s. 15) poengterer og oppsummerer med å si at det overordnede hinderet ikke er knyttet til å bruke 3d-printer i klasserommet, men til å grundig undersøke spørsmålet «What should the 3d-printer actually print?»

Oppsummering

Jeg har i dette kapitlet forsøkt å gi et innblikk i hva som rører seg i forskning, litteratur og ulike fagfelt knyttet til bruk av 3d-printerteknologi i undervisning. Det er utfordrende å finne teori og forskning som har direkte relasjon til mitt undersøkelsesfelt, men jeg har prøvd å velge perspektiver som jeg mener er viktige å vite om, og som kan være overførbare eller som kan relateres til faget formgiving, kunst og håndverk. Jeg har forsøkt å systematisere kapitlet gjennom å dele kapitlet inn etter ulike temaer som har sammenheng med mitt undersøkelsesfelt og fag. Jeg går ikke i dybden på hvert tema, men viser hva de omhandler. Gjennom kapitlet viser jeg et utvalg av moment som kan beskrives som muligheter, dilemmaer, utfordringer og forbehold knyttet til bruk av 3d-printerteknologi i undervisning. Innenfor hver av disse temaene finnes det flere moment, men mitt utvalg er gjort med bakgrunn i å relatere det til problemstilling og underspørsmål, men også til lærere i faget spesielt. På denne måten kan utvalget av perspektiv på undersøkelsesfeltet bidra til å belyse og drøfte funn fra undersøkelsen.

Jeg går ikke i dybden på hvert tema både fordi det ikke er utviklet et ferdig teoretisk fundament for dem, og fordi de knyttes tett til andre fag og strømninger i tiden. I kapitlet viser jeg hvordan bruk av 3d-printerteknologi i undervisning oftest relateres til områdene STEM, STEAM og Maker Movement, som opprinnelig er utviklet fra et ikke-pedagogisk utgangspunkt. Disse områdene og digital fabrication in education bruker andre digitale teknologier og ulike metodiske tilnærminger sammen med 3d-printerteknologi, men kobles sjelden til undervisning i kunstoffag og mest mot realfag. Mye av forskningen og litteraturen jeg viser til har også sterk tilknytning til disse områdene, og man kan derfor diskutere hvordan det kan brukes i en oppgave som handler om et helt annet fagfelt. Likevel mener jeg at det danner et viktig bakgrunns-teppe, og at forskning fra disse områdene tydelig er inne på fagområder og problemstillinger som også kan gjelde i faget formgiving, kunst og håndverk. Samtidig mener jeg når disse områdene snakker om for eksempel craft-based approach og design thinking i sine tilnærminger, så er de inne på fagområder hvor man i faget formgiving, kunst og håndverk har verdifull kompetanse.

FORSKNINGSSTRATEGI

I dette kapittelet vil jeg redegjøre for min vitenskapelige plassering og tilnærming, mine metodevalg, min analyseprosess og undersøkelsens troverdighet. Oppgaven er inspirert av en vitenskapelig plassering som Kjørup beskriver som et retorisk-pragmatisk situasjonisme i boken *Menneskevidenskabene: Humanioras historie og grundproblemer*, bind 1 (2014, s. 22-24). I følge Kjørup viser retorisk til inspirasjon fra retorisk og 'nyretorisk' tradisjon hvor det refereres til viktigheten av det konkrete som basis for kunnskap og kommunikasjon (for eksempel Simons, 1990). Pragmatisk viser til inspirasjon fra amerikansk filosofisk pragmatikk og 'nypragmatikk' om det jordnære og praktiske (for eksempel Dewey, 1960; Goodman, 1969). Den retoriske og pragmatiske tradisjon tilhører begge en konstruktivistisk oppfattelse. Situasjonisme viser til at erkjennelse er noe som bli kommunisert i en konkret situasjon, på bestemte betingelser, på et bestemt tidspunkt med utgangspunkt i biologen og feministen Donna Haraway (1988) sitt begrep situated knowledge.

En hermeneutisk tilnæringsmåte danner bakgrunnsteppe for oppgaven. Kjørup (2014, bind 2, s. 63) forklarer at hermeneutikk er fortolkning og læren om fortolkning. I hermeneutisk tradisjon mener man at samfunnet ikke kan studeres som et naturvitenskapelig objekt, men at mennesket må forstås som et kulturelt og historisk vesen. Hans-Georg Gadammers filosofiske hermeneutikk og hans tanker om forforståelse, fordommer og horisont er relevant for min forskningsprosess. I boken *Hans-Georg Gadamer* forklarer Jørgensen (2009, s.14-15) at filosofisk hermeneutikk er en filosofisk refleksjon over hva forståelse og fortolkning er. All viten bygger på en forståelse som utbygges og artikuleres i en fremstilling av det vi allerede vet noe om mener Gadamer. Med andre ord tar vi med oss en forforståelse når vi går inn i en forståelsesprosess, slik at hermeneutikken blir til en sirkularitet mellom forforståelse og forståelse. Man kan ikke skille mellom subjekt og objekt i den hermeneutiske sirkelen; subjektet trer inn i sirkelen fordi forforståelse og forståelse er gjensidig avhengig av hverandre.

I masteroppgaven tar jeg med meg og bygger videre på kunnskap¹ jeg har tilegnet meg gjennom tidligere skriftlige oppgaver på masterstudiet, være seg metode- og vitenskapsoppgaver, masterskisse og tidligere nevnte designoppgaver.

¹ Berge, L. (2014-2015) *Masterskisse, Metodeoppgave, Vitenskapsteorioppgave, Designoppgave, Selvvalgt oppgave* (Eksamensoppgaver, Macrel KH, HSH Stord).

Metode

Mitt problemområde kan som tidligere beskrevet sees i sammenheng med to mappeoppgaver første året av masterstudiet. Her kom jeg opp i ulike dilemmaer gjennom mitt praktiske arbeid med 3d-modellering og 3d-printing. Ut fra min forforståelse på området ønsket jeg å gå videre og undersøke hvilke synspunkt det finnes rundt faglig bruk av 3d-printer i fagfeltet formgivning, kunst og håndverk. Jeg ønsket å møte ressurspersoner med erfaring på området og høre deres perspektiv og oppfatning rundt mitt problemområde. Med dette som bakgrunn valgte jeg å bruke kvalitativ metode i mitt arbeid. I boken *Analyse i kvalitative studier: Den skrivende forskeren* skriver Nilssen (2012, s. 25) at kvalitativ forskning bygger på noen grunnleggende filosofiske antagelser. Den ontologiske forutsetningen er at virkeligheten blir sett på som kompleks, den er i stadig endring og den blir konstruert av de som er involvert. «Den epistemologiske forutsetningen er at kunnskap blir konstruert i møtet mellom forskeren og deltakerne» skriver Nilssen (2012, s. 25) videre. Disse forutsetningene viser til at selv om jeg startet min undersøkelse med noen overordnede spørsmål, måtte jeg være åpen for at undersøkelsens retning endret seg underveis.

Intervju

Postholm (2010) skriver i boken *Kvalitativ metode: En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasesstudier* at man i kvalitativ forskning kan undersøke handlingspraksis uten at selve praksisen blir gjenstand for forskning. For å få tak i bestemte erfaringer valgte jeg å bruke intervju som metode. «Formålet med det kvalitative forskningsintervjuet er å forstå sider ved intervjupersonens dagligliv, fra hans eller hennes eget perspektiv» skriver Kvale og Brinkmann i boken *Det kvalitative forskningsintervju* (2015, s. 43).

Som utgangspunkt for arbeidet med intervju som metode brukte jeg Bourdieus syv faser i et intervjuprosjekt; tematisering, design, intervju, transkripsjon, analyse, verifikasjon og rapportering som beskrevet av Kvale og Brinkmann (2015, s.138). Selv om jeg hadde et fokus på fagspesifikk bruk av 3d-printer i tematiseringen av intervjuundersøkelsen, ønsket jeg likevel å ha en åpen tilnærming til problemområdet slik at det som kom frem under selve intervjusamtalene i større grad kunne innvirke på undersøkelsens retning og resultat, og i mindre grad preges av min egen forforståelse.

Nilssen (2012, s. 25) skriver at den kvalitative forskeren samler inn informasjon om hva mennesker sier, hva de gjør og på denne måten konstruerer verden rundt seg. Intervjukunnskap karakteriseres som produsert, relasjonell, samtalebasert, kontekstuell, språklig, narrativ og pragmatisk av Kvale og Brinkmann (2015, s. 76-78; s. 334-338). Kunnskapen blir produsert av intervjuer og intervjudeltaker i fellesskap gjennom aktiv samhandling i spørsmål og svar, og produksjonsprosessen fortsetter gjennom transkripsjon, analyse og rapportering. I denne undersøkelsen planla jeg å fokusere på den relasjonelle kunnskapen som produseres i mellomrommet mellom meg som intervjuer og intervjudeltakernes synspunkter. Denne undersøkelsen baseres på samtaler som gir adgang til kunnskap, og som gjøres i en interpersonlig kontekst der betydningen av intervjudeltakernes utsagn også er kontekstuell. Intervjuproduktet består av muntlige utsagn gjengitt som transkribert tekst. Jeg ønsket å åpne for fortellinger som kunne gi nye perspektiver til mitt undersøkelsesfelt. Undersøkelsen ble gjort i et spesifikt fagmiljø, med fagdidaktisk utgangspunkt, med mål om at den kunnskap som produseres i denne undersøkelsen kan komme til nytte for faget formgiving, kunst og håndverk.

Intervjuutvalg

For å undersøke problemområdet rundt bruk av 3d-teknologi i faget formgiving, kunst og håndverksfag fant jeg frem til jeg et utvalg på fem ressurspersoner med fagdidaktisk tilknytning og erfaring med 3d-printer innenfor det spesifikke fagområdet. Som Halvorsen beskriver i boken *Kunstfaglig og pedagogisk FOU: Nærhet, distanse, dokumentasjon* (2007, s. 61) gjorde jeg da et formålsutvalg eller «purposeful sampling», hvor målet var å finne kilder som i stor grad kunne tydeliggjøre problemområdet. Fire av personene har erfaring med fagspesifikk bruk av 3d-printer og er høyskole/ universitetslærere innenfor lærerutdanning i faget formgiving, kunst og håndverk. Den femte er lærer ved studiespesialiserende med formgivingsfag (SF) på videregående nivå, har undervisningserfaring, høy utdanning i faget og var i ferd med å ta 3d-teknologi i bruk i undervisning.

Jeg fikk følge prosjektet til læreren på videregående nivå og være med i undervisningen der et utvalg på åtte elever deltok. Dette gav et dypere innblikk i denne lærerens tilnærming til å ta i bruk 3d-teknologi i faget formgiving, kunst og håndverk, og dermed større innsikt med tanke på det påfølgende intervjuet. De åtte elevene, tre gutter og fem

jenter, hadde etter lærerens forespørsel valgt å være med på å utforske det å ta i bruk 3d-teknologi i fagfeltet sammen med læreren. Prosjektet gikk over fem skoleuker, to halve undervisningsdager i uken. Læreren hadde ingen erfaring med 3d-modellering eller 3d-printing og hadde informert elevene om dette. Læreren gikk inn i området ved å invitere elevene med på å utforske teknologien for å lære. Det ble gitt en designoppgave og elevene ble delt i to grupper. Hver gruppe utformet sin identitet som designteam, sine kriterier for å svare på oppgaven og arbeidet frem sine løsninger. Skolen hadde ikke 3d-printer, og de samarbeidet derfor med et vitensenter. De besøkte dette senteret flere ganger i løpet av prosjektet, og var også på besøk hos en bedrift som arbeidet med 3d-modellering og 3d-printing. Prosjektet ble avsluttet ved at elevene presenterte prosjektet og deres resultat for to klasser ved SF, flere lærere og avdelingsleder.

Gjennomføring av intervju

Jeg ønsket å bruke et semistrukturert intervju med utgangspunkt i en intervjuguide som sirklet inn bestemte tema. Semistrukturert intervju kan defineres som «En planlagt og fleksibel samtale som har som formål å innhente beskrivelser av intervjupersonens livsverden med henblikk på fortolkning av meningen med de fenomener som blir beskrevet» ifølge Kvale og Brinkmann (2015, s. 357). På denne måten åpnet jeg for oppfølgingsspørsmål og oppfølging av andre tema som kunne dukke opp gjennom samtalen. Dette ville gi meg en mulighet til å gå mer i dybden på ulike emner i intervjuene, og til å belyse min problemområde med nye momenter.

Intervjuguiden bestod av 14 spørsmål fordelt på fire tema. Med de innledende spørsmålene var tanken å ta for seg deltakernes oppstart med 3d-printerteknologi i undervisningen og bakgrunnen for dette. Det neste temaet omhandler fagfeltet formgiving, kunst og håndverk, dets kjerne og plassering av 3d-printing i fagfeltet. Hovedtemaet tar for seg 3d-printing og undervisning, deltakernes erfaringer, opplevelser, muligheter og dilemmaer på området. Det avsluttende temaet inneholder spørsmål om fagfeltet formgivingsfag, kunst og håndverk i fremtiden.

Jeg gjennomførte intervjuene med høyskole/universitetslærerne før jeg intervjuet læreren ved den videregående skolen. Ved å intervju de som hadde konkret erfaring med 3d-printing først, dannet det bakgrunn for å stille spørsmål rettet mot en mer konkret undervisningssituasjon. På denne måten kunne jeg også stille spørsmål ved min

egen for forståelse og åpne opp for nye forståelser. Fire av intervjuene ble gjennomført ved utvalgets arbeidsplass, mens ett ble utført under en biltur etter deltakerens ønske. Intervjuene ble dokumentert med lydopptak og egne notater. Jeg forsøkte å være bevisst på min fremtreden og hvordan jeg møtte deltakerne, men må si at jeg var nervøs i møtet med det man må kalle eksperter på området. Kvale og Brinkmann (2015, s. 36) ser på intervjuet som et håndverk som læres gjennom praksis. Jeg har aldri tidligere arbeidet med intervju som metode, og opplevde flere utfordringer i forhold til dette. Kvale og Brinkmann (2015, s. 175) bruker betegnelsen eliteintervju når det involverer personer med ekspertise og stillinger med innflytelse. Jeg forsøkte å oppnå symmetri ved å vise at jeg hadde satt meg inn i intervjutemaet og ved å være interessert og engasjert, men fant det utfordrende. I alle intervjuene kan man si at deltakerne pratet fritt og utfyllende. Ofte trengte jeg ikke å stille spørsmålene fordi deltakerne var innom tematikken på eget initiativ, eller jeg fikk knapt påbegynt spørsmålet, før deltakerne gikk i gang med å svare. Jeg opplevde at selv om jeg hadde arbeidet med å få til åpne spørsmål som ikke var ledende, så ble mange likevel oppfattet som at jeg var forkjemper for det manuelle i faget siden jeg stilte spørsmål ved det. Det var utfordrende for meg som novise å holde sporet eller å få med meg at selv om deltakeren hadde pratet lenge og vel om tematikken, var kanskje ikke svaret så tydelig likevel. Det var også vanskelig å være kritisk til deltakernes uttalelser i intervjusituasjonen, på grunn av deres stilling og ekspertise. Dette gjaldt særlig intervjuene med høyskole/universitetslærerne. Jeg forsøkte å fremstå som sikker og strukturert, men i virkeligheten var jeg nokså usikker. I forskerloggen min kan man lese «Dagen har gitt meg en nagende følelse av være liten i den store verden» (19.11.15, s. 17). Det siste intervjuet opplevde jeg som noe annerledes, selv om også denne deltakeren betegnes som en ekspert, var jeg tryggere i situasjonen og hadde mer kontroll på temaene som dukket opp eller som jeg ville følge opp. Det kan være flere grunner til dette, som at jeg hadde utviklet min intervjuteknikk gjennom de fire foregående intervjuene og at jeg nå kjente til ulike problemstillinger spørsmålene mine innebar, men ikke minst at jeg hadde fulgt deltakerens prosjekt, blitt kjent med deltakeren og på denne måten kunne stille relevante spørsmål.

Intervjuene varierte i tidsbruk. Som utgangspunkt hadde jeg satt av 45-90 minutter, men flere av deltakerne hadde satt av mye tid til meg slik at det ble svært lange samtaler. Intervjuenes varighet varierte fra 60 minutter til 3 timer og 20 minutter, noe som førte til et utfordrende arbeid med transkripsjon, datareduksjon og analyse.

Transkribering av intervju

I denne undersøkelsen var selve uttalelsene deltakerne gav i fokus, uttrykt som meninger, synspunkt, opplevelser og erfaringer. Med dette som utgangspunkt inneholder ikke transkripsjonene av samtalene informasjon om kroppsspråk, stemmeleie eller hvordan deltakeren forholder seg til omgivelsene. Innholdet i samtalene er gjort om fra deltakernes dialekt til bokmål for på denne måten å være anonymiserende.

Transkripsjonene er likevel preget av et muntlig språk, dermed kan man også merke gjenspeiling av når deltakerne blir ivrig, engasjert eller provosert. Likevel vil man ved å transkribere miste noe når intervjuinnholdet skifter form fra noe som har utviklet seg mellom personer til skriftlig tekst. Som Kvale og Brinkmann (2015, s. 205) skriver blir det en svekket, dekontekstualisert gjengivelse av intervjusamtalen. De skriver om hvordan fortolkningene av intervju ofte er en omskrevet fortetting av den intervjuedes egne synspunkter, slik forskeren forstår dem. To av deltakerne fikk uttale seg eller utfordre tolkninger i et valideringsfellesskap. En deltaker godkjente utdrag fra transkripsjonen, mens den andre godkjente både utdrag fra transkripsjonen og mine fortolkninger av vedkommende sine uttalelser. I boken *Naturalistic inquiry* kaller Lincoln og Guba (1985, s. 314-316) dette for «memberchecking», som handler om å la deltakerne få tilgang til materialet slik at de kan avgjøre nøyaktighet og troverdighet.

For å dokumentere intervjusamtalene brukte jeg en Sony lydopptaker. Dataprogrammet Sound Organizer ble brukt til avspilling, lytting og transkripsjon. I og med at intervjuenes varighet varierte veldig, ble også transkripsjonenes lengde variabel, fra 9207 ord til 20971 ord. Det var et svært tidkrevende og anstrengende arbeid. Deler av samtalene var gjerne preget av bruddsetninger, innskutte ytringer, tekniske fagord eller informasjon, dialekt og ulik stemmebruk, noe som gjorde at jeg måtte lytte mange ganger for å få med meg alt innholdet. Ved å transkribere selv på denne måten fikk jeg et nært forhold til materialet. Gjennom transkripsjon struktureres materialet i tekstform slik at man får oversikt til analyseprosessen. Jeg gjorde meg tanker om min egen intervjustil, om konteksten, husket detaljer ved intervjusituasjonen og påbegynte meningsanalysen av det som ble sagt.

Analyseprosessen

Transkripsjonene av intervjuene utgjør sammen med feltnotater og forskerlogg utgangspunkt for min analyseprosess. Ønsket om en meningsfokuset analyse førte meg etter hvert inn på å bruke ad-hoc teknikker i analyseprosessen. Siden jeg hadde en så åpen tilnærming og inngang til hva som ville komme ut av undersøkelsen, var det utfordrende å se en overordnet mening i materialet ved første øyekast. For å finne sammenhenger og struktur benyttet jeg en ad-hoc tilnærming som Kvale og Brinkmann (2015, s. 264) beskriver som å skape mening i kvalitative tekster ved å ordne materialet fra det beskrivende til det forklarende, og fra det konkrete til det abstrakte. Dette gjøres ved å bevege seg fritt mellom forskjellige analyseteknikker, og står i motsetning til mer systematiske analytiske teknikker.

For å danne meg et bilde av materialet og få en følelse av helheten, hørte jeg på intervjuopptakene og leste gjennom materialet flere ganger. Jeg så også etter ulike mønstre eller tema som utmerket seg i materialet, eller som jeg hadde lagt spesielt merke til under selve intervjuene, ved at noen temaer gikk igjen eller at deltakerne ga fyldigere og kanskje også mer engasjerte uttalelser på enkelte tema. Jeg gikk tilbake til særlig interessante områder i materialet og prøvde å se «hva som hører sammen med hva» (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 264). For å finne sammenhenger i det omfangsrike materialet utarbeidet jeg en form for koder og kategorier inspirert av det som Kvale og Brinkmann (2015, s. 226) beskriver som sentralt ved en grounded theory–tilnærming. Jeg gjorde dette på bakgrunn av de klare fordelene med koding som handler om å gjøre seg kjent med hver eneste detalj i materialet for å få en oversikt over materialet jeg hadde innhentet. Jeg utformet etter hvert tre tabeller hvor jeg samlet intervjuuttalelser fra alle fem deltakerne etter de midlertidige kodene *lærerrolle*, *fagfeltets kjerne* og *praktisk arbeid*. Tabellene ble svært innholdsrike, og for å finne relasjoner skrev jeg derfor ut tabellene og klippet dem opp i remser for å jobbe videre med en kategorisering av materialet. En slik kode- og kategoriseringsprosess gjøres ofte datastøttet ved hjelp av programvare, men jeg foretrakk å være tettere på materialet ved å legge papir og remser utover, fargekode og notere. Denne visuelle tilnærmingen gjorde også at jeg holdt en nærhet til materialet, i motsetning til avstanden mellom forsker og material som kritikerne av ren datastøttet analyse av kvalitativ forskning fremhever.

Jeg arbeidet videre med kategorisering innenfor hver av de tre midlertidige kodene ved hjelp av fargekoding og sortering, og forsøkte å finne meningsenheter slik de ble uttrykt av deltakerne og tematisere uttalelsene fra slik jeg tolket deltakernes synsvinkel. Jeg gikk gjennom materialet gjentatte ganger for å utdype forståelsen. Jeg så på sammenligninger og kontrasteringer for å forsøke å skape en sammenheng og undersøke relasjoner i materialet. Ved å stille spørsmål til teksten pendlet jeg frem og tilbake mellom deler og helhet, som en følge av den hermeneutiske sirkel. Mens kodingen brøt teksten ned i mindre enheter, utvidet meningstolkningen den opprinnelige teksten ved å legge til hermeneutiske lag som muliggjør forståelse, slik Kvale og Brinkmann skriver (2015, s. 230). Jeg forsøkte å finne meningsstrukturer og betydningsrelasjoner som ikke var umiddelbare i materialet. På denne måten rekontekstualiserer tolkningen uttalelsene innenfor bredere referanserammer i motsetning til en dekontekstualisering som skjer ved kategorisering (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 234).

Slik fant jeg først frem til tre koder og syv kategorier, som jeg analyserte videre. Jeg så på sammenhenger, gjentakelser, forutsetninger og spisset materialet slik at jeg stod igjen med to koder og fire kategorier. Som beskrivelse av de to kodene kom jeg frem til to metaforer som kan skape en sammenhengende forståelse av materialet mitt. På denne måten vokste kategoriene og meningstolkningene frem i løpet av analyseprosessens fem trinn som beskrevet i Kvale og Brinkmann (2015, s. 232). De viser til at man først leser intervjuet for å få helheten, deretter bestemmer «meningsenhetene», dernest uttrykkes temaet som dominerer meningsenheten før meningsenhetene blir undersøkt i lys av undersøkelsens formål og til slutt uttrykkes deskriptivt. På denne måten førte dette meg frem til en inndeling av materialet mitt for å søke svar på undersøkelsens problemstilling og underspørsmål.

Metodekritikk

Den ontologiske og epistemologiske forutsetningen i kvalitativ forskning om at det eksisterer mange virkeligheter og at virkelighet og kunnskap bli konstruert mellom forskeren og deltakerne, betyr at forskningen kan gi oss noen svar, men ikke svaret. Nilssen (2012, s. 29) skriver at forskeren selv er det viktigste instrumentet i kvalitativ forskning. Dette er fordi forskeren selv samler datamaterialet, konstruerer materialet i interaksjon med deltakerne og gjennomfører analyse og tolkning av dette materialet. På denne måten kan forskeren ta konteksten i betraktning og tilpasse seg omstendighetene. «Samtidig er forskeren som instrument også begrenset ved det å være menneskelig. Det betyr at det blir gjort feil, muligheter går tapt og personlig forutinntatthet («bias») griper inn og forstyrrer» skriver Nilssen (2012, s. 29).

Kvale og Brinkmann (2015, s. 76) beskriver intervjukunnskap ved hjelp av syv hovedtrekk der de karakteriserer kunnskapen som produsert, relasjonell, samtalebasert, kontekstuell, språklig, narrativ og pragmatisk. Kritik mot intervju som metode kan handle om verdien av slik intervjukunnskap, men blant flere fremhever Kvale og Brinkmann (2015, s. 20) det kvalitative forskningsintervjuet som en egnet metode for å få frem betydningen av folks erfaringer, avdekke deres opplevelser, og forstå verden sett fra deres side. Samtidig kan det være forskjell mellom det deltakerne uttaler i et intervju og det de gjør i praksis.

Et forskningsintervju kan ikke betraktes som en fullstendig fri og åpen dialog mellom likestilte partnere mener Kvale og Brinkmann, og skriver «Forskningsintervjuet er imidlertid en spesifikk profesjonell samtale med et klart asymmetrisk maktforhold mellom forskeren og den som blir intervjuet» (2015, s. 51). De trekker frem argumenter som at intervjuet er en enveisdiallog, en instrumentell dialog, en manipulerende dialog og intervjuerens monopol på å fortolke. Det asymmetriske maktforholdet i intervju-situasjonen kan oppveies av elitepersonens maktstilling mener Kvale og Brinkmann (2015, s. 175). «Elitepersoner er vant til å bli spurt om sine meninger og tanker, og en intervjuer med en viss ekspertise vedrørende intervjutemaet kan være en interessant samtalepartner» skriver Kvale og Brinkmann (2015, s. 176). Nilssen (2012, s. 30) mener at kvaliteten på datamaterialet fra intervju avhenger av forskeren sine kommunikative ferdigheter. Kvale og Brinkmann (2015, s. 83-85) skriver om intervjuerens evne til å umiddelbart oppfatte hva et svar betyr, noe som krever interesse for og kunnskap om problemområdet og den menneskelige samhandlingen i intervju. Kvale og Brinkmann

(2015, s. 36) beskriver intervjuet som et håndverk som er avhengig av intervjuerens praktiske ferdigheter og personlige vurderinger. Jeg må anses som novise på dette området, og at det dermed kan ha gitt utslag på utforming av intervjuguide, gjennomføring av intervju, transkribering og analyse. Ved å presentere mine metodevalg og arbeidsprosesser i sluttproduktet gir jeg leseren en mulighet til å vurdere dette.

Det var utfordrende å finne deltakere som passet til utvalgskriteriene. Selv om mange skoler har tatt i bruk teknologien, er det få som har gjort det i faget formgiving, kunst og håndverk. Utvalget mitt består av få personer, men jeg mener likevel at deres erfaringer og perspektiv kan belyse min problemstilling. Med et større utvalg ville kanskje funnene bli annerledes. Lærerne i utvalget har alle høy utdanning innenfor faget. Ut fra dette kan man si at utvalget ikke får et «motsvar» fra andre fagfelt med sine synspunkt på bruk av 3d-teknologi i undervisning. Samtidig er nettopp utvalgets bakgrunn interessant, fordi de kan gi svar som belyser fagfeltet formgiving, kunst og håndverk spesifikt. Utvalget kan sies å bestå av elitepersoner, og man kan stille spørsmål ved om jeg klarte å oppnå en viss symmetri i intervjuelasjonen. Man må også være klar over at eksperter på et område kan ha mer eller mindre forberedte svar som kan fremme de synspunkter de ønsker å få frem, og at det kan være en utfordring å komme forbi disse.

Postholm (2010, s. 63) skriver om hvordan en kvalitativ forsker starter analyseprosessen med en gang man entrer forskningsfeltet. Selv om man forsøker å møte materialet med et åpent sinn og en åpen holdning til hva det forteller, er det ikke mulig å legge forforståelsen sin helt bort i en slik prosess. I analyseprosessen vil teori, erfaringer, kunnskaper og tanker jeg har gjort meg gjennom feltarbeidet være med meg selv om jeg ikke leter etter noe bestemt i datamaterialet. Kvale og Brinkmann (2015, s. 238) skriver om hvordan en forskers antagelser gjør seg gjeldene i de spørsmål som stilles til teksten og at ulike spørsmål fører til ulike meninger i teksten. I fortolkning av intervju omskrives den intervjuedes egne synspunkter, slik forskeren forstår dem. Kvale og Brinkmann (2015, s. 218) skriver om hvordan intervjuuttalelser ikke er samlet inn, men er forfattet i felleskap med intervjupersonen.

Gjennom transkripsjonen er det en fortolkningsprosess å komme frem til hvor man skal sette punktum og komma i uttalelsene. «Det finnes ingen sann, objektiv oversettelse fra muntlig til skriftlig form» skriver Kvale og Brinkmann (2015, s. 212) med tanke på transkripsjonens reliabilitet, validitet og etikk. Selv om jeg gjorde «member-checking»

med to av deltakerne, er selve utvalget av material og analyse av dette gjort av meg. Min tilnærming kan kritiseres for å løsrive informasjon om de ulike temaene fra sin opprinnelse. Ved å fokusere på deler av teksten får man ikke med helheten, og på denne måten kan sammenhengen i informasjonen bli svekket ved at deler av materialet blir tatt ut fra sammenhengen det ble presentert i. Deltakernes forståelse av situasjonen får dermed mindre fokus, noe som kan gjøre at deltakerne kan føle at den forståelsen de har uttalt ikke blir presentert i det ferdige produktet. Ved å rette oppmerksomheten mot hva deler i materialet kan gi av informasjon i stedet for informasjon om den enkelte deltaker, vil sluttresultatet i større grad være preget av meg, min forståelse og tolking av materialet. En tematisering på denne måten vil kunne gi fordeler med tanke på anonymitet, ved at det er vanskeligere å spore materialet tilbake til deltakerne.

Undersøkelsens troverdighet

Nilssen (2012, s. 137-144) skriver om hvordan kvalitativ forskning er verdiladet og påvirket av forskeren. Jeg har tidligere synliggjort min forforståelse for feltet, og gjennom rapporteringen forsøker jeg å vise hvordan denne utvides og endres i løpet av forskningsprosessen. Forforståelsen min gav meg en retning i undersøkelsen, samtidig som jeg måtte være klar over min egen forutinntatthet eller slagside («bias»). Det jeg fant stemte ikke nødvendigvis med forforståelsen min. Sirkulariteten mellom forforståelse og forståelse, som Gadamer fremhever i den hermeneutiske sirkel, sammen med den fortolkende sin inntreden i sirkelen viser til at man ikke kan stå utenfor og gjøre en nøytral undersøkelse. Nedbrytingen av skillet mellom subjekt og objekt gjør at tolkningen blir påvirket tolkerens forforståelse. Ricoeur mener at det er vesentlig å stille kritiske spørsmål fordi vår forforståelse og fordommer blandes i møte med det som tolkes (Kjørup, 2014, bind 2, s.79). Ved å imøtegå det som skal tolkes med åpent sinn, som ved Gadamers åpne tilnærming, oppdaget jeg ting jeg ikke hadde forventet. Om jeg hadde vært for kritisk og ikke hatt en åpen tilnærming, ville det vanskeliggjort en utviding av horisonten underveis. Gadamer mener man ikke kan erfare uten å stille spørsmål og gå i dialog med det man stiller spørsmål til. Ved utarbeiding av intervjuguiden forsøkte jeg å være bevisst på spørsmålenes horisont og hvordan den kunne muliggjøre og umuliggjøre ulike svar. Spørsmålene bygde på en forforståelse av det jeg undersøker, og ved å være bevisst på denne forforståelsen kunne jeg åpne for at andre spørsmål enn de først planlagte ble stilt.

Ved å la to av deltakerne se på materialet og uttale seg, ble det gjort en enkel form for «member-checking». Ved å utvide denne delen kunne jeg ytterligere ha økt undersøkelsens troverdighet. Likevel har det i analyseprosessen vært viktig for meg å finne min vei inn i materialet og la min egen stemme komme frem. Selv med en filosofisk hermeneutisk tilnærming kan man ikke skape en fullstendig åpenhet om det felt man undersøker. Det vil alltid foregå en eller annen form for formalisering, forenkling og kategorisering. Siden forskeren er sitt eget instrument, er det nødvendig at forskeren beskriver sin egen analyse- og tolkningsprosess på en slik måte at det blir gjort transparent for leserne. Dette har jeg forsøkt å gjøre gjennom min rapportering av forskningsprosessen, for å vise troverdighet og sannsynlighet ved det jeg presenterer og være refleksiv til egen subjektivitet. Lincoln og Guba (1985, s. 289-331) bruker blant annet også begrep som avhengighet og overførbarhet for å vise undersøkelsens troverdighet. Avhengighet refererer til at funnene er avhengige av den konteksten der forskningen fant sted, og at en kvalitativ studie aldri kan gjennomføres på akkurat samme måte en gang til. Kontekstbeskrivelsen og presentasjon av funn er forsøkt gjort på en slik måte at leseren har mulighet til å vurdere overførbarhet til egen kontekst.

For å vise en troverdig kunnskapsproduksjon gjennom intervjuer, mener Kvale og Brinkmann (2015, s. 275-294) at begrepene pålitelighet og gyldighet er sentrale. Pålitelighetsbegrepet deres har både metodologisk og moralsk betydning og viser til forskningsresultatenes konsistens og troverdighet i den aktuelle forskningskonteksten. På den måten tar de utgangspunkt i hvordan man kan vise reliabilitet under intervjuet, i transkriberingen og analysen ved blant annet å være åpen og ikke ledende, ikke påvirke resultatet og motvirke vilkårlig subjektivitet. Gyldighetsbegrepet deres er en vid oppfatning av validitet som omfatter i hvilken grad observasjonene faktisk reflekterer det man ønsker å vite noe om. Jeg har forsøkt å vise undersøkelsens gyldighet ved å vise dens og problemområdets forankring, ved å velge en metode som kan reflektere det jeg ønsket å undersøke, ved å vise troverdighet i intervjuingen og utspørre meningen med det som ble sagt, ved å transkribere ut fra undersøkelsens formål, ved å stille spørsmål til intervjuteksten som er formålstjenlige og gjøre logiske fortolkninger, ved å forankre undersøkelsen teoretisk, og ved å skrive en rapport som gir leseren mulighet til å bedømme resultatet. På denne måten har målet vært å vise undersøkelsens gyldighet og pålitelighet gjennom alle stadier av kunnskapsproduksjonen.

Etikk

Nilssen (2012, s. 144-152) skriver om hvordan man i kvalitativ forskning må ta etiske hensyn gjennom hele forskningsprosessen. Jeg har blant annet vært oppmerksom på etiske problemstillinger som kunne oppstå ved bruk av intervju som metode og påfølgende rapportering av resultat herfra. Siden intervjuutvalget mitt kan sies å være hentet fra et smalt område, ble undersøkelsen meldt inn hos Norsk Samfunnsvitenskapelig Datatjeneste (NSD). Jeg har opplyst om at deltakelsen er frivillig, innhentet informert samtykke hos alle deltakerne, og forklart at det når som helst var mulig å trekke seg fra undersøkelsen. For å sikre konfidensialitet har jeg fjernet enkelte opplysninger i transkripsjonene, som navn på personer, organisasjoner og institusjoner. Deltakerne er gitt fiktive navn i rapporteringen, og jeg har «vasket språket» i de utvalgte sitatene slik at grammatiske feil og repetisjoner av ord ikke forstyrrer innholdet i uttalelsene. For at det ikke skal være mulig å gjenkjenne deltakerne, har jeg ikke tatt med opplysninger om deres bakgrunn, utdanning, jobberfaring, årstall eller lignende. Enkelte deltakere uttaler seg om dette på eget initiativ under intervjuet, og intervju-transkripsjonene legges derfor ikke ved rapporten. Dette fordi det er mulig å sammenstille opplysninger og dermed gjøre personidentifisering selv om dette ikke er tatt med i selve rapporten.

Eget skapende arbeid

Forskning handler om en balansegang mellom nærhet og distanse, og i kvalitativ forskning er nærhet en styrke, mener Nilssen (2012, s. 137). Jeg ønsker å ha en nærhet til faget formgiving, kunst og håndverk sin kjerne samtidig med en skriftlig presentasjon av funn i denne oppgaven. Sømoe (2010, s. 31) mener at forskning i kunst og håndverksfaget må ta utgangspunkt i fagets egenart og plasseres i skjæringspunkt mellom det didaktiske og det utøvende. Ut i fra dette tenker jeg også å ha en utøvende komponent i mitt masterarbeid, der dette ikke handler om å forske på feltet eller på egen skapende praksis, men der jeg gjennom eget skapende arbeid vil forsøke å utforske funn fra min empiri og teori. På denne måten kan min tolkning av problemstilling, empiri og teori utdypes. Funnene blir dermed ikke bare belyst gjennom den skriftlige masteroppgaven, men også gjennom eget skapende arbeid. Mitt skapende arbeid blir på denne måten å anse som en kommentar, og ikke en besvarelse av oppgavens problemstilling.

Thorsnes (2015) presenterer i boken *Tresløyd og multimodal skapende praksis* at et multimodalt uttrykk er «(...) et kommunikativt produkt som består av ulike uttrykksmåter som skal samvirke og utfylle hverandre på en helhetlig måte» (Thorsnes 2015, s. 9). Fremlegging og presentasjon av min masteroppgave kan på denne måten sees som et multimodalt uttrykk, der en mer tradisjonell muntlig fremføring og en skriftlig masteroppgave suppleres av en visuell presentasjon bestående av eget skapende arbeid.

RESULTAT FRA UNDERSØKELSEN

I dette kapitlet redegjør jeg for funn jeg har kommet frem til gjennom analyse av innhentet materiale i min undersøkelse. Som tidligere beskrevet kom jeg frem til fire kategorier som kan oppsummeres i to koder ut fra svarene jeg fikk i intervjuundersøkelsen. Til sammen mener jeg disse viser et bilde av hvilke refleksjoner intervjuutvalget gjorde seg relatert til faglig bruk av 3d-printer. I rapporteringen av disse kategoriene har jeg valgt ut fremtredende trekk slik Nilssen (2012, s. 159) beskriver for å gi en forståelse for hvordan funnene og tolkningene kan gi svar på min problemstilling og mitt underspørsmål. Jeg har valgt å navngi kodene ved bruk av metaforer. Kvale og Brinkmann (2015, s. 316) skriver om hvordan bruk av metaforer kan gjøre at hovedpunktene i en undersøkelse blir enklere å forstå og huske. De viser til hvordan Miles og Huberman (1994) mener metaforer virker datareducerende og mønster-dannende og slik sett anbefales å brukes i kvalitative rapporter.

Kontekstualisering

Før jeg går inn på selve kategoriene vil jeg gi et innblikk i intervjusituasjonen og beskrive funn fra intervjuene jeg mener er viktige som kontekst for resten av materialet.

Intervjusituasjonen

Flere av deltakerne hadde tydelig forberedt seg til jeg skulle komme. Audun og Carsten hadde satt frem ulike 3d-printede gjenstander, jeg fikk se utstyr og fikk omvisning på institusjonenes verksteder. Carsten lot meg hilse på studenter og se deres resultater fra arbeid med 3d-modellering og 3d-printing. Bjørn hadde tatt frem bøker og artikler om temaet, og hadde også 3d-printede gjenstander på sitt kontor. Daniel plukket frem 3d-printede gjenstander han hadde liggende på kontoret for å vise og forklare hva han mente underveis i samtalen. Siden jeg hadde fulgt Elins prosjekt, hadde jeg kjennskap til utstyr, verksteder og prosjektets resultat på forhånd. Denne samtalen foregikk på et av skolens grupperom der vi fikk sitte uforstyrret. Samtalen med Audun, Bjørn og Daniel foregikk på deres kontor, mens samtalen med Carsten ble gjennomført i mer uformelle omgivelser - en biltur med påfølgende kafébesøk. Audun og Daniel har lang erfaring med 3d-teknologi, Bjørn og Carsten noe erfaring med 3d-teknologi mens Elin var nybegynner på området.

Deltakernes faglige ståsted

For å få en forståelse for deltakernes initiativ og forbehold til å ta i bruk 3d-printer i faget formgiving, kunst og håndverk, hadde jeg behov for at deltakerne gav uttrykk for hvordan de ser på fagets kjerne. Etter å ha arbeidet med intervjumaterialet som helhet opplever jeg at denne faglige forståelsen danner en bakgrunn og en forutsetning for deltakernes uttalelser. Jeg velger derfor å presentere refleksjoner som deltakerne gir om sitt faglige ståsted som en del av en kontekstualisering av mine funn, slik at dette danner et bakteppe for den videre presentasjonen av undersøkelsen.

Deltakernes uttalelser på dette området handler ikke om hvilket utdanningsområde eller fagområde de selv tilhører, men om deres meninger om hva som er fagets kjerne. Det sentrale i faget, fagets kjerne eller fagets egenart kan være utfordrende å definere.

Deltakerne uttaler seg om momenter de mener er sentrale, grunnleggende og fagspesifikke. Jeg opplever at alle er innom de samme momentene gjennom intervju-samtalen, selv om de gjerne vektlegger disse ulikt. Ved å sortere deltakernes uttalelser, finne fellestrekk og ulikheter sitter jeg igjen med noen momenter.

Samtlige deltakere uttaler seg om materialer, teknikker og objekter som sentrale momenter i faget, og de er enige om at dette er viktige kjerneområder. «Så det faget dreier seg rundt, det er materialer, teknikker og objekter. Så altså, det er det materiale, i faget, som er det sentrale for meg da» uttaler Daniel (03.12.15). For han er det viktig at kompetansen på materialer, teknikker og håndverk er solid, fordi han mener at det er det faget skal bygges ut fra. De andre deltakerne er enige i at håndverk er en betydningsfull kjerne, og viser til at det er en tradisjonsrik del av faget. «Og en annen fagspesifikk ting som ingen andre fag i grunnskolen har, er håndverk» uttaler Carsten (19.11.15).

Praktisk handlingskompetanse kan styrkes gjennom tilegnelse av grunnleggende håndverksmessige kunnskaper og ferdigheter i bruk av ulike materialer, teknikker og redskaper.

Deltakerne mener det er viktig å vektlegge det å arbeide praktisk i faget formgiving, kunst og håndverk. Jeg leser uttalelsene til deltakerne slik at de mener at det å skape er en kjerneaktivitet i faget. «Det må være noe med det her med den skapende prosessen som er helt grunnleggende» uttaler Bjørn (17.11.15). Deltakerne viser gjennom uttalelsene at de mener det er viktig å la elevene/studentene få oppleve gleden med å formgi og skape egne uttrykk. De ser viktigheten av å utvikle ferdigheter og kunnskap

hos elever/studenter om slike skapende prosesser, og av å gi muligheter til å utforske og å erfare i faget. Evnen til å sanse, oppleve, reflektere, tenke kreativt, løse problemer og drive med nyskaping skal utvikles. «Det handler om å styrke den skapende og kreative muskelen» uttaler Elin (13.01.16).

Jeg opplever gjennom intervjumaterialet at deltakerne knytter faget tett opp mot gjenstandskulturen, både historisk og i samtiden. De ser at det i faget ligger muligheter til å øke forståelsen for gjenstandskulturen, ikke minst gjennom praktiske tilnærminger. I tillegg uttaler Bjørn at kunst og formkultur både historisk og i samtiden er sentral i faget. Audun, Bjørn, Carsten og Elin legger til at visuelle virkemidler og formalestetikk er elementært i faget. De ser på dette som bokstavene og grammatikken i det visuelle formspråket. Dette omtales også som designprinsipper og byggesteiner i faget, og som viktige element både tilknyttet skapende og utforskende prosesser, men også knyttet til forståelsen av gjenstands-, kunst – og formkultur.

Det var viktig for meg å se hva som ligger bak deltakernes undervisningspraksis og at jeg fikk dem til å uttale seg om deres forforståelse. Når jeg nå kommer inn på de ulike kategoriene som sees i sammenheng med min problemstilling og underspørsmål, danner deltakernes meninger om kjernen i faget formgivning, kunst og håndverk bakteppe for både deres uttalelser om bruk av 3d-printer i faget, og for min forståelse av disse uttalelsene.

Holdninger og personlige egenskaper

Når deltakerne prater om hvorfor de velger å gå i gang med å bruke 3d-printer i faget, gjenkjenner jeg i alle en utpreget åpenhet og at de er veldig lite redde for å kaste seg ut i det som er nytt og ukjent. Selv om alle fem deltakerne er ulike på mange måter, har de alle en holdning i bunn der de ønsker å utvikle både seg selv personlig, men også å utvikle faget. Jeg leser deltakernes personlige innstilling som basert på åpenhet og nysgjerrighet, men også en tydelig faglig forankring.

«Egentlig så er det vel litt det at jeg er en sånn som liker å finne ut av ting da, hvordan ting fungerer og utvikle teknikker og måter å gjøre ting på. I faget. Så jeg ser på det som en viktig del av faget, den der nysgjerrigheten og oppfinnsomheten. Kreativiteten. Ikke bare kreativitet i uttrykk, men også i teknikker og materialer» Daniel (03.12.15).

Sitatet viser noe av det jeg opplever at samtlige deltakere uttrykker med tanke på å ta i bruk nye teknikker og verktøy i faget. Daniel viser både hvordan hans personlige motivasjon er en viktig del, men også hvordan dette har en sammenheng med faget formgivning, kunst og håndverk. Det ligger en drivkraft bak som både er personlig og faglig motivert. For flere av deltakerne virker det som om den personlige drivkraften er viktig for deres engasjement, og kanskje også en katalysator for det å gå inn i nye områder.

Hos Audun og Daniel skinner det gjennom en interesse for det digitale, for å finne løsninger, muligheter og bruke teknologien selv, ikke bare faglig. «Jeg har brukt datamaskin som et verktøy, til både annen skapende virksomhet, så vel som et verktøy for å lage rene digitale produkter også», uttaler Audun (16.11.15) og forteller engasjert om erfaringer i ulike materialer og hvordan han bruker digitale verktøy der det er hensiktsmessig i skapende prosesser. Når jeg ser på Elin's uttalelser opplever jeg at de gjennom hele intervjuet er gjennomsyret av hennes nysgjerrighet, trang til å utforske og til å lære nye ting. Hun forteller hvordan noen velger å se på det nye som noe de ikke vil ha noe med å gjøre, «Mens jeg tenkte *endelig* så kommer det noe som holder meg i ånde, som gir meg inspirasjon» uttaler Elin (13.01.16). Hun forteller selv om hvordan dette skiller hennes tilnærming fra andre. «Jeg blir veldig inspirert av å bli utfordret og finne på nye prosjekt, og noen blir redde av det. Så de må leies av noen andre, mens jeg bare går inn i det» uttaler Elin (13.01.16). Elin har lang undervisningserfaring, men utfordrer stadig seg selv. For kort tid siden skrev hun også en masteroppgave i faget.

Hun beskriver slik jeg ser det en redsel for å bli «satt», men også hvordan hennes personlige drivkraft er med å drive en faglig utvikling.

«For jeg synes vi har et vanvittig godt fagmiljø, enormt mange folk som kan mye, men så blir vi litt sånn tilfreds med at vi er så flinke og vi kan det så godt, og så glemmer vi – nå generaliserer jeg, men vi glemmer å utfordre oss selv. Og vår egen kunnskap. Men jeg blir inspirert av det». Elin (13.01.16).

Slik jeg leser det har Elin ved å være åpen og interessert en evne til å hele tiden utvikle seg selv, og dermed opprettholde et faglig engasjement. Hun forteller at hun søker personer som hun kan bli inspirert av, gjerne på tvers av fagmiljø, og danner seg nettverk som styrker hennes ønske om utvikle egne kunnskaper og ferdigheter. I feltnotatene fra perioden jeg fulgte Elins prosjekt og undervisning har jeg 23.11.15 notert «Læreren omtaler seg selv som døråpner». Under intervju samtalen opplever jeg at det som først kanskje handler om å åpne døren til et nytt verktøy for elevene og seg selv, også handler om å gjøre det overfor kollegaer. «Men jeg tror det er mer en redsel for det at de ikke går inn i det selv. For nå når jeg har de brikkene i den boksen, klart printet, så er alle –Å! det er spennende og sånt. Men de orker ikke å ta den jobben i forkant med å gå inn i det» uttaler Elin (13.01.16). Kollegaene og personer ellers i fagmiljøet vil gjerne at Elin deler sine erfaringer om de nye områdene hun utforsker sammen med sine elever, mens det sitter lengre inne å utforske nye områder selv. Elin forteller at hun har erfart en viss skepsis og uvilje blant lærere relatert til det å gå inn i ukjente områder, uavhengig om det er manuelt eller digitalt. «Proppen i systemet er læreren» uttaler Elin (13.01.16). Jeg opplever at hennes uttalelser viser hvor sentral den personlige holdningen er, noe som jeg mener bekreftes av de andre deltakerne. «Det er veldig mye som går på lærerkompetanse, men også holdninger. Fordi jeg ser at man kan, når noen først tør eller ser at de må se litt på det, så kan holdninger endre seg» uttaler Audun (16.11.15). På mange måter opplever jeg at lærerne jeg har funnet frem til gjennom mitt utvalg er i front og viser vei med tanke på faglig fornyelse, og at deres personlige egenskaper er med på å utvikle også andre enn dem selv og deres elever/ studenter. Samtidig som de oppfatter det som krevende å være den som finner nye veier å gå i faget, virker det som om deltakerne finner ny inspirasjon og motivasjon ved å ha en slik rolle, både faglig og personlig.

Flere av deltakerne forteller om det de opplever som en skepsis blant kollegaer relatert til bruk av digitale verktøy i faget. Audun opplever at hans engasjement for å bruke digitale verktøy i skapende arbeid ikke er like akseptert som det å arbeide manuelt. «Responsen var jo stort sett at ingen var interessert, eller man nådde ikke frem, man ble på en måte den som holdt på med det digitale der, der borte, de fæle greiene der. Som de gjerne kontaktet for å få hjelp» uttaler Audun (16.11.15). Han opplever at det er steile holdninger blant lærere i forhold til det taktile versus det digitale. Også Bjørn er inne på dette temaet, uten å si noe om personlige erfaringer.

«Jeg tror at mange av de som eventuelt er negative, i så fall ville ha følt at det kunne virke truende på de verkstedene som de har mest kjennskap til. Men jeg tenker at hvis lærere har fått en slags opplæring, har lært seg opp selv og blitt mer kjent med de mulighetene som ligger i det digitale, så ville kanskje ikke motstanden vært så stor. Og så det at man trenger kunnskap om en ting for å kunne uttale seg» Bjørn (17.11.15).

Skepsisen kan også handle om at lærerne ikke våger fordi de mister kontroll på innholdet og utfallet av undervisningen. Jeg opplever at Elin har en holdning til sin egen rolle som lærer som innebærer at hun tør miste denne kontrollen. Hun ønsker å lære *sammen* med elevene og ser på elevene som en ressurs. «Altså man må våge å gå inn i klasserommet uten å kunne særlig mye, men si at vi skal lære sammen» uttaler Elin (13.01.16). Jeg opplever at de andre deltakerne også har en lignende holdning som viser at de tør og våger, selv om de gjør ting på sin måte. Alle deltakerne velger å utforske og finne ut av nye ting, i stedet for å møte det med skepsis. Uansett om de finner at det nye er relevant eller ikke for faget, har de da gode argumenter for sine valg eller bortvalg.

Gjennom intervjuet uttrykker både Audun, Daniel og Elin sin personlige drivkraft slik jeg leser det, men Elin har klart flest uttalelser om temaet. Det henger kanskje sammen med at hun underviser på et annet nivå, og slik sett har andre erfaringer. Ut fra helheten av intervjusamtalene er det likevel tydelig at alle deltakerne viser en holdning og personlige egenskaper som handler om å være nysgjerrig, lærevillig og åpen.

Faglig motivasjon

Siden bruk av 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk er relativt nytt og lite beskrevet, er deltakernes begrunnelser og inngang til dette sentrale i min undersøkelse. I tillegg til å vise personlige holdninger og egenskaper handler dette også om mer fagdidaktiske begrunnelser.

Det at deltakerne velger å ta inn ny teknologi i sin undervisning i faget opplever jeg som tidligere sagt at ikke bare handler om en personlig utvikling, men om å utvikle faget. Jeg opplever at deltakerne utforsker nye verktøy og teknikker som har sammenheng med samfunnsutviklingen generelt, slik at de viser hvordan faget er aktuelt i samtiden. «Tenker også at det er viktig at faget vårt er sånn at vi kan speile litt av det som skjer rundt omkring i samfunnet vårt» uttaler Bjørn (17.11.15). Deltakerne viser til at 3d-printerteknologi brukes av mange fagfelt, også de som knyttes til deres fag som for eksempel design og arkitektur. De ser derfor viktigheten av å henge med i utviklingen innenfor egne fagområder, fordi deres elever/studenter vil møte denne teknologien i sitt yrkesliv.

Jeg opplever at deltakerne uttrykker at deres rolle som lærer også handler om å vise hvordan man i faget utvikler viktige kompetanser som er relevante i samtiden. På en måte utfordrer eller utvikler de hvordan faget oppfattes blant elever/studenter og folk generelt.

«Å synliggjøre at kunst og håndverksfaget handler om mye mer. Det handler om håndverk, det handler om å bearbeide treet og den type ting. Men det handler også om så mye mer. Så det var rett og slett en ide om å signalisere noe om fagets aktualitet da» Carsten (19.11.15).

Deltakerne følger med på hva som rører seg, prøver å fange opp hva fagmiljøet sier og ser om dette nye er relevant og godt tillegg i faget. «Og jeg er hele tiden på jakt etter å finne nye veier å gå for formgivingsfaget og følge med på hva som skjer» uttaler Elin (13.01.16). Deltakerne ser at 3d-printerteknologien kommer, og «kaster» seg over den. Jeg opplever at det handler om å følge med i tiden, om å være oppdatert og om å ønske en faglig utvikling, samtidig som deltakerne ser en mulighet til å være med og ha innvirkning på og fremme nettopp fagutvikling. Daniel mener det er bedre å se hva 3d-printerteknologien kan tilføre faget enn å sitte og vente til andre fagområder har etablert en praksis på det. «Så jeg har vel en sånn tanke om at ikke kunst og håndverk skal bli musealt. At vi prøver ut det nye og ser om det er noe i det» uttaler Daniel (03.12.15).

Elin forteller om hvordan hun ved å lære seg denne teknologien nå, lettere vil forstå de store utviklingene som helt sikkert kommer. Hennes begrunnelser viser at hun ønsker kontakt med det som skjer på utsiden av skolen, noe de andre deltakerne også gjør slik jeg forstår det. Samtidig er det ikke slik at når deltakerne har tatt i bruk et nytt verktøy i faget, så stopper de der. Jeg opplever at deltakerne stadig ønsker å utvikle både seg og faget. «Så ser jeg at når jeg kommer inn der, så er det en ny verden som åpner seg» uttaler Elin (13.01.16) og viser til at hun gjennom å ta i bruk 3d-printer i sin undervisning også har funnet nye områder å utforske, blant annet laserkutting.

Hos alle deltakerne finner jeg en faglig drivkraft som er lik den personlige drivkraften jeg tidligere har beskrevet som handler om å være åpen og nysgjerrig. Denne åpenheten og nysgjerrigheten handler om å ta med seg kunnskap som er unik for vårt fag samtidig som man utforsker og ser på aktuelle problemstillinger og hvilke nye muligheter man kan tilføre faget. Deltakerne utmerker seg ved å ville være med å påvirke og prege faget i fremtiden. De ønsker å være med å bestemme. De ser muligheter for og tar ansvar for faglig utvikling.

I tillegg til at deltakerne reflekterer mye rundt samtiden og utviklingen av samfunnet når de begrunner bruk av 3d-printer i faget, uttaler de også at her denne teknologien tilbyr noe unikt og særegent. Deltakerne viser til at man ved hjelp av 3d-printere kan lage ting man ellers aldri ville kunnet lage, støpe eller sette sammen. Carsten beskriver mulighetene som ligger der, og kunnskaper og ferdigheter som etterlyses. Han forteller om hvordan mange bruker 3d-printerteknologien som om det skulle være det de jobbet med ellers, og på denne måten lager de samme gjenstandene bare med den forskjellen at de printer dem ut tredimensjonalt. Slik blir det i prinsippet samme løsning som om de skulle produsere gjenstanden manuelt. «Men med 3d-print så kan man lage ting på måter som ikke er mulig å lage manuelt» uttaler Carsten (19.11.15). Deltakerne viser til at personer med stor kompetanse innen deres fagfelt ofte har en annen innstilling til en formgivingsprosess, enten det er kunst- eller designrettet, der det gjelder å utforske og finne løsninger som er unike.

«Så jeg tror vi er en mye mer kreativ måte å bruke det på. At vi har utviklet en del nye egne teknikker der, som ikke ville vært naturlig skjedde i for eksempel naturfag. Involverer en del andre teknikker også som vi kan kombinere de med da. Håndverksmessig» Daniel (03.12.15).

Deltakerne plasserer bruk av 3d-printerteknologi i faget gjerne i forbindelse med design og gjenstandskultur. De ønsker slik jeg ser det at elevene/studentene skal bli bevisste og få en forståelse for både kunst- og formkultur, praktisk arbeid og håndverk, og gjennom dette en forståelse for produkter, produktutvikling, funksjonalitet og estetikk. «I tillegg så må man kunne smake på, ha litt ferdigheter eller kunnskaper om nye uttrykksmåter i faget» uttaler Bjørn (17.11.15). Deltakerne ønsker at faget ikke bare skal handle om historiske tradisjoner, men at tradisjonene skal tas med inn i samtiden og at faget dermed utvikles videre, og ser at bruk av 3d-printerteknologi gir mulighet for en slik kobling.

«Det er derfor jeg tenker det jeg holder på med som litt mot fremtidens måter å håndtere, lage ting, produsere ting, designe ting til hverdagsbruk også, slik at man faktisk både får en utdanning, en dannelse på det, en forståelse for de prosessene som skal til med de tingene vi har rundt oss. Det er vel kanskje der jeg knytter faget, hvis jeg sånn tenker etter, altså til gjenstandsverdenen vår. Og da til *alt* vi har rundt oss» Audun (16.11.15).

I fagets møte med det nye verktøyet 3d-printer, ser deltakerne en mulighet til å øke elevenes/studentenes bevissthet relatert til samtidens formgivings- og produksjonsprosesser. Daniel og Audun forteller begge om hvordan de ønsker å gjøre gjenstandskulturen mer tilgjengelig og forståelig, og mener at 3d-teknologi gir en mulighet til nettopp dette. Daniel gir som eksempel hvordan man tidligere så et material som en mulighet til å skape noe og utforsket denne muligheten, mens nå er den materielle kulturen mer skjult bak merkenavn, designere og fabrikker.

«Så jeg er ikke redd for fremmedgjøring på grunn av det digitale, men jeg er mer redd for at det, fordi at det digitale ikke blir, at ikke vi får del i det, så får vi en fremmedgjøring i forhold til materielle kulturen, Så lenge vi da kan ta det inn, og begynne å beherske det, så lapper det igjen det spriket som jeg tror har blitt litt sånn opp gjennom 90-tallet, 2000 og. Håndverket har vært veldig sånn fraværende og ting kommer veldig sånn mystisk til oss» Daniel (03.12.15).

Daniel mener at nå som 3d-printerteknologien er i slik rivende utvikling, er det en mulighet for alle til å komme nærmere produksjonsfasen av gjenstander. Ved å gjøre elevene/studentene kjent med 3d-printerteknologien ønsker han å motvirke en fremmedgjøring og vise dem enda en mulighet for å være skapende i verden og beherske den materielle kulturen de er en del av.

Deltakerne uttaler at de ser at 3d-printerteknologi utvikles i en eksplosiv fart, både med tanke på materialbruk, brukervennlighet og økonomiske aspekter. Bjørn og Audun viser til hvordan ulike profesjoner vårt fag har relasjoner med bruker denne teknologien og at elevene/studentene også derfor bør møte denne teknologien i vår fag. «Samtidig er det mange profesjoner der du jobber med fysiske artefakter eller materialer. Så ja takk begge deler» uttaler Bjørn (17.11.15). Dette bekreftes av de andre deltakerne. Elin forteller også om hvordan en elev revurderer sitt yrkesvalg etter å ha oppdaget muligheter til å arbeide med 3d-teknologi som følge av å være med på hennes prosjekt. «Det var en av de tingene jeg hadde lyst til at de skulle oppdage. At her er det en mulighet, og det signaliserte alle egentlig at de hadde sett, et fagfelt» uttaler Elin (13.01.16)

Flere av deltakerne uttrykker undring over at ikke flere i vårt fagfelt har tatt i bruk 3d-teknologi i undervisningen. «Og det er jo helt absurd. Ja, for jeg kjenner ikke noen andre skoler som jobber med dette her. Og vi burde jo gå i bresjen. Og ta verktøyet» uttaler Elin (13.01.16). Dette blir gjerne satt i sammenheng med en skepsis til det digitale som jeg har omtalt tidligere, men også til en redsel for å miste tradisjonelle områder i faget som håndverk og tegning. Elin og de andre deltakerne ser heller på ny teknologi som en mulighet og et nytt verktøy, ikke en motsigelse. De ser potensiale til å koble det nye sammen med det de kan fra før. «Du ser at ting henger sammen og at det ikke er skummelt med et nytt verktøy, det er bare noe som kompletterer fagfeltet vårt tenker jeg» uttaler Elin (13.01.16), og jeg opplever at de andre deltakerne er enig i dette.

Oppsummering: Å være i verden

Gjennom analyseprosessen opplevde jeg at materialet viste at lærerne jeg intervjuet uttrykte sitt initiativ til å ta i bruk 3d-printer i faget formgiving, kunst og håndverk i to kategorier. Deltakernes holdning og personlige egenskaper kommer tydelig frem i den første kategorien. Den andre kategorien tar for seg deltakernes begrunnelser som viser en klar fagdidaktisk kontekst. Disse to kategoriene mener jeg inngår i en samlet kode hvor deltakernes personlige og faglige motivasjon og drivkraft til sammen kan uttrykkes i en metafor; *å være i verden*.

Jeg forstår det slik at deltakerne viser en holdning som handler om å være åpen, å utforske og å utvikle ikke bare seg selv, men også faget. Det handler om å ikke være redd for nye ting, men skaffe kunnskap om det nye, prøve ut og se om dette nye har noe for seg. Deltakernes faglige trygghet og erfaring sammen med deres holdning og personlige egenskaper, gjør at de våger å miste kontroll og utforske nye områder i sin undervisning. Holdningen gjør at deltakerne ikke stopper når de har tatt i bruk en ny teknologi, men at de derimot oppdager andre muligheter for faget.

At deltakerne velger å ta i bruk 3d-printer i sin undervisning opplever jeg at også handler om deltakernes ønske om å synliggjøre fagets aktualitet. Deltakerne er slik jeg ser det opptatt av at samfunnet utvikler seg, og at det samme bør både faget og vi som personer. Deltakerne ønsker at faget ikke skal bli musealt. Samtidig opplever jeg at deltakerne tydelig har en faglig forankring og bevissthet. Deres tanker om fagets kjerne danner en bakgrunn for deres valg, de tar med seg det tradisjonelle fra faget i sin utforskning av nye muligheter for faget, og de undersøker nye måter å koble dette sammen på. Deltakerne ser at 3d-printer som verktøy åpner for at man kan lage ting man ikke før har kunnet, og at teknologien har tilknytning til profesjoner faget relateres til. Slik jeg opplever det ser deltakerne på 3d-printerteknologi som enda en mulighet til å være skapende i verden, men også en måte å gjøre gjenstandskulturen mer forståelig og tilgjengelig for elevene/studentene. Ved *å være i verden* utmerker deltakerne seg ikke bare ved å være aktive og engasjerte, men ved å vise hvordan faget er viktig i samtiden overfor både elever/studenter og samfunnet for øvrig, og ved å se muligheter for og ta ansvar for faglig utvikling.

Særtrekk ved 3d-modellering og 3d-printing

Som tidligere beskrevet opplever jeg at deltakerne mener at det er viktig å vektlegge det å arbeide praktisk i faget formgivning, kunst og håndverk. Det deltakerne beskriver som en skepsis til å arbeide digitalt i faget, tolker jeg handler om at bruk av 3d-modelleringsprogram og 3d-printer endrer både formgivings- og produksjonsprosesser som i faget har sterke tradisjoner for å være knyttet til det å arbeide med hendene. I intervju-samtalene opplever jeg at deltakerne viser at bruk av 3d-printerteknologi vil forflytte mye av den skapende prosessen fra det manuelle til det digitale, fra å arbeide med hendene til å arbeide visuelt på skjerm.

Deltakerne forteller om forskjeller som kan oppstå ved en forflytning av idefasen i en formgivingsprosess fra en analog tilnærming, som å skisse på papir, til å arbeide digitalt på skjerm. I den tidlige skisse- og planleggingsfasen hvor det drives kreativ ideutvikling, kan man oppleve det annerledes ved at man friere og raskere får ned ideene på papiret enn om man jobber digitalt. Særlig gjelder dette om man ikke har god kompetanse i 3d-modellering, og da bruker energien på å modellere i stedet for å komme opp med nye ideer. Flere av deltakerne foretrekker å gjøre den innledende idefasen i en formgivingsprosess analogt på papir før de går over til å videreutvikle ideen sin digitalt, selv om de mestrer det tekniske ved 3d-modellering.

Daniel forteller også om hvordan han tror de som er vant til å formgi på datamaskin blir veldig opptatt av å få tilbakemeldinger fra skjermen ved å kunne se objektet fra alle kanter. Dette mener han står i kontrast til om man arbeider manuelt med arbeidstegninger og planlegging av design, der man ikke ser det man designer som ferdig objekt før man er helt ferdig å lage det. Ifølge Daniel kan det å arbeide med denne planleggingsfasen manuelt trene opp forestillingsevnen på en måte som skiller seg ut fra det å jobbe med 3d-modellering, hvor man ikke på samme måte trenger å forestille seg objektet fordi det visualiseres på skjermen. «Altså jeg tror det hjelper deg i den kreative prosessen, altså da kan du være kreativ uten datamaskin» uttaler Daniel (03.12.15) og viser til at selv om han har tenkt mye over denne forskjellen, er det en hypotese fra hans side. Slik jeg forstår Daniel mener han at det å oppøve forestillingsevnen gir positive utslag i kreative prosesser, og at de som kan skisse for hånd eller direkte i et materiale derfor har en fordel i formgivingsprosesser. Daniel mener at når man har lært seg å planlegge design på datamaskin, blir man også lett mer avhengig av datamaskinen i prosessen.

Når man arbeider med 3d-modelleringsprogram gjøres formvurderingene basert på det man ser på en dataskjerm. Daniel mener at det er viktig å ha en forståelse for dimensjoner og styrke i materialene for å kunne planlegge og gjennomføre en god designprosess digitalt.

«Du kroppsliggjør egentlig representasjonen på skjermen når du sitter og jobber med den. Det er veldig tydelig tror jeg for de fleste som jobber med 3d-modellering at du opplever det som en fysisk form. Altså du kjenner hvordan knivskafet da, hvis det er det du lager, så kjenner du hvordan det ligger i hånden når du ser det på skjermen» Daniel (03.12.15).

Jeg opplever at Daniel ser det som grunnleggende å ha erfaringer med materialer, noe jeg mener de andre deltakerne bekrefter. Slik jeg forstår deltakerne handler det om å kunnskap og erfaringer med materialer slik at man kan gjøre valg i formgivings- og produksjonsprosessene basert på det. «Noen som er sterke og seige, noen som er sterke, men knekker lett, noen som er homogene, noen som har fibre i seg» uttaler Daniel (03.12.15). I 3d-modelleringsprogrammet ser det kanskje ut som om det man designer fungerer helt bra, mens i virkeligheten krever det en forståelse for materialenes egenskaper. Jeg forstår deltakerne slik at de er enige om at en kroppslig erfaring bidrar til at man bedre forstår omgivelsene sine.

I tillegg handler det ikke bare om materialiteten, men om å bruke sansene og få en annen erkjennelse av form enn man gjør bare via skjerm.

«Jeg tror for å kroppsliggjøre en sånn forståelse av tredimensjonalitet og forståelse av materialegenskaper, så må du ta i det. Altså du må operere med det, du kan ikke bare ser på det, du kan ikke bare se bilder av det, det er helt hinsides. Du må kjenne hvor hardt det er, du må kjenne hva det tåler, kjenne varmen i det, du må kjenne med fingrene, formen på det. Det er et bredt spekter med sanseinntrykk som er langt ut over det å sitte å trykke på noen knapper å se på en skjerm altså» Carsten (19.11.15).

Slik jeg leser det mener Carsten at ved å modellere en form direkte i materialer vil man få en helt annerledes forståelse for hvordan denne formen er, enn ved å gjøre det bare digitalt på skjerm. «Det er en rekke ting som ikke er mulig å få ut av en digital tegning» uttaler Carsten (19.11.15). Han viser også til hvilke følelser og opplevelser en gjenstand kan utløse når man har anledning til å bruke hele sanseapparatet i møte med den, og ikke bare den visuelle sansen. Han og de andre deltakerne beskriver slik jeg ser det hvordan det å jobbe direkte i materialer skiller seg fra det å arbeide kun digitalt. «Altså hvis det er en form som jeg kan ta på, se på, lukte på, smake på - så vil man få et

enda mer gyldig svar enn hvis man bare bruker 3d på en skjerm. Det tror jeg vel aldri kommer til å forandre seg, så lenge vi har de sansene som vi har» uttaler Bjørn (17.11.15). Bjørn mener at mennesker er skapt slik at hvis man kan vurdere en form med flere sanser enn den visuelle, så vil man oppleve det som det sikreste svaret. Jeg opplever at deltakerne er svært opptatt av det taktile og at sanseapparatet utvikles, og mener at formforståelse utvikles gjennom sansemessig erfaring.

Daniel og Audun mener at de ved å 3d-modellere for eksempel en kopp, kan få en opplevelse om den er god å holde i, har bra funksjon og har estetiske kvaliteter bare ved å se den på en dataskjerm. «Når jeg ser og forestiller meg en form, så kan jeg på en måte kjenne hvordan den føles» uttaler Audun (16.11.15). Han forteller at dette henger sammen med hvordan han helt fra barnsben av har erfart og opplevd det taktile, og har referanser å spille på. Relatert til hvordan elever/studenter mestrer å vurdere form digitalt, tolker jeg at det vil være en forskjell basert på kunnskaper, ferdigheter og erfaringer både med materialer og formproblematikk. Bjørn og Carsten bekrefter at det krever lang erfaring for å klare å vurdere den omtalte koppen. «Du skal ha mye erfaring. Med hendene. Og materialer og form» uttaler Carsten (19.11.15). Deltakerne mener det er viktig å gi muligheter for å erfare ulike materialer i faget. De anser ikke det digitale som en trussel for det å arbeide praktisk i faget, men uttrykker i stedet med større sikkerhet at de ser på manuelle og taktile erfaringer som en forutsetning uansett arbeidsmetode.

Deltakerne viser til at det er i produksjonsfasen at bruk av 3d-printerteknologi virkelig skiller seg ut i forhold til det å lage noe med hendene, med tanke på at man her har en maskin som lager hele gjenstanden. «Selve produksjonsmåten, og erfaringen med den, vil jo være veldig forskjellig» uttaler Bjørn (17.11.15). Han viser til at man ikke selv er en del av det å ferdigstille gjenstanden, i motsetning til den tydelige kontakten man har med materialer i en manuell fremstillingsprosess. «Så det som skiller det egentlig, er at du får et eller annet ledd i prosessen der du ikke har hendene på det» uttaler Daniel (03.12.15). Jeg opplever at han og de andre deltakerne er enige om forskjellen på det å bruke 3d-modelleringsprogram og 3d-printer i en skapende prosess i forhold til en manuell tilnærming, handler om nærheten til material og prosess.

Jeg opplever at deltakerne ser på det å lære seg 3d-modellering på samme måte som å lære andre håndverk. «Det er et håndverk, absolutt» uttaler Audun (16.11.15). Han og

de andre deltakerne viser til at det i 3d-modellering er krav til nøyaktighet og presisjon som man finner igjen i andre verktøy og håndverksprosesser. Audun, Carsten og Elin forteller også om hvordan de opplever at det er en bøyg eller en terskel i å lære seg 3d-modellering, som handler om å få inn en forståelse for grunnleggende verktøy i bruk av teknologien. Dette bekreftes av Daniel som uttaler «For å bli dyktig i 3d-modellering, med en sånn type program, så krever det mye tid» (03.12.15). Jeg oppfatter at deltakerne plasserer håndverksdelen hovedsakelig relatert til 3d-modelleringsarbeidet. Samtidig kan det også være at en 3d-printet gjenstand må bearbeides. Audun forteller om hvordan bearbeiding eller «finpussing» av 3d-printede objekt krever erfaring med nye materialer, verktøy og teknikker.

Deltakerne viser en holdning som inkluderer både tradisjonelle og nye materialer og teknikker i faget. Deltakerne følger også spent med på hvordan 3d-teknologi stadig utvikles og at nye materialer (blant annet leire, betong, glass, metall) tas i bruk i printerne.

«Men det er kulturen og materialene sånn som de er i samfunnet per i dag vi kan forholde oss til. Vi må fortelle da helst om de plastmaterialene som finnes og som blir brukt. Vi må fortelle fortsatt om trematerialene som er tilgjengelig og hvordan de blir produsert, keramikken og så videre. Og de mulighetene de har til å være skapende i verden gjennom de materialene» Daniel (03.12.15).

Flere uttrykker at de opplever plast som et ganske dødt materiale som de ikke er spesielt begeistret for. Deltakerne viser en viss tilbakeholdenhet til plast, som hittil er et ganske vanlig materiale som brukes i de 3d-printerne skolene har tilgang til. Ut fra dette bruker de gjenstandene de 3d-printer i plast ofte som en prototype, eller som en modell som brukes i ulike støpeprosesser i andre materialer. Jeg forstår det slik at selv om plast ikke inspirerer deltakerne, så ligger det muligheter her som er spennende i fremtiden, samtidig må man kanskje også se mer på plastens egenskaper og muligheter i skapende prosesser.

Deltakerne forteller om hvordan det å arbeide digitalt også kan oppleves annerledes i forhold til hvordan prosessen og det ferdige digitale uttrykket oppleves. «Det blir litt kjøliger, det blir distanse. Man ser ikke håndavtrykket» uttaler Carsten (19.11.15). Samtidig trekker Elin i intervjusamtalen frem en hendelse da jeg var tilstede mens elevene fikk oppleve at deres eget design ble 3d-printet.

«Om eleven kunne trykke nesen lengre ned i printerens mens den jobbet, så hadde de vel gjort det. I det gjenstanden omsider er kald nok til å tas ut av printerens, blir det stille og elevene følger forventningsfullt med når en elev arbeider med å få gjenstanden løs. Gjenstanden går fra elev til elev. De stryker på den, kjenner med neglene nedover rillene, klapper den mot kinnene» (hentet fra mitt feltnotat 07.01.16).

Selv om elevene gjennom hele designprosessen fremhevet at de skulle ønske at gjenstandene deres kunne lages i et annet materiale enn plast, var reaksjonen deres alt annet enn kjølig da de fikk se det de hadde formgitt ferdig 3d-printet. Kanskje handler det om en generasjonsforskjell, men jeg tolker det også slik at elevene i stor grad tok eierskap til både formgivingsprosessen og produktene de selv hadde vært med på å designe.

Undervisningspraksis og erfaringer

Deltakernes uttalelser viser at de velger ulike metoder når de tar i bruk 3d-printer-teknologi i faget formgiving, kunst og håndverk. Hva de gjør og hva de erfarer gjennom sin undervisningspraksis med slik teknologi danner en kategori i mitt materiale.

Jeg opplever at deltakernes valg av undervisningsinnhold og – metoder gjøres på fagets premisser, vist gjennom deltakernes sterke tilknytning til fagets kjerne og tradisjon.

«Jeg har vært innoft såpass mye forskjellig, sånn at jeg har et faglig overblikk som gjør at jeg kan velge. Jeg kan stå ganske stødig når jeg da durer i vei og jobber digitalt, så kan jeg si at jeg vet hva jeg holder på med, for jeg vet hva hands-on og det å jobbe i materialene vil si» Elin (13.01.16)

Elins og de andre deltakernes valg gjøres ut fra en helhetstanke om hva elevene/studentene får møte i løpet av tiden de er på skolen. Når deltakerne er positive til å ta inn ny teknologi i sin undervisning, så handler det ikke om å skyve bort noe, men om å fylle på. «Det digitale kan aldri erstatte det der med materialitet» uttaler Carsten (19.11.15). Dette ser jeg også i sammenheng med at deltakerne ser muligheter for å utnytte teknologiens muligheter innenfor tradisjonelle formgivingsprosesser som støping i porselen eller metall. «Så den står jo på sløyden. Det er der den hører hjemme» uttaler Daniel (03.12.15) og viser til plasseringen av skolens 3d-printer.

En av deltakerne forteller om hvordan vedkommende lager egne skjermfilmer, der det blir vist hvordan ulike design kan 3d-modelleres eller ulike verktøy i 3d-modelleringsprogrammet kan brukes. Dette bruker vedkommende også til å hjelpe elevene/studentene med konkrete problem de står ovenfor. Tre andre deltakere forholder seg heller til tutorials i form av ulike veiledningsfilmer som de henter fra nett og gjør lett tilgjengelige for elevene/studentene. De forteller at de i sin undervisning gjør dette i tillegg til å vise og instruere. Slik jeg forstår det bruker de tutorials blant annet for å gi elevene/studentene mulighet til å repetere øvelser. I tillegg til å vise, instruere og bruke tutorials gir en deltaker også elevene/studentene et hefte med trinn for trinn-beskrivelse i papirform.

Audun forteller derimot at han ikke er så begeistret for tutorials. «Det blir brukt som en oppskrift. De følger oppskriften og så gjør de bare ting ut fra oppskriften, så har de ikke lært seg noe» uttaler Audun (16.11.15). Jeg forstår det slik at han mener at ved å følge en tutorial har man kun lært å følge en oppskrift, og at man på denne måten tilegner seg lite kunnskaper og ferdigheter. Han liker bedre å ha tettere kontakt med studentene, vise, instruere og komme frem til løsninger sammen med dem. «Og det er jo typisk kunst og håndverksfaget. Altså instruksjon er den mest effektive læringsmetoden» uttaler Audun (16.11.15). Han mener også at studentene ikke kommer like langt eller lærer like mye ved nettundervisning som i campusbasert undervisning.

Elins valg av undervisningsmetode skiller seg fra de andre deltakerne. Hun var tydelig overfor elevene om sin egen manglende kunnskap om og erfaring med 3d-printer-teknologi, og lot elevene være med på å utforske området. Jeg opplever at Elins holdning til å lære sammen med elevene gjorde at elevene tok eierskap, ikke bare til produktet, men i tydelig grad også prosessen.

«Når vi skal oppdage kunnskap sammen, så kreves det tid og rom for prøving og feiling. Men det kan godt vær at det er den mest effektive måten for elever å lære. For av og til blir det litt for ferdigtygd det som vi kommer med, i sånne læringsprosesser» uttaler Elin (13.01.16).

Elin uttrykker at det kan være viktig å åpne for å undervise på denne måten. Slik jeg forstår det mener hun at en slik tilnærming blant annet kan bidra til at elevene får en sterkere tilknytning til det de lærer og en større forståelse av læringsprosessen. Elevene ble også inspirerte av at læreren deltok i læringsprosessen. «Even the teacher joined us in the progress of learning» skriver den ene elevgruppen i sin rapport (januar 2016).

Jeg opplever at deltakerne i sin undervisningspraksis er opptatt av at elevene/studentene skal lære å formgi og gjøre valg ut fra det hjulet av muligheter som de tilegner seg kunnskap om. «Og jeg er ikke stolt av at jeg har fått den der 3d-printeren til å funke nødvendigvis, men at jeg har fått dem til å formgi» uttaler Elin (13.01.16). Elin forteller at hun er opptatt av hvilke muligheter som ligger forhold til tredimensjonal form og virkelighet, en overordnet tanke som hun kaller 3d-tenkning.

Deltakerne mener det er viktig at elevene/studentene tar formvalg hele tiden når de arbeider med skapende prosesser. Deres refleksjoner og erfaringer viser at bruk av 3d-modelleringsprogrammer åpner for at man mer enn noen gang får mulighet til å arbeide med form og formvurderinger. Teknologien gjør at man enkelt og raskt kan endre eller forkaste form og få frem ulike formuttrykk. Man kan lett angre på noe man tok bort, i motsetning til i en manuell prosess. På disse måtene gjør 3d-modelleringsprogrammene det enklere og tidsbesparende å arbeide med formskisser. Jeg opplever at deltakerne ser at denne teknologien gir unike muligheter når det gjelder å trene opp ferdigheter og kunnskap om formutvikling.

Det er lett å la seg rive med av 3d-printerteknologien, men jeg opplever at deltakerne hele tiden relaterer det til læring. «At det ikke bare blir en sånn forførende, som vi snakket om tidligere, at vi ikke bare kopierer og printer ut noe fordi det er en kul prosess» uttaler Bjørn (17.11.15). 3d-printeren kan lett brukes til å printe ut ulike gjenstander man kan laste ned ferdig modellert, noe jeg opplever at deltakerne ikke ser læringseffekt i.

Deltakerne uttrykker sterke meninger i forhold til aktuelle problemstillinger i norsk skole, som i det siste har vært debattert både i aviser og på sosiale medier, der man bygger skoler uten verksted eller fjerner eksisterende verksted. Daniel forteller at han ikke ser det som problematisk å ta inn 3d-printerteknologi inn i faget. «Men det er veldig problematisk å la det erstatte en sløysdal for eksempel da. Eller tekstilsal eller hva det er» uttaler Daniel (03.12.15). Slik jeg forstår det er han og de andre deltakerne opptatt av at verktøyene ikke må styre faget og undervisningen.

Deltakerne ser nytten av å bruke ulike tilnæringsmåter og verktøy i faget.

«Jeg ser for meg at det kan være en bra ting å arbeide parallelt. At det kan være en sammensatt oppgave hvor deler av oppgaven går ut på å arbeide analogt, hvis man bruker det språket, og at deler av oppgaven kan man arbeide digitalt. Eller at man kan veksle frem og tilbake» Carsten (19.11.15).

Jeg opplever at deltakerne er enige i at en slik vekselvirkning som Carsten beskriver er gunstig. Om styrkene som de ulike tilnæringsmåtene har å tilby kombineres eller veksles mellom, kan det også oppstå nye uttrykksformer og løsninger i de skapende prosessene. Deltakernes uttalelser viser at de i sin undervisningspraksis ønsker å finne en kobling mellom det å arbeide analogt og digitalt, og å finne en balanse der.

Alle deltakerne forteller om positive erfaringer med å ta i bruk 3d-printerteknologi i faget, og at de vil fortsette å bruke dette verktøyet. De opplever at elevene/studentene er interesserte og åpne for å bruke denne nye teknologien.

«I utgangspunktet var de jo motivert bare på grunn av verktøyet, med å bruke et nytt verktøy, ikke sant. Men også det å virkelig jobbe med oppgave litt over tid, 3d. Og fa det konkretisert. I en fysisk modell. Jeg tror det er flere som kunne ha tenkt seg å jobbe med det her senere selv som lærer» Bjørn (17.11.15).

Bjørn forteller om hvordan han opplever at studentene får en mestringsopplevelse av å arbeide med 3d-printerteknologi, noe også Elin bekrefter. Bjørn reflekterer også over den gleden og stoltheten som spesielt de studentene han betegner som redde for teknologien opplever. Han mener at man også kan øke elevenes/studentenes motivasjon ved hvordan man formulerer selve oppgaveteksten. «Og at oppgaven kan være knyttet til noe som studenter eller elever er opptatt av eller som rører seg i samtiden da, det er der egentlig vi har mye å hente» uttaler Bjørn (17.11.15). For deltakerne er det viktig å møte elevenes/studentenes verden relatert til både undervisningsinnhold og -metode.

Daniel mener at det er naturlig å ta i bruk 3d-printerteknologi i faget fordi det er nok en måte å få ideer ut i synlig form. Han mener at det ikke er et stort skille mellom det å jobbe digitalt og det å jobbe manuelt. «Fra en som skaper sitt synspunkt da, eller sitt ståsted da, så er det bare muligheter som ligger der» uttaler Daniel (03.12.15). Dette synet tolker jeg at også de andre deltakerne har. Slik jeg opplever deltakernes refleksjoner relatert til bruk av 3d-printerteknologi i faget, handler det om å utvikle elevene/studentene til å delta i en kreativ prosess som driver ting fremover, der man ikke bare utfører, men får være med å skape noe nytt.

«For et av favorittsitatene mine er «Remember the music is not in the piano», altså det er ikke pianoet som skaper musikken det er den som spiller på pianoet. Og da gjelder det å utvikle den som spiller piano, sant, i mange, mange retninger. Så, «The music is not in the piano». Altså det skapende er ikke i 3d-printeren, men i den eleven som blir utviklet og blir gitt verktøy som han kan jobbe med. Og da må man ha kunnskap, ekstremt viktig å ha kunnskap om materialer. Ekstremt viktig å kunne forme med hendene» Elin (13.01.16).

Oppsummering: Å være i faget

Gjennom analyseprosessen opplevde jeg at materialet viste at lærerne jeg intervjuet uttrykte sine erfaringer relatert til bruk av 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk i to kategorier. Deltakernes refleksjoner rundt særtrekk ved bruk av 3d-printerteknologi i faget kommer frem i den første kategorien. Den andre kategorien tar for seg deltakernes erfaringer fra undervisning med 3d-printerteknologi. Disse to kategoriene mener jeg inngår i en samlet kode hvor deltakernes tydelige faglige forankring vises i deres refleksjoner og kan uttrykkes i metaforen; *å være i faget*.

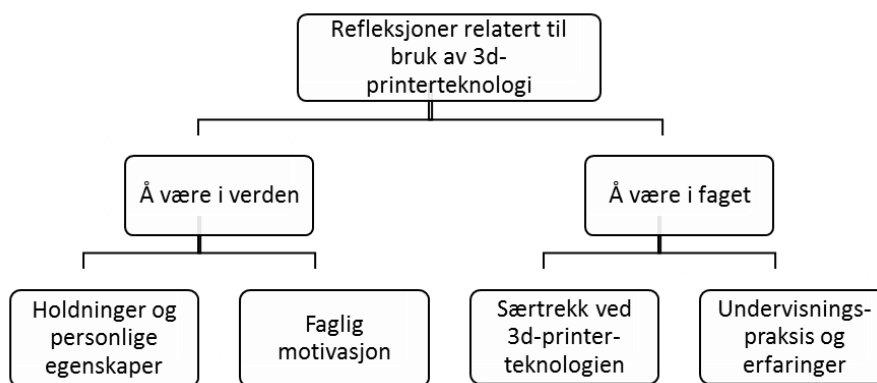
Jeg forstår det slik at deltakerne mener at det å erfare og sanse er viktig i forhold til skapende prosesser, og at deltakerne ser både muligheter og dilemmaer relatert til det å jobbe digitalt og mer sansemessig i en skapende prosess. Jeg oppfatter at forskjellen på det å bruke 3d-modelleringsprogram og 3d-printer i en skapende prosess i forhold til en manuell tilnærming, handler om nærheten til material og prosess. Ut fra dette opplever jeg at deltakerne uttrykker at man både mister noe og vinner noe ved å flytte prosessen over på skjerm, spesielt med tanke på skissedelen av for eksempel en formgivingsprosess. 3d-modellering gir muligheter til å se gjenstanden fra forskjellige vinkler på en måte man ikke kan på papir, mens opptrening av forestillingsevnen kanskje blir mer utviklet i en skisseprosess på papir og at det kan bidra på en annen måte i kreative prosesser.

Når deltakerne velger metode, oppgaveformulering og undervisningsinnhold knyttet til 3d-printerteknologi, tar de slik jeg oppfatter det bevisste valg om hvor de plasserer det i faget ut fra teknologiens særtrekk og at elevene/studentene skal kunne ta eierskap i prosessen. Slik jeg ser det gjør deltakernes lange erfaring og trygghet i faget at de har et faglig overblikk og klarer å bruke 3d-printerteknologi på en fagspesifikk måte.

Jeg opplever at deltakerne i både manuelle og digitale prosesser har fokus på å utvikle elevene/studentene og gi dem muligheter til å skape i verden. Ved å *være i faget* viser deltakerne en holdning hvor man ikke polariserer det digitale og det manuelle, men heller ser på hvordan man kan utnytte kvalitetene på de ulike områdene og samtidig koble og veksle mellom disse metodene. Slik jeg opplever det gjør denne holdningen også at deltakerne ikke ser på 3d-printerteknologi som en fare for faget formgivning, kunst og håndverk, men kanskje heller som et forsvar eller en redning som kan være med å drive faget fremover.

Oppsummering: Funn

Jeg vil forsøke å oppsummere mine funn ved hjelp av en modell som viser hvordan jeg i min analyse har plassert innholdet i deltakernes refleksjoner. Den nederste linjen viser hvordan jeg plasserer deltakernes refleksjoner over egne erfaringer fra undervisning med 3d-printer i faget formgiving, kunst og håndverk, fordelt på fire kategorier.



Den første kategorien omhandler hvordan jeg opplever at deltakernes holdning og personlige egenskaper viser hvordan de ser muligheter og handler deretter. De er åpne, nysgjerrige, ønsker både personlig og faglig utvikling og våger å utforske. I den andre kategorien finnes deltakernes faglige motivasjon for å ta i bruk 3d-printerteknologi. Slik jeg opplever det er deltakerne opptatt av å være oppdatert og synliggjøre fagets aktualitet. De følger samfunnsutviklingen og ønsker at deres elever/studenter skal få en forståelse for gjenstandskulturen de er omgitt av. Disse to kategoriene oppsummeres i metaforen *å være i verden* som illustrerer deltakernes evne og vilje til å ta initiativ.

Den tredje kategorien viser hvordan deltakerne opplever særtrekk ved 3d-printerteknologi relatert til faget formgiving, kunst og håndverk. Deltakerne mener at det å erfare og sanse er viktig i skapende prosesser, og jeg opplever at deltakerne uttrykker at man både mister noe og vinner noe ved å flytte prosessen over på skjerm. I den fjerde kategorien handler det om deltakernes undervisningspraksis med 3d-printerteknologi. De erfarer at teknologien tilbyr unike muligheter til å arbeide med formutvikling. Deltakerne polariserer ikke det digitale og det manuelle, men ser heller på hvordan man kan utnytte kvalitetene på de ulike områdene og samtidig koble og veksle mellom disse metodene. Jeg opplever at det de betegner som fagets kjerne ligger som en forutsetning for hvordan og hvorfor de tar sine valg, og at deltakerne har fokus på å utvikle eleven/studentene. Disse to kategoriene oppsummeres i metaforen *å være i faget* som illustrerer deltakernes forbehold vist gjennom deres sterke tilknytning til fagets kjerne.

DRØFTING

Som tidligere beskrevet ligger det en fagdidaktisk nysgjerrighet som bakgrunn for denne oppgaven, og et ønske om at oppgaven kan være med å åpne for forståelse og innsikt av didaktisk verdi. I dette kapittelet vil jeg forsøke å se funn fra undersøkelsen i lys av de presenterte perspektivene på undersøkelsesfeltet, og ut fra dette drøfte og reflektere over oppgavens problemstilling og underspørsmål. Nilssen (2012, s. 66-67) beskriver at perspektiver, teori og forskning kan bidra til å forklare og gi innsikt, og slik være et fortolkende rammeverk som hjelper forskeren til å forklare betydningen av hva forskningsdeltakerne har fortalt. På denne måten utdyper jeg problemstillingen, som i denne oppgaven omhandler *hvordan deltakerne reflekterer over egne erfaringer fra undervisning med 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk*. Jeg har valgt å strukturere drøftingskapittelet rundt oppgavens underspørsmål *hva kjennetegner deltakernes initiativ og forbehold til bruk av 3d-printer i faget*.

Utforskertrang og uredd holdning

Selv om læreplan og kompetansemål er styrende instrument for undervisning i skolen, er læreren i stor grad med på å velge innhold og metode i sin undervisning i faget. Noen lærere er sterkt bundet til tradisjonelt faginnhold og undervisningsmetoder, mens andre har en åpnere tilnærming og utforsker om det også kan finnes andre interessante og motiverende metoder og innhold. En slik utviklende tilnærming finnes hos deltakerne i mitt utvalg. De viser en innstilling som på mange måter skiller seg ut i fagmiljøet.

Gjennom kategorien *Holdninger og personlige egenskaper* har jeg vist at deltakerne i min undersøkelse har en utpreget åpenhet og utforskende innstilling, som gjør at de møter utfordringer med å skaffe seg førstehåndskunnskap og erfaringer for å gjøre faglige vurderinger og valg, og for å se om det nye kan tilføre noe til deres undervisning. De har alle en uredd holdning der de våger å gå inn i ukjente områder, finne løsninger og utforske både nytt faginnhold og undervisningsmetoder. Daniel setter ord på hvordan det ligger både personlig og faglig motivasjon bak det å ta i bruk 3d-printer i faget, noe jeg kjenner igjen hos alle deltakerne. Selv om deltakerne hver for seg har funnet sin inngangsvei og metode i sin undervisning der de bruker 3d-printer-teknologi i faget, så har de i dette initiativet likevel en felles plattform relatert til nysgjerrighet, trang til å utforske og til å lære nye ting.

Tradisjoner i faget formgivning, kunst og håndverk kan sees i sammenheng med områder som for eksempel tegning, sløyd, tekstil og keramikk, og undervisningsmetoder relatert til disse. Fagtradisjon utfordres ofte i møte med nye verktøy og teknologi, på samme måte blir også læreren utfordret. Deltakerne opplever skepsis og motstand til det digitale i fagmiljøet. Bjørn mener slik skepsis har sammenheng med at det digitale kan virke truende mot tradisjonelle verksteder, og at det er manglende kunnskap om det digitale som gjør at det oppfattes som truende. Som beskrevet i *Deltakernes faglige ståsted* opplever jeg at deltakerne mener det er viktig å vektlegge det å arbeide praktisk i faget. Å arbeide praktisk handler for mange om å bruke hendene og forme i og med materialer, og mange kan oppleve at det å arbeide digitalt står i motsetning til dette. Samtidig kan mange lærere kjenne seg trygge i det manuelle og mer utrygge i forhold til det å undervise i det digitale, og dette kan sees i sammenheng med manglende kompetanse på området, noe som Bjørn også viser til.

Bruk av 3d-printerteknologi i faget kan få praktiske betydninger relatert til lærerens kompetanse på området, og det kan endre og utfordre hvordan læreren underviser. Et av hindrene Smith et al. (2016) identifiserte tilknyttet lærerrollen i Digital fabrication in education omhandler at lærerne kjenner på en mangel på autoritet og tap av kontroll når de ikke mestrer teknologien, og er usikre på prosessen som skal lede frem til et resultat. Mange lærere planlegger sin undervisning ut fra egne kunnskaper og ferdigheter, med utgangspunkt i klare rammer, forutsetninger og sitt faglige ståsted. I møte med nye verktøy og undervisningsmåter vil mange lærere vegre seg for å gå inn i det ukjente, fordi de ikke har kunnskap om det, ferdigheter i det eller at rammene rundt undervisningen virker uklare. Elin derimot har en holdning som viser at hun tør å miste denne kontrollen. Samtidig som hun bruker sin faglige trygghet og erfaring som basis for å lage struktur og rammer for det hun ønsker å formidle til elevene, innser hun at hun på forhånd ikke vet resultatet av undervisningen. Hun mener at man lærer uansett resultat, at det handler om å utvikle elevenes evne til å formgi og ikke om å få 3d-printeren til å virke. Elins uttalelser viser også til vegringen blant mange lærere for å gå inn i nye, ukjente områder, men i tillegg til en skepsis eller uvilje viser Elin også til at det er en tidkrevende og utfordrende prosess. I tillegg til det læreryrket ellers krever av innsats, er det ikke alle lærere som har mulighet eller overskudd til å gå inn i slike utforskende prosesser.

Jeg opplever at deltakernes initiativ til og refleksjoner rundt å ta i bruk 3d-printer-teknologi i faget, kan sees i sammenheng med hvordan Papert (1993) mener at man konstruerer kunnskap aktivt ikke bare abstrakt i hodet, men også gjennom å konstruere objekt. En prosess som involverer en kobling mellom kropp og sinn kan gi en dypere læring (Papert, 1993; Katterfeldt et al., 2015). Papert var en forkjemper for bruk av digitale teknologier i undervisning (Blikstein, 2013), men jeg mener hans tanker om å ha «objects-to-think-with» på mange måter har likhetstrekk til hvordan man underviser i faget formgivning, kunst og håndverk. I motsetning til å se på det digitale som truende, kan 3d-printing også gi en mulig kobling mellom det å jobbe digitalt og manuelt ved at det man formgir digitalt blir konkretisert i et fysisk, printet objekt. På denne måten kan 3d-printing beskrives som å være enda en ny inngang til å materialisere ideer. Deltakerne polariserer ikke det manuelle og det digitale, men forsøker heller å utnytte begges kvaliteter og muligheter. I kategorien *Undervisningspraksis og erfaringer* viser jeg at deltakerne har valgt å bruke undervisningsmetoder som blant annet å vise trinn-for-trinn, tutorials og å lage egne skjermfilmer når de underviser om 3d-modellering. På denne måten har de også valgt å se på det digitale som en ressurs i sin undervisning, både til å hjelpe dem å vise og lære bort, og som et hjelpemiddel for elevene/studentene til å repetere og øve.

I Maker Movement og Makerspaces sees læreren på som en tilrettelegger (Vossoughi og Bevan, 2014). På mange måter kan deltakerne i undersøkelsen også betraktes som tilretteleggere når de tar inn nye verktøy i faget, skaper rammer og rom for utforskning og for å oppdage kunnskap sammen med elevene/studentene. I kategorien *Holdninger og personlige egenskaper* beskriver jeg hvordan Elin ser på elevene som en ressurs når hun velger å ta i bruk 3d-printerteknologi i sin undervisning i faget. Hun har en åpenhet overfor elevene sine og dialog med dem der hun forteller at for henne er dette et nytt og ukjent område hun har lyst til å utforske og lære om, og inviterer dem med på dette. Hun ser at elevene har en fordel siden digital teknologi er en stor del av deres materielle kultur, og at de dermed kan ha gode forutsetninger for å være med på en slik utforskning. På denne måten kan man se hennes undervisning i lys av Freire, (1970/1999), siden hun har en praktisk og problemrettet undervisning som er relatert til elevenes dagligliv og som er basert på erkjennende handling, og ikke bare en overføring av kunnskap. Jeg opplever at Elin, som Freire, ser elev og lærer som likeverdige og at dette kommer frem i hennes intervjuuttalelser, undervisning og dialog med elevene. Ved å ha en slik

tilnærming i sin undervisning, er Elin ikke bare en-som-lærer-bort, men som også lærer selv i dialog med elevene (Freire, 1970/1999). Samtidig opplever elevene at deres kunnskaper og ferdigheter blir verdsatt gjennom at de lærer bort til både sin lærer og medelever. I Elins undervisning kan elevene se seg selv som produsenter i stedet for konsumenter, og læringssituasjonen kan føre til «self-efficacy» ved at elevene får økt tro på egen mestringsevne og utvikling (Katterfeldt et al., 2015). På en måte kan man si at Elin utnytter generasjonsforskjellen, men samtidig har hun også en nærhet og trygghet i faget som gjør at elevene opplever kunnskapene og ferdighetene som utvikles gjennom utforskningen som relevante og gyldige, og at de derfor tar eierskap både til det manuelle og det digitale, til tradisjon og fornyelse.

Å se på læreren som tilrettelegger er en annen tilnærming enn man er vant til å gjøre i faget formgivning, kunst og håndverk. Min oppfatning er at det er en sterk tradisjon i faget at man skal være en veldig kompetent lærer med tydelig faglig autoritet, der novisen lærer av mesteren. Elins uttalelser viser en skepsis blant lærere til å gi slipp på denne faglige autoriteten, noe som står i motsetning til hennes innstilling. Jeg mener at hun viser at det kan være et pedagogisk prinsipp å gå inn i undervisning uten å være kunnskapens orakel. Selv om deltakerne har valgt ulike metoder og innganger når de har tatt i bruk 3d-printerteknologi i sin undervisning, mener jeg at alle kan beskrives som tilretteleggere, og at de på hver sin måte våger å utfordre sin egen faglige autoritet. Likevel skiller Elins innstilling seg noe ut fra de andre, når hun så tydelig uten forkunnskap på området møter sine elever i klasserommet.

De fem deltakerne i undersøkelsen har ulik erfaring med 3d-printer i sin undervisning. Audun og Daniel har lang erfaring, Bjørn og Carsten noe erfaring og Elin har akkurat tatt det i bruk. Likevel opplever jeg at de er overraskende samstemte i sine uttalelser selv om de ikke har noe felles nettverk om temaet. Jeg mener deltakerne utmerker seg i fagmiljøet ved sitt mot til å gå inn i nye, ukjente områder. Deres utforskertrang og deres uredde holdning viser at de velger å basere sine valg på kunnskap og egne erfaringer, og ikke skepsis eller frykt for det nye og ukjente.

Redsel for å fortrenge tradisjoner

Faget formgivning, kunst og håndverk har sterke tradisjoner for å arbeide med hendene, med håndverk og med praktisk arbeid i ulike materialer. Dette kommer også frem i det jeg har beskrevet som *Deltakernes faglig ståsted*, der deltakerne fremhever viktigheten av nettopp dette. De mener barn og unge må få bruke hendene – føle, kjenne, arbeide, produsere og skape i materialer. 3d-modelleringsprogram og 3d-printere endrer både formgivings- og produksjonsprosesser ved å forflytte hele eller deler av prosessen fra det manuelle til det digitale, fra å arbeide med hendene til å arbeide mer visuelt på skjerm. Ved en digital fremstillingsprosess og bruk av 3d-printerteknologi kan man oppleve at denne sterke tradisjonen utfordres, og stille spørsmål om bruk av 3d-teknologi kan ha en plass i relasjon til fagets tradisjon, og om det å jobbe digitalt vil fortrenge noe relatert til fagets kjerneverdier.

Selv om deltakerne uttrykker at det å ta i bruk 3d-printerteknologi ikke skal fortrenge noe i faget, kan man diskutere om det blir mindre tid til manuell tegning ved at man velger å bruke 3d-modelleringsprogram som hjelpemiddel og verktøy i en formgivingsprosess. I kategorien *Særtrekk ved 3d-modellering og 3d-printing* beskriver deltakerne forskjeller mellom en manuell og digital tilnærming i arbeid med idefasen. Flere av deltakerne velger selv først skisse på papir før de videreutvikler ideen sin digitalt. Jeg forstår det slik at de gjennom en analog tilnærming føler seg fri til å skisse frem ideer raskt med utgangspunkt i kjente teknikker. I en digital tilnærming merker man gjerne begrensninger relatert til at man ikke behersker teknikken godt nok, og dette kan påvirke ideutviklingsfasen. Samtidig mener deltakerne at man ved bruk av 3d-modelleringsprogram får en tydelig 3d-visualisering og har unike muligheter til å leke med form og uttrykk. Det er enkelt å gjøre endringer om man angret noe man for eksempel har skjært bort, noe som er vanskeligere i en manuell tilnærming der man gjerne må tegne om igjen eller må lage modellen/gjenstanden på nytt. På denne måten kan verktøyet være tidsbesparende i en formgivingsprosess. Sennett (2009) mener derimot at nettopp det at det er så enkelt å gjøre endringer fører til at formgiveren ikke vurderer hver handling like godt, og at resultatet dermed blir av varierende kvalitet. Endringene som gjøres i 3d-modelleringen får tilsynelatende mindre tungtveiende konsekvenser enn om man tegner på papir, fordi formgiveren ikke ser eller får den samme forståelsen for hva det som endres fører til. På denne måten handler det også om formgiverens mentale engasjement og material- og funksjonsforståelse.

Daniel mener at det kan oppstå forskjeller i forhold til utvikling av forestillingsevne om man arbeider manuelt eller digitalt. Han ser for seg at forestillingsevnen blir mer trent opp ved en manuell tilnærming der man må forestille seg den endelige gjenstanden helt til den er ferdig, og at det vil ha innvirkning på kreative prosesser. Sennett (2009) skriver noe lignende når han mener at noe går tapt ved digitalt arbeid ved skjerm i forhold til å tegne manuelt. Han mener at formgiveren mentalt ikke involverer seg like mye, at tankeutviklingen blir mindre og at det fører til at formgiveren ikke føler like stort eierskap til det som formgis.

Modellering gjøres både i digitale og manuelle prosesser, og kan være et aktuelt begrep å diskutere når man snakker om fagfornyelse. Carsten mener at ved å modellere direkte i materialer får man bedre forståelse for formen enn ved å gjøre det visuelt på skjerm. Han viser til at det kan være utfordrende å vurdere for eksempel en bruksform og å utvikle en forståelse for form, proporsjoner, dimensjoner og styrke gjennom bare å se på en dataskjerm. Renda og Kuys (2014) viser til at en helhetlig estetikk ikke kommer til uttrykk på skjerm, og at en forståelse for materialenes taktile og emosjonelle egenskaper er nødvendig for å ta gode valg. Audun viser til at man må ha et repertoar av erfaringer med materialer for å kunne vurdere form digitalt, og jeg opplever at han og de andre deltakerne mener det er grunnleggende i faget å få kroppslige erfaringer med materialer og kunnskap om materialeegenskaper. De er opptatt av det taktile og utvikling av sansesystemet, og ser viktigheten av å bruke alle sansene i skapende arbeid. På denne måten oppnås større nærhet og eierskap til det som skapes. I mine øyne henger tradisjonelle håndverk og teknikker sammen med muskelminne og finmotoriske ferdigheter, lært gjennom erfaring og spesifikk trening. En gjenstand som er håndlaget blir gjerne betraktet annerledes enn teknisk fremstilte gjenstander, der det at den er formet med hendene ofte blir ansett som kvalitetsfullt og sett på med anerkjennelse. Dette står i motsetning til en mangel på eierskap og en distanse som deltakerne beskriver relatert til det å arbeide digitalt.

Gjenstander som produseres av maskiner er ikke på samme måte unike slik som håndlagde gjenstander. Man kan for eksempel ofte se likheter ved det som er formet digitalt fordi det er brukt visse verktøy og operasjoner, og da kan man diskutere om designet er unikt for verktøyet eller formgiveren, slik også Huglen (2009) tar opp i sin masteroppgave. Når sluttresultatet skal 3d-printes, tilpasses gjerne det man vil lage til printerens muligheter, i stedet for å ha en mer åpen utforskning og ideutvikling som

håndverksbaserte tilnærminger ofte har (Renda og Kuys, 2014). Deltakerne mener det er viktig å tilegne seg ferdigheter i bruk av digitale verktøy, for da å se mulighetene som ligger i dem for å skape nye uttrykk. Samtidig vet de også at det tar tid å lære seg ulike håndverk, også 3d-modellering, og at det kan være nyttig å kombinere manuelle og digitale arbeidsmåter for at elevene/studentene skal kunne skape egne uttrykk. Renda og Kuys (2014) mener en håndverksbasert tilnærming når man arbeider med design gir større rom for å formgi uhindret med tanke på teknologiens grenser, og kan føre til nye uttrykksmuligheter og en nærere relasjon til arbeidet. Man kan si at det er uunngåelig at verktøyet i stor grad påvirker uttrykket i objektet man formgir, men samtidig kan man også arbeide for å få til et personlig uttrykk som er ens eget, i stedet for styrt av verktøy og programvare.

En distanse til produktet kommer også frem gjennom det deltakerne beskriver med tanke på materialet plast som ofte blir brukt i 3d-printersammenheng i skolene. Som tidligere beskrevet hadde Elins elever også et ønske om at deres produkt skulle gjennomføres i et mer tiltalende materiale enn plast, men deres forhold til produktet som ble 3d-printet ble likevel ikke kjølig og distansert. De uttrykte stor entusiasme i møte med printerprosessen, og lot seg tydelig fascinere og engasjere. Selve materialet ble da ikke så viktig for dem lengre, det handlet mer om printerprosessen hvor gjenstanden ble konkretisert og hvordan materialet ble påvirket gjennom denne typen produksjonsprosess. Jeg opplevde at elevenes spontane og sansemessige mottagelse av det ferdige produktet hadde bakgrunn i deres eierskap til hele formgivingsprosessen. Man kan stille spørsmål ved om det kan ha noe med generasjonsforskjeller å gjøre også, om elevene har et annet forhold til plast- og naturmaterialer i sin gjenstandskultur enn de voksne deltakerne. Min oppfatning er at lærere med utdanning i faget formgiving, kunst og håndverk har et svært bevisst forhold til ulike naturmaterialer. Selv om ulike plasttyper er det rimeligste og vanligste alternativet i som brukes i 3d-printere i skolesammenheng, ser man at det er en fremvoksende utvikling og eksperimentering rundt bruk av ulike materialer som kan brukes i 3d-printing. Dette er blant annet drevet frem av kunstnere og designere som leter etter materialer som har bedre taktile og visuelle egenskaper, og som kan videreføre og utvikle tradisjoner (Hoskins, 2013; Shillito, 2013; Warnier, 2014; Mongeon, 2016). På sikt tas kanskje andre materialer i bruk i skolene også, og åpner dermed for nye utfordringer, muligheter og problemstillinger relatert til faget formgiving, kunst og håndverk.

I kategorien *Undervisningspraksis og erfaringer* beskriver jeg hvordan man kan la seg forføre og rive med av 3d-printerteknologiens muligheter til å printe ut presise og nøyaktige produkter. Bjørn uttaler seg om at 3d-printing er en kul prosess, men at det er viktig å ha en hensiktsmessig bruk av verktøyet i faget. Det må ikke bare bli en trykk-på-knappen øvelse, men det handler om å tenke over hva man egentlig skal printe slik Eisenberg (2013) også viser til. Læreren må legge til rette for mer komplekse tilnærminger sammen med elevene/studentene hvor man bør prøve å unngå «The keychain syndrome» hvor man blir stående fast i enkle estetiske uttrykk som krever liten innsats å formgi (Blikstein, 2013). Deltakerne formidler en helhetstanke hvor det skal ligge en prosess til grunn for produktet, og at lærerens rolle her blir viktig.

På mange måter opplever jeg at deltakerne i sine refleksjoner om bruk av 3d-printer i faget trekker frem at det handler mest om prosess og ikke produkt, selv om de ser den fysiske konkretiseringen som 3d-printet er som viktig holdepunkt og motivasjon i læringsprosessen. Det virker også som at det å oppleve en nær relasjon eller eierskap til produktet man lager ved bruk av 3d-printerteknologi har en sterk sammenheng med hvordan man arbeider i selve formgivingsprosessen. Prosessen helt fra ide til produkt handler om å ta ulike valg, og i kategorien *Undervisningspraksis og erfaringer* ser jeg at deltakerne ønsker å utvikle elevenes evne til å reflektere, vurdere og gjøre formvalg, og til å ta aktivt del i de ulike fasene i prosessen når de underviser i bruk av 3d-printerteknologi i faget. Jeg forstår det slik at det handler om å åpne for utforskinger der elevene/studentene får prøve og feile slik at de kan gjøre egne valg basert på innsikt, erfaringer og kunnskap. 3d-modellering gir andre muligheter for nettopp prøving og feiling, fordi det er enkelt å endre objektet som konstrueres og dokumentere endringene underveis. Formgivingsprosessen kan slik åpne for dialog om formalestetikk, funksjon og kritisk tenkning. En slik tilnærming finnes i «design thinking» hvor det å utvikle et språk som muliggjør en styrket prosess er sentralt. Smith et al. (2015) mener det vil øke forståelsen for formgivingsprosesser og dermed gi bedre resultat om man bruker element fra «design thinking». De viser til at det handler om en kvalitetsrettet prosess der nederlag og eksperimentering også er en viktig del av prosessen, der språk til å kommunisere om designkvalitet utvikles, og der man arbeider for å fremme refleksiv og retrospektiv tenkning. Dewey ser også det å eksperimentere, undersøke og utforske som verdifullt i en læringsprosess, sammen med refleksjoner over det man gjør. Han mener kunnskap genereres gjennom aktiviteter der elevene/studentene gjør egne erfaringer.

Når Smith et al. (2016) ser at det er utfordringer knyttet til hvordan lærere og elever/ studenter klarer å gå inn i og forstå utforskende og refleksive prosesser, viser det til andre fagfelt enn formgiving, kunst og håndverk. Jeg mener at deltakerne i mitt utvalg viser at de behersker dette, men at de også ønsker mer bevissthet om slike tilnærminger i faget. Samtidig er slike utforskende tilnærminger tidkrevende og i skolen kan det være utfordrende å finne tid og rom for slike læringsprosesser, slik Elin er inne på i sine uttalelser. Man kan også stille spørsmål ved om det er slik i skolen at elevene får oppleve og lære gjennom grunnleggende erfaringer i materialer, slik deltakerne mener er ideelt i faget formgiving, kunst og håndverk. Deltakernes forutsetning om at man i faget skal få kroppslig erfaring med materialer kan sees som et forbehold til å ta i bruk 3d-printerteknologi i faget. Uten denne bunnen der manuelle erfaringer og ferdigheter danner grunnlaget, er det en redsel for at tradisjoner i faget fortrenses.

Oppdragerperspektiv relatert til teknologi og samfunn

Gjennom kategorien *Faglig motivasjon* har jeg vist at deltakerne utforsker nye områder for faget blant annet ut fra et ønske om å følge med i tiden, både faglig og personlig. De er opptatt av at 3d-teknologi, deriblant 3d-printer, i økende grad tas i bruk av ulike profesjoner og fagfelt med relasjon til faget formgiving, kunst og håndverk, og ser viktigheten av å forstå denne utviklingen. 3d-printerteknologi har sterk tilknytning til vitenskaps- og realfag som teknologi, medisin og biologi. Samtidig blir potensialet 3d-printing relatert til formgiving også utforsket i design- og kunstfeltet, og teknologien tas gjerne i bruk på uventede og nyskapende måter av forskere og utøvere i disse feltene (Hoskins, 2013, Shillito, 2013, Warnier, 2014, Mongeon, 2016). Denne utforskningen og videreutviklingen gjøres ofte med en sterk relasjon til håndverkstradisjoner, materialitet og estetikk, der ferdigheter i og kunnskaper om disse områdene blir verdsatt. I tillegg til å ha denne utviklingen som bakgrunn for sitt initiativ, uttaler Elin også seg om at hun vil vise elevene sine at her ligger det nye yrker og fagfelt der deres faglige kompetanse kan være av spesiell verdi, også utenfor de tradisjonelle fagfeltene. Carsten ønsker å vise at faget handler om mer enn håndverk og materialer. Deltakerne er enige om at de ønsker å være en del av og forstå utviklingen i faget. Samtidig ønsker deltakerne å synliggjøre fagets aktualitet i møte med teknologi- og samfunnsutvikling, der de ser at faget gir kompetanser og inneholder kvaliteter i sin tradisjon som er viktig å ta med seg. De utmerker seg ved ville være med å påvirke, prege og bestemme utviklingen i faget.

3d-printing blir av mange omtalt som den nye industrielle revolusjonen med utgangspunkt i at det medfører store endringer i blant annet hvordan gjenstander produseres (Berman 2011, Niewiadomski og Anderson 2014). Det vises til at 3d-printing åpner for uante muligheter for hva man kan formgi, men også til at det blir enklere å få noe produsert eller satt ut i livet. Fra en som skaper sitt synspunkt, gir det nye måter å være skapende på. Når Bjørn uttaler at han mener det er viktig at faget bør speile samfunnsutviklingen, forstår jeg hans initiativ til å ta i bruk 3d-printer i faget i forhold til formgivings- og produksjonsmulighetene som verktøyet åpner for. Design og gjenstandskultur fremheves som viktig i faget av deltakerne, og jeg opplever at de ser stor betydning av å gjøre gjenstandskulturen mer forståelig og tilgjengelig for elevene/studentene. Deltakerne ser at 3d-printerteknologi gir en mulighet til å komme nærmere produksjonsfasen av produkter elevene/studentene omgir seg med. Dermed kan det bidra til å unngå en fremmedgjøring i forhold til den materielle kulturen de er en del av, og som ofte er skjult bak fabrikker og merkenavn. Katterfeldt et al. (2015) mener at elevene kan oppnå nye innsikter og se seg selv i relasjon til omverden. Dette sammen med at elevene opplever å se seg selv som produsenter, bidrar til «bildung» ved «learning to be» (Katterfeldt et al., 2015). At deltakerne velger faginnhold som bruk av 3d-printerteknologi og undervisningsmetoder som blant annet tutorials og å lage egne skjermfilmer, viser nærhet til den verden elevene/studentene vokser opp i, og at det her ligger nye muligheter som kan utnyttes til læring, og til å motivere og engasjere.

Samtidig viser Auduns uttalelser at han har en annen mening enn de andre deltakerne når det kommer til bruk av tutorials. Han stiller spørsmål vedrørende læringsutbyttet når man bruker tutorials, og om dette bare fremmer kunnskaper og ferdigheter i forhold til å følge en oppskrift og dermed ikke en mer grunnleggende forståelse. Audun mener at forståelsen for verktøyet utvikles bedre når han har tett kontakt med studentene enn ved bruk av for eksempel tutorials eller nettbasert undervisning. Slik ser han fordeler ved en mer «manuell» tilnærming og lærerrolle relatert til å undervise i digitale verktøy.

Deltakernes valg om å ta i bruk 3d-printerteknologi viser at de er oppdatert og aktuelle i forhold til ulike strømninger i tiden også når det gjelder undervisning. Perspektiver på undersøkelsesfeltet viser at tilnærminger fra kunstfeltet nå sees på som berikende og viktig når man skal undervise i blant annet 3d-teknologi. Wiberg (2015) beskriver forskning knyttet til samspillet mellom formgiver og maskin, der materialitet og å uttrykke seg gjennom digitale materialer er sentralt. Han viser til en «material turn» og

nærhet til håndverk og kunst i nyere forskning innenfor Human-computer-interaction. Skaperglede og innovasjon i skjæringspunktet mellom kunst, vitenskap og teknologi dyrkes i Maker Movement (Hatch 2014). Det blir sett på som viktig å ha med en artistisk og kreativ tilnærming til læring og undervisning for å styrke satsningen innen STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics). I digital fabrication in education, hvor datastyrte verktøy brukes i produksjonsprosesser i undervisningen, er det også stigende interesse for hva vårt fagfelt kan bidra med for å styrke satsningen (Blikstein, 2013; Land, 2013; Henriksen, 2014; Ghanbari, 2014). Land (2013) viser til at dagens generasjon ønsker større muligheter til selvutfoldelse og personlig tilknytning, noe som kunstfeltet kan tilføre. Kulturelle tendenser som Maker Movement og pedagogiske tendenser innen STEAM og Digital fabrication in education viser at det er økende fokus rettet mot making og innovasjon der også ferdigheter og kunnskap om materialer og håndverk blir verdsatt (Blikstein, 2013; Vossoughi og Bevan, 2014; Renda og Kuys 2014). Det etterspørres evner som utvikles i formgivings-, kunst- og håndverksfag som divergent og kritisk tenkning og evne til å skape ting (Maeda, 2013). Bruk av 3d-printerteknologi i undervisning kan på denne måten være med å koble eller bygge bro mellom teknologi og hands-on arbeid med materialer og håndverk.

Samtidig må man ta i betraktning at Maker Movement, STEAM og digital fabrication in education har sterk tradisjon for å bygge opp under teknologi- og realfag, og at håndverkskunnskaper og –ferdigheter blir brukt med intensjon om å styrke disse fagene, ikke for å øke kompetanser i kunst- og håndverksfag. Et for stort fokus på teknologi kan også lett føre til at det er verktøyet som styrer innholdet i undervisningen. En slik teknosentrisk tilnærming står i motsetning til deltakerne i undersøkelsen, som velger en annen inngang ved å se faget og faglige kompetanser som styrende, og verktøyet som en mulighet til å støtte opp om dette.

Deltakernes initiativ til å ta i bruk 3d-printerteknologi i faget tas med ønske om å fylle på, ikke skyve bort noe i faget. Jeg opplever at deltakerne ønsker at faget ikke skal bli musealt, men være aktuelt i samtiden. De tar med seg sitt faglige ståsted og relasjoner til fagtradisjon når de velger å utforske nye verktøy og metoder i faget, men i stedet for å la dette være en begrensning ser det heller muligheter for å bevare og videreutvikle tradisjonene. 3d-printerteknologi kan være med på å utvikle og fornye faget ved å ta inn nye verktøy på verkstedene. Samtidig kan det også være med på å skape en nærere relasjon til, vise viktigheten av og øke verdsettingen av tradisjonelt håndverk, ved at

grensene mellom fag åpnes og elevene/studentene opplever sammenheng mellom kunnskaper fra ulike fagfelt i deres arbeid (Blikstein, 2013). Deltakerne knytter bruk av 3d-printerteknologi til tradisjonelle formgivingsprosesser i faget, og de velger å se på mulighetene digital teknologi kan tilby i slike prosesser. Deres refleksjoner viser at de søker løsninger hvor man kan utnytte og veksle mellom kvalitetene både ved det manuelle og det digitale i skapende prosesser.

Gjennom intervjusamtalene opplever jeg at deltakerne både har fagkunnskap, pedagogisk kunnskap og teknologisk kunnskap slik Mishra og Koehler (2006) beskriver at pedagogisk bruk av digitale verktøy omfatter i sin TPCK-modell. Deltakerne har ikke en naiv tro på at teknologi i seg selv kan føre til bedre læring, og viser ikke metodekunnskap uten faglig forankring. De prioriterer ikke innhold, pedagogikk eller teknologi hver for seg, men ser på alle de tre kunnskapsområdene i helhetlig perspektiv. Selv om deltakerne velger ulike måter å ta i bruk 3d-printerteknologi i faget, mener jeg likevel at deres refleksjoner viser et fagdidaktisk utgangspunkt for deres valg av innhold, metode og verktøy. På denne måten viser de fagdidaktisk IKT-kompetanse som Mishra og Koehler (2006) beskriver som Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). I materialet finner jeg også at i tillegg til faglig, didaktisk og teknologisk kompetanse, er lærerens holdning helt sentral. Deltakerne i utvalget er i front for å utvikle faget og deres holdning og personlige innstilling her er spesiell.

Med tanke på fagutvikling i skolen kan tradisjon også sees i lys av et skolesystem som styres av mål og vurdering, der tid og økonomi er begrensende rammefaktorer. Faget formgiving, kunst og håndverk sees sjelden som satsningsområde, og det er lite åpning og plass for fagutvikling for lærere i skolehverdagen. Jeg tenker at deltakernes rom for og evne til å utvikle seg og utforske nye faglige muligheter derfor spiller en enda viktigere rolle relatert til å inspirere, motivere og være døråpnere for andre lærere i faget. Deltakerne har alle høy utdannelse i faget, og jeg mener at deres refleksjoner viser at selv om de ønsker en utvikling i faget, gjør de sine valg basert på faglige premisser. Nivået på fagkompetanse hos dem som underviser i faget formgiving, kunst og håndverk er svært varierende, helt ned til lærere uten formell kompetanse i faget. Derfor er det også store variasjoner i forhold til hva som ligger til grunn for å velge innhold og metode. Ut fra dette handler et forbehold til å ta i bruk nye verktøy og teknikker i faget om lærerens kompetanse og evne til å gjøre det ut fra faglige premisser. Samtidig er bruk av digitale verktøy og digitale arbeids- og undervisningsmåter i faget et relativt

nytt område med tanke på fagets historie og tradisjon, og det er ønskelig med mer fagdidaktisk kunnskap og forskning om dette (Smith, Iversen og Veeresawmy, 2016). For at lærere skal bli mer trygge i det digitale, er dette også ønskelig ut fra lærerens ståsted med tanke på hvordan lærerens rolle og ulike undervisningsmetoder utfordres og utvikles i møte med digitale verktøy i faget.

Om man behersker både manuelle håndverkstradisjoner, utforskende tilnærminger og nye digitale verktøy, vil det føre til nye muligheter, løsninger og utvikling (Renda og Kuys, 2014). Det er nettopp denne kombinasjonen av ferdigheter som deltakerne i mitt utvalg er representanter for. De søker å finne en kobling og en balanse mellom å arbeide manuelt og digitalt i faget, og gjerne med en vekselvirkning mellom disse. Deltakerne har et oppdragerperspektiv der de reflekterer over faget i møte med ny teknologi og samfunnsutvikling. Slik jeg forstår det er utvikling et svært sentralt begrep hos deltakerne, enten det gjelder å utvikle seg selv i faget, utvikle innhold og metoder i faget eller å utvikle elevene/studentene i faget. På denne måten fremhever de at mulighetene ikke ligger i verktøyet, men i den som bruker det, slik Elins favorittsitat også uttrykker: «Husk at musikken ikke er i pianoet».

Oppsummering og konklusjon

Jeg har forsøkt å løfte frem deltakernes refleksjoner ved å se dem i lys av perspektiver på undersøkelsesfeltet. I drøftingen ser jeg deltakernes initiativ og forbehold til bruk av 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk i sammenheng med det jeg karakteriserer som deltakernes *utforskertrang og uredd holdning, redsel for å fortrenge tradisjoner og oppdragerperspektiv relatert til teknologi og samfunnsutvikling*.

Det som kjennetegner deltakernes initiativ er en nysgjerrig, åpen og uredd holdning, og samtidig en trang til å utforske nye og ukjente områder som kan være fagrelevante. De våger å utforske nye utfordringer og muligheter for faget slik at de kan basere sine valg på kunnskap og erfaringer, i stedet for skepsis eller frykt for det nye. Perspektiver på undersøkelsesfeltet viser at 3d-printer beskrives som den nye industrielle revolusjon og åpner for en helt ny verden å være skapende i. 3d-printerteknologi er i rivende utvikling og er relevant for en rekke profesjoner og disipliner som faget formgivning, kunst og håndverk har relasjoner med. Initiativet til deltakerne kan derfor beskrives som et ønske om å synliggjøre fagets aktualitet og at faget ikke skal bli musealt. De ser at verktøyet åpner for nye muligheter i digitale formgivings- og produksjonsprosesser og tar ikke i bruk 3d-printerteknologi for verktøyets del, men fordi de ser det som enda et verktøy i fagets verksted. I stedet for å la verktøyet være styrende for undervisningen, ser de faget og faglige kompetanser som styrende, og verktøyet som en mulighet til å støtte opp om dette. Initiativet handler ikke om å skyve noe ut, men å fylle på og fornye faget.

Kjennetegn på deltakernes forbehold til bruk av 3d-printer i faget kan forklares som en redsel for at tradisjoner i faget fortrenses. Det relateres særlig til håndverkstradisjoner og at deltakerne mener det er grunnleggende i faget å få utforske, oppleve og utvikle ferdigheter gjennom kroppslige erfaringer i materialer. Man både mister noe og vinner noe ved å flytte formgivingsprosesser fra manuelt arbeid med hendene til digitalt arbeid ved skjerm, for eksempel relatert til tegning, forestillingsevne, formforståelse og mental involvering. I deltakernes forbehold polariseres likevel ikke det manuelle og det digitale, men det sees heller på hvordan kvalitetene ved begge kan utnyttes, og det sees flere muligheter ved å kombinere eller veksle mellom manuelle og digitale arbeidsmåter. Fagets tradisjoner kan sies å være et forbehold, men sees mer som en mulighet enn som en begrensning. Deltakernes forbehold knyttes også til prosessen som leder frem til produktet. Perspektiver på undersøkelsesfeltet viser til at det etterspørres mer didaktisk forskning og teori relatert til bruk av 3d-printerteknologi i undervisning, og at

det knyttes utfordringer og krav til lærerrollen. Det må legges til rette for å delta i formgivingsprosesser der man ikke bare trykker på knappen, men der det handler om å gi elevene/studentene ferdigheter i ideutvikling, til å formgi, ta formvalg, reflektere og gjøre vurderinger. Fokuset på prosessen viser et forbehold om at mulighetene ikke ligger i 3d-printerteknologien, men i den som bruker den.

Deltakernes refleksjoner over egne erfaringer fra undervisning med 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk, og deres initiativ og forbehold til dette, kan plasseres i spennet mellom tradisjon og fornyelse. De ser viktigheten av at de selv og faget må henge med i tiden og møte endringene i samfunnet, slik at elevene/studentene skal få en opplevelse av fagets relevans i samtiden, oppleve det motiverende å jobbe med faglige oppgaver, og at de samtidig får en forståelse for tradisjonelt faginnhold og kompetanser man opparbeider seg i faget. Deltakerne går aktivt inn for å påvirke, fremme og bestemme pedagogikk og didaktisk utvikling i faget. Slik kommer initiativ og premisser både for bruk av ny teknologi i faget og for fagutvikling innenfra fagfeltet selv, i motsetning til om faget blir påvirket og presset fra utsiden av teknologi-, realfags- og markedskrefter. Ved å ikke polarisere det manuelle og digitale, viser deltakerne en nødvendig og ny faglig orientering, der fagdidaktiske perspektiver i faget formgivning, kunst og håndverk er i endring. Det må søkes gode løsninger som kan balansere det manuelle og det digitale, basert på fagets tradisjon og fagets utviklingspotensial. Dette stiller krav til lærerens fagkompetanse.

KOMMENTAR I FORM AV EGET SKAPENDE ARBEID

For å ha en nærhet til den praktiske komponenten som beskrives som en kjerne i faget formgivning, kunst og håndverk, ønsker jeg å supplere presentasjonen av masterundersøkelsen visuelt med eget skapende arbeid der jeg har benyttet meg av 3d-printer-teknologi, og med et rom som formidler en kontekst til presentasjonen.

Min forforståelse relatert til undersøkelsesfeltet knyttes som tidligere beskrevet til to innledende oppgaver i masterstudiet, der jeg tilegnet meg nye ferdigheter både manuelt og digitalt. Jeg tar med eget skapende arbeid fra disse oppgavene i arbeidet med å utforme en visuell kommentar, fordi de sammen med ny eksperimentering og utprøving utgjør en helhet i min utforsking av å arbeide skapende med 3d-printerteknologi.

Gjennom egen praktisk utforsking ønsker jeg å tilegne meg mer kunnskaper og forståelse for undersøkelsesfeltet. Jeg bygger videre på mine kunnskaper og erfaringer, men i stedet for å gjøre noe jeg på forhånd vet jeg får til, utfordrer jeg eget nivå både manuelt og digitalt. Jeg har med meg stemmene fra både perspektiver på feltet og ikke minst til deltakerne. Fra undersøkelsen tar jeg særlig med meg deltakernes tanker om å veksle eller koble manuelle og digitale arbeidsprosesser, om opplevde forskjeller mellom å arbeide i materialer og å arbeide digitalt, og om å ta med fagets tradisjoner inn i det nye. Samtidig lar jeg meg inspirere av deres uredde holdning.

Med dette i tankene flytter jeg presentasjonen av masteroppgaven ut av høyskolens vanlige presentasjonslokale, og inn i et eldre hus som symboliserer undervisning, lærerrolle og tradisjon. Rommet gir slik en viktig kontekst til mitt skapende arbeid, hvor rom og gjenstander sammen danner en helhet og en kommentar til funn fra min undersøkelse. Jeg ønsker at denne helheten skal skape nysgjerrighet og interesse hos de som er tilstede under fremleggingen av min masteroppgave. Rommet, eget skapende arbeid, muntlig og skriftlig presentasjon utgjør et multimodalt uttrykk.

Min kommentar til undersøkelsen handler om å åpne døren inn til skolestuen og om å gi et refleksjonsgrunnlag for den som blir med inn i rommet. På mange måter handler det om å ikke være så redd for å gå ut i det ukjente ...

AVSLUTNING OG VEIEN VIDERE

Det har vært en spennende reise gjennom arbeidet med denne masteroppgaven. Fra bokstavelig talt en reise rundt i landet for å møte deltakerne, til en reise i mer overført betydning gjennom ulik litteratur, teori og ikke minst intervju materiale. På mange måter har det vært en utfordrende reise, særlig fordi bruk av 3d-printer i faget formgivning, kunst og håndverk er et så nytt og ubeskrevet område.

Jeg hadde et ønske om å få innsikt i det å ta i bruk 3d-printerteknologi i faget og mer kunnskap om muligheter og dilemmaer som slik teknologi kan gi relatert til fagets kjerne. Når jeg nå nærmer meg reisens mål, opplever jeg at jeg har fått innsikt i dette, men også i mye mer. Uten at det var en intensjon i valget av deltakere til undersøkelsen, mener jeg at utvalget på mange måter skiller seg ut i fagmiljøet. Til tross for at lærerne har ulik tilhørighet i fagområdene og ikke er en del av et praksisfelleskap, har de likevel mye felles. Det er særlig deres syn relatert til lærerrollen og til det å lære og å oppdage kunnskap i faget som jeg opplever som unikt, og hvordan dette gir utslag i innhold og metode i deres undervisning i faget. På denne måten mener jeg at lærernes refleksjoner kan beskrive et nytt perspektiv i fagtradisjonen som handler om andre måter å lære på enn det som tidligere er fremstilt på området (jmf. Brønne, 2009/2011; Sømoe, 2013). En slik ny fagtradisjon hadde vært svært interessant å undersøke og beskrive videre.

For meg har reisen også handlet om å tilegne meg større kunnskap både relatert til å se faget i et videre perspektiv, og til å få innsyn i vitenskapelige prosesser. Slik sett er det egentlig nå når jeg har oppnådd et større overblikk at jeg burde begynt å undersøke og utforske. Gjennom hele arbeidet med masteroppgaven har jeg møtt ulike problemstillinger og tema som det ville vært interessant å forske på, og noen av dem beskrives her. I min oppgave har jeg vært interessert i deltakernes syn på bruk av 3d-printer i faget, og dette medfører at jeg ikke har sett deres praksis, men besitter en produsert, relasjonell, samtalebasert og kontekstuell kunnskap (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 335-337). Deltakerne kan ha vært bevisste i sine uttalelser for å få frem eller dempe visse syn. Det ville derfor vært interessant å se problemstillingen ut fra en mer praksisnær tilnærming, der man undersøker det som faktisk utøves i praksis. Det etterspørres også mer forskning relatert til lærerens rolle og lærerens syn i møte med nye teknologier og læreprosesser, og i forhold til hvordan en tilretteleggende lærerrolle fremmer læring (Vossoughi og Bevan, 2014; Smith, Iversen og Veeresawmy, 2016).

I min undersøkelse har jeg hatt et lærerperspektiv, men en videreføring ville vært å se det også fra et elevperspektiv og dermed løfte frem andre syn enn det som er vist her. Dette kan gjerne relateres til konkrete undervisningsopplegg og arbeidsmetoder der man for eksempel kan observere og intervjuer elevene. Det kunne også vært relevant å utforme praksisopplegg og drevet klasseromsforskning. Gjerne med utgangspunkt i å se nærmere på nettopp dette med læring og det å oppdage kunnskap sammen med elevene. Samtidig kan man stille spørsmål ved læringsutbyttet ved for eksempel bruk av tutorials eller skjermfilm i undervisningen, og at dette kunne vært fokus for videre undersøkelse. Et lærerperspektiv kan også tas med i slike undersøkelser, for å se likheter og ulikheter ved de ulike ståstedene. Kapitlet *Ulike perspektiv på undersøkelsesfeltet* viser hvordan mye av forskningen på området har nær relasjon til andre fagfelt enn faget formgivning, kunst og håndverk. Derfor vil det være viktig med videre og ny forskning sett fra vårt fag, og jeg ønsker at det utvikles mer kunnskap på fagets premisser. Som vist i drøftingen oppstår det også dilemmaer knyttet til tegning, forestillingsevne og formforståelse i en forflytning fra det manuelle til det digitale som bør undersøkes videre. Samtidig handler det om undersøkende og refleksive prosesser, noe som også hadde vært spennende å utforske videre, gjerne praksisnært og med læring i fokus.

I min reise har en fagdidaktisk nysgjerrighet ligget til grunn. Ved å skrive denne masteroppgaven håper jeg at jeg har åpnet undersøkelsesfeltet for andre, og gitt et innsyn som gjør at andre kan danne sine egne meninger eller å velge å utforske området selv for så å ta sine valg. Samtidig har arbeidet med oppgaven vist meg at det også handler om noe annet enn bare det å ta i bruk ny teknologi i faget, men at det på mange måter handler om at utfordringer gir en mulighet til å lære, både for elever/studenter og lærere. Ordene «The music is not in the piano» viser også til en holdning som handler om å utvikle utøveren. For meg har reisen gitt mulighet til å utforske lærerrollen med tanke på både personlig og faglig utvikling, en mulighet til å reflektere over egen praksis både relatert til fag og lærerrollen, og til å åpne for å en mer uredd innstilling i møte med nye utfordringer. Slik ser jeg at reisen ikke stopper her, men fortsetter.

Bakom denne store svingen
på ein ukjend framtidsveg
ventar det kan henda ingen
som kan styre dine steg.
Kva du gjer og kva som hender,
kor du fer og koss det ender
- det er berre opp til deg.

-Ingvar Moe-

LITTERATURLISTE

- Boy, G. A. (2013). From STEM to STEAM: toward a human-centered education. I *Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics*, s. 1-8. ACM. Hentet fra <http://dl.acm.org/>
- Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business horizons*, 55 (2), s. 155-162. Hentet fra https://www.researchgate.net/publication/241088839_3-D_printingThe_new_industrial_revolution
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. I Walter-Herrmann, J. & Büching, C. (eds) *FabLabs: Of machines, makers and inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, s. 1-21.
- Brown, A. (2015). 3D Printing in Instructional Settings: Identifying a Curricular Hierarchy of Activities. *TechTrends*, 59 (5), s. 16-24. Hentet fra <http://link.springer.com/>
- Brønne, K. (2009). *Mellom ord og handling om verdsettning i kunst og handverksfaget*. (Doktorgradsavhandling, Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo).
- Brønne, K. (2011). Vedlikehold av ein konstruert kontrovers: kunstpedagogikk og handverkstradisjon i kunst og handverksfaget. *FORMakademisk* 4 (2), side 95-108. Hentet fra <https://journals.hioa.no/index.php/formakademisk/article/viewFile/203/213>
- Clement, M. (u.å.). I Williams, R. (1990) *The Mac is not a Typewriter*. California: Peachpit Press.
- Choma, J. (2010). Contested Boundaries: Digital Fabrication+ Hand Craft. I *Sigradi Conference Proceedings*. Hentet fra http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2010_146.content.pdf
- Dagsland, T.P. (2013). *Eleven som aktør i dialog med kunst: ungdoms erfaring med kunstundervisningens innhold og metode i faget kunst og håndverk i norsk grunnskole*. (Doktorgradsavhandling, Åbo Akademi). Hentet fra <http://www.doria.fi/handle/10024/87921>
- Department for Education (DfE), UK (2013). *3d-printers in school: uses in the curriculum. Enriching the teaching of STEM and design subjects*. Hentet fra https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251439/3D_printers_in_schools.pdf
- Dewey, J. (1916/1997). *Democracy and Education. An introduction to the philosophy of Education*. New York: The Free Press.
- Eisenberg, M. (2013). 3D printing for children: What to build next? *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1 (1), s. 7-13. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/>

- Erstad, O., Amdam, S., Arnseth, H.C. & Silseth, K. (2014). *Om fremtidens kompetansebehov: En systematisk gjennomgang av internasjonale og nasjonale initiativ*. Hentet fra https://nettsteder.regjeringen.no/fremtidensskole/files/2014/05/Konseptgjennomgang-om-fremtidens-kompetansebehov_juli_2014.pdf
- Espeland, M., Arnesen, T.E., Grønsdal, I. A. R., Holthe, A., Sømoe, K., Wergedahl, H. & Aadland, H. (2013). *Skolefagundersøkelsen 2011: Praktiske og estetiske fag på barnesteget i norsk grunnskule. HSH-rapport (7)*. Stord: Høgskolen Stord/Haugesund.
- Framgard, E. (2014). Fagtradisjoner, faglige synteser og fagdiskurs. *Techne Series A, Vol 21 (1)*, s.70-86. Hentet fra <https://dspace01.hit.no/handle/2282/2435>
- Freire, P. (1970/1999). *De undertryktes pedagogikk*. (2. utgave) Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Ghanbari, S. (2014). STEAM: the wave of the future embedded in ideals of the past. *The STEAM Journal, 1 (2)*, 27, s. 1-2. Hentet fra <http://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss2/27/>
- Gauntlett, D. (2011). *Making is connecting: the social meaning of creativity, from DIY and knitting to YouTube and Web 2.0*. Cambridge: Polity.
- Gershenfeld, N. (2012). How to make almost anything: The digital fabrication revolution. *Foreign Affairs, 91 (6)*, s. 43-57. Hentet fra <http://cba.mit.edu/docs/papers/12.09.FA.pdf>
- Hagelia, M. (2007). *Digital 3D-modellering inn i håndverksfag. En undersøkelse av 16-åringers håndtering av avansert digitalt ingeniørverktøy*. (Mastergradsoppgave, Høgskolen Stord/Haugesund) Hentet fra http://issuu.com/dogsfnorway/docs/masteroppgave_hagelia
- Halvorsen, E. M. (2008). *Didaktikk for grunnskolen: Fellestrekk og særdrag i et fagdidaktisk mangfold*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Halvorsen, E.M. (2007). *Kunstfaglig og pedagogisk FOU: Nærhet, distanse, dokumentasjon*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Hatch, M. (2013). *The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. McGraw Hill Professional.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal, 1 (2)*, 15, s.1-8. Hentet fra <http://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss2/15/>
- Hjorth, M. & Iversen O.S. (2014). FabLab@School: From Digital Literacy to Design Bildung. Workshop paper *FabLabs in Educational Context*, Aarhus University. Hentet fra http://fablearn.eu/wp-content/uploads/fablearn14_submission_124.pdf

- Hoskins, S. (2013). *3D printing for artists, designers and maker*. London: Bloomsbury.
- Huglen, K. (2009). *Digitalt handverk. Kva kan digitale verktøy tilby av moglegeheiter i arbeid med bruksform i leire?* (Mastergradsoppgave, Høgskolen Stord/Haugesund). Hentet fra <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/152347>
- <https://iktsenteret.no/>
- <https://iktsenteret.no/prosjekter/rom-lek>
- Imsen, G. (2009). *Lærerens verden: Innføring i generell didaktikk* (4.utgave). Oslo: Universitetsforlaget.
- Iversen, O. S., Smith, R. C., Blikstein, P., Katterfeldt, E. S., & Read, J. C. (2016). Digital fabrication in education: Expanding the research towards design and reflective practices. *International Journal of Child-Computer Interaction* 5, s. 1-2. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/>
- Johnsen, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman A. (2014). *NMC Horizon Report 2015 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Hentet fra <http://www.aiswalibraries.org.au/uploads/2/3/4/9/23497432/2015-nmc-horizon-report-library-en.pdf>
- Jørgensen, A. (2009). *Hans-Georg Gadamer*. Frederiksberg: Forlaget Anis.
- Katterfeldt, E. S., Dittert, N., & Schelhowe, H. (2015). Designing digital fabrication learning environments for Bildung: Implications from ten years of physical computing workshops. *International Journal of Child-Computer Interaction* 5, side 3-10. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/>
- Kjørup, S. (2014). *Menneskevidenskabene: Humanioras historie og grundproblemer*. (Bind 1) (2.utgave). Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.
- Kjørup, S. (2014). *Menneskevidenskabene: Humanistiske forskningstraditioner*. (Bind 2) (2.utgave). Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action* (2008). Congressional Research Service Reports. Paper 35. Hentet fra <http://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju*. (3.utgave). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier: Den skrivende forskeren*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, s. 547-552. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913011174>

- Lepperød, J., Kallestad, T. & Gilje, Ø (2013). *Kunst og håndverk, Teknologi og design*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, Calif: Sage.
- Lipson H. & Kurman, M. (2013). *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons.
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M. & Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, s. 541-546. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913011162>
- Maeda, J. (2013). STEM+ Art= STEAM. *The STEAM Journal*, 1 (1), Article 34, s. 1-3. Hentet fra http://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss1/34/?utm_source=scholarship.claremont.edu%2Fsteam%2Fvol1%2Fiss1%2F34&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *The Teachers College Record* 108 (6), s. 1017-1054. Hentet fra <https://www.tcrecord.org/>
- Moe, E. (2014). 3D-printing. *Form 5* (4), s. 10-12.
- Moe, I. (u.å). *Bakom denne store svingen*. Etne Mållag.
- Mongeon, B. (2016). *3D Technology in Fine Art and Craft: Exploring 3D Printing, Scanning, Sculpting, and Milling*. Burlington: Focal Press.
- Niewiadomski, R., & Anderson, D. (2014). 3-D manufacturing: The beginning of common creativity revolution. In *Digital Da Vinci*, s. 173-195. Springer New York. Hentet fra <http://link.springer.com/>
- Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier: Den skrivende forskeren*. Oslo: Universitetsforlaget.
- <http://www.nkul.no/>
- <http://www.nkul.no/historikk/>
- NOU 2014:7 *Elevenes læring i fremtidens skole, et kunnskapsgrunnlag*. Hentet fra <https://blogg.regjeringen.no/fremtidensskole/files/2014/09/NOU201420140007000DDDPDFS.pdf>
- NOU 2015:8 *Fremtidens skole: Fornyelse av fag og kompetanser*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/>
- Omtveit, B. (2014). Digital visualisering – kompetanse for framtida. *Form 5* (4), s. 3.

- Omtveit, B. (2014). Nordisk Kurs 2014. *Form 5* (4), s. 4-5.
- Ottestad, G., Thronsen, I., Hatlevik, O. & Rothagi, A. (2014). *Digitale ferdigheter for alle? Norske resultater fra ICILS 2013*. Hentet fra <http://www.udir.no/Upload/Rapporter/2014/2ICILS-rapport%20TRYKK.pdf?epslanguage=no>
- Papert, S. (1993a). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* (2. utgave) New York: Basic Books.
- Papert, S. (1993b). *The childrens's machine: rethinking school in the age of the computer*. New York: basic Books.
- Patera, M (2009). *The Potential of 3D Visualisation Technology in Art & Design Education* (Doctoral dissertation, University of Glasgow).
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Renda, G., & Kuys, B. (2014). The Craftsman Versus The Maker: Tensions in Design Education. I *Proceedings of 'The Future Of The Discipline' ACUADS Conference*, Melbourne, Australia. Hentet fra https://www.researchgate.net/profile/Blair_Kuys/publication/272295312_The_Craftsman_Versus_The_Maker_Tensions_in_Design_Education/links/54e180d50cf296663792bded.pdf
- Sennett, R. (2008). *The Craftsman*. New Haven: Yale University Press.
- Sennett, R. (2009). *Håndværkeren. Arbejdets kulturhistorie: Hånd og ånd*. Højbjerg: Hovedland.
- Shillito, A.M. (2013). *Digital Crafts, Industrial Technologies for Applied Artists and Designer Makers*. London: Bloomsbury.
- Smith, O. (2015). There is an Art to Teaching Science in the 21st Century. I Ge, X., Ifenthaler, D. & Spector, J.M. *Emerging Technologies for STEAM Education*, s. 81-92. Springer International Publishing. Hentet fra <http://link.springer.com/>
- Smith, R. C., Iversen, O. S., & Hjorth, M. (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, s. 20-28. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/>
- Smith, R.S., Iversen, O.S. & Veerasawmy, R. (2016). Impediments to Digital Fabrication in Education, A study of Teachers' Role in Digital Fabrication. In *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence (IJDLC)* 7(1), s. 33-49, April 2016. Hentet fra <http://www.igi-global.com/>

- Stortingsmelding 28 (2015-2016) Fag-Fordypning-Forståelse: En fornyelse av Kunnskapsløftet. Oslo: Kunnskapsdepartementet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>
- Svihla, V., Gines, M., & Yang, Y. (2014). Teachers as Learners then Designers: Shifting from Instructionist to Constructionist Approaches. FabLearn 2014, Stanford, CA, USA. Hentet fra http://fablearn.stanford.edu/2014/wp-content/uploads/fl2014_submission_25.pdf
- Sømoe, K. (2010). Liten bruk av IKT-verktøy i kunst og håndverk. Fornuftig bortvelging, eller vegring og inkompetanse? I Vavik, L., Andersland, S., Arnesen, T.E., Arnesen T., Espeland, M., Flatøy, I., Grønsdal, I., Tuset, G.A. *Skolefagsundersøkelsen 2009: Utdanning, skolefag og teknologi*. Stord: HSH-rapport 2010/1, s. 229-257.
- Sømoe, K. (2013). Kunst og håndverk – fag eller tverrfaglig felt? *FORMakademisk* 6 (3), side 1-15. Hentet fra <https://journals.hioa.no/index.php/formakademisk/article/view/352/724>
- Thorsnes, T. (2015). *Tresløyd og multimodal skapende praksis*. Oslo: Abstrakt Forlag.
- Torgersson, O. (2014). On Learning Outcomes for Participatory Design in Digital Fabrication. Workshop Paper *FabLabs in Educational Context*, Aarhus University. Hentet fra <http://gup.ub.gu.se/records/fulltext/203739/203739.pdf>
- <http://www.tpack.org/>
- Utdanningsdirektoratet (2006). *Kunnskapsløftet*. Hentet fra <http://udir.no/kl06/>
- Vavik, L., Andersland, S., Arnesen, T.E., Arnesen, T. Espeland, M., Flatøy, Grønsdal, I. & Tuset, G.A. (2010). *Skolefagsundersøkelsen 2009: Utdanning, skolefag og teknologi*. Stord: HSH rapport 2010/2011.
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM. Washington, DC: National Research Council*, 1-55. Hentet fra https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/pdfs/Vossoughi_NRC-White-Paper-on-Making-and-Tinkering.pdf
- Warnier, C. (ed.) (2014). *Printing things: visions and essentials for 3D printing*. Berlin: Gestalten.
- Wiberg, M. (2016). Interaction, new materials & computing – Beyond the disappearing computer, towards material interactions. *Materials & Design*, 90, s. 1200-1206.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16 (1), s. 26-35. Hentet fra <https://jil.lboro.ac.uk/ojs/index.php/DATE/article/view/1590>

VEDLEGG

Vedlegg1 NSD

Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS
NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES



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

Karen Brønne
Avdeling for lærerutdanning og kulturfag Høgskolen Stord/Haugesund
Klingenbergevegen 8
5414 STORD

Vår dato: 23.11.2015

Vår ref: 45320 / 3 / MSS

Deres dato:

Deres ref:

TILBAKEMELDING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 23.10.2015. Meldingen gjelder prosjektet:

45320	<i>3d-teknologiens potensiale i møte med skolefaget kunst og håndverk og skapende arbeid i materialer</i>
Behandlingsansvarlig	Høgskolen Stord/Haugesund, ved institusjonens øverste leder
Daglig ansvarlig	Karen Brønne
Student	Lene Berge

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

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

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

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

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 15.12.2016, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen

Katrine Utaaker Segadal

Marie Strand Schildmann

Kontaktperson: Marie Strand Schildmann tlf. 55 58 31 52

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

Avdelingskontorer / District Offices:

OSLO: NSD, Universitetet i Oslo, Postboks 1055 Blindern, 0316 Oslo. Tel: +47-22 85 52 11. nsd@uia.no
TRONDHEIM: NSD, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim. Tel: +47-73 59 19 07. kyrre.svarva@svt.ntnu.no
TROMSØ: NSD, SVF, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø. Tel: +47-77 64 43 36. nsdmaa@svt.uib.no



Utvalget informeres skriftlig og muntlig om prosjektet og samtykker til deltakelse. Informasjonsskrivet er noe misvisende utformet, og da det innhentes personopplysninger om ansatte må følgende formulering fjernes: "Personidentifiserende informasjon vil ikke innhentes". Videre bemerker vi at daglig ansvarlig har et ansettelsesforhold ved Høgskolen Stord/Haugesund, og at det er denne forskningsinstitusjonen som også bør fremgå av hennes kontaktinformasjon.

Det fremgår av meldeskjema at det ikke skal innhentes personopplysninger om elever i forbindelse med intervju og observasjoner, og denne delen av datainnsamlingen er derfor ikke omfattet av meldeplikten. Det skal imidlertid innhentes anonyme opplysninger fra et utvalg elever og vi anbefaler at de mottar informasjon om at det ikke vil registreres personopplysninger om dem og at det er frivillig å delta.

Personvernombudet legger til grunn at forsker etterfølger Høgskolen Stord/Haugesund sine interne rutiner for datasikkerhet. Dersom personopplysninger skal lagres på privat pc/mobile enheter, bør opplysningene krypteres tilstrekkelig.

Forventet prosjektslutt er 15.12.2016. Ifølge prosjektmeldingen skal innsamlede opplysninger da anonymiseres. Anonymisering innebærer å bearbeide datamaterialet slik at ingen enkeltpersoner kan gjenkjennes. Det gjøres ved å:

- slette direkte personopplysninger (som navn/koblingsnøkkel)
- slette/omskrive indirekte personopplysninger (identifiserende sammenstilling av bakgrunnsopplysninger som f.eks. bosted/arbeidssted, alder og kjønn)
- slette digitale lyd-/bilde- og videoopptak

Vedlegg 2 NSD Endringsgodkjennelse

Prosjektnr: 45320. 3d-teknologiens potensiale i møte med skolefaget kunst og håndverk og skapende arbeid i materialer

Fra: Marie Schildmann [marie.schildmann@nsd.no]

Til: Lene Berge

13.mars 2016 10:45

Hei,

Jeg viser til endringsmelding mottatt den 30.11.2015. Endringene er marginale og strengt tatt en forbedring av prosjektopplegget med tanke på mulige personvernulemper. Ifølge meldingen vil endringene som gjøres i utvalget gjøre indirekte identifiserbarhet mindre sannsynlig. Det reviderte informasjonsskrivet er tilfredsstillende utformet.

--

Marie Strand Schildmann
Seniorrådgiver/Senior Adviser
Tel: +47 55 58 31 52
nsd.no | twitter.com/NSDdata

Vedlegg 3 Forespørsel/Informasjonsskriv

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet **«3d-teknologi sitt potensiale i møte med skolefaget** **kunst og håndverk og skapende arbeid i materialer»**

Bakgrunn og Formål

3d-teknologi utvikles stadig og er relevant profesjoner og disipliner som faget kunst og håndverk har relasjoner med. Nå fremheves særlig 3d-printing som et nytt verktøy som skolen og kunst og håndverk bør ta i bruk. Bruk av digitale verktøy versus manuelle verktøy får følger for den kroppslige erfaringen med materialer. I arbeid med 3d-printing i kunst og håndverksfaget oppstår det dilemmaer knyttet til prosess og produkt som gir både muligheter og begrensinger.

Dette er utgangspunkt for min masteroppgave ved Høyskolen Stord/Haugesund. I masteroppgaven brukes kvalitativ tilnærming med intervju og observasjon som metode. Intervju gjøres av et utvalg ressurspersoner med fagdidaktisk tilknytning som har erfaring med 3d-printing i skolefaget kunst og håndverk. Observasjoner gjøres i tilknytning til en elevgruppes første møte med faglig bruk av 3d-teknologi i videregående skole. Et fokusgruppeintervju vil gjøres i etterkant av observasjonene.

Hva innebærer deltakelse i studien?

Jeg vil gjennomføre et semistrukturert intervju hvor ulike synspunkt på bruk av 3d-printing i kunst og håndverksfaget blir vektlagt. Dilemmaer, muligheter, kunst og håndverksfagets innhold og fremtid er stikkord for samtalen. Estimert tidsbruk vil være ca. 45-90 minutter. Observasjonene blir gjort i en prosjektperiode ved den videregående skolen og fokusgruppeintervjuet i etterkant er en temabasert samtale. Estimert tidsbruk vil være ca. 30-45 minutter. Det blir gjort lydopptak og notater av intervju.

Hva skjer med informasjonen om deg?

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt og det er kun masterstudent og veileder som vil ha tilgang til datamaterialet. Personidentifiserende informasjon vil ikke innhentes og deltakerne vil anonymiseres i publikasjonen. Prosjektet skal etter planen avsluttes medio juni 2016.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn. Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om deg bli anonymisert. Dersom du ønsker å delta eller har spørsmål til studien, ta kontakt med masterstudent Lene Berge tlf. 99649216 eller veileder Karen Brønne, førsteamanuensis ved Høyskolen Stord/Haugesund og Høyskolen i Volda, tlf. 70075329. Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datateneste AS.

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

INTERVJUGUIDE

Kan du fortelle om når du ble kjent med 3d-printing?

Når var dette?

Hva var det som fanget din interesse?

Hvordan har du tatt det i bruk?

Hvilke 3d-modelleringsprogram har du brukt?

Hvilke erfaringer har du fra disse programmene?

Hvilke typer 3d-printer har du brukt?

Hvilke erfaringer har du fra disse printerne?

Hva mener du er det mest sentrale i kunst og håndverksfaget?

Hva mener du om manuelle ferdigheters plass i faget?

Hvilken plass mener du at 3d-printing skal ha i faget?

Kan du beskrive hvordan du opplever at 3d-printing fungerer i undervisningssammenheng?

Hvilke ferdigheter bør ligge til grunn før man tar i bruk 3d-printing i faget?

Hvilke faglige forutsetninger mener du ligger til grunn for bruk av 3d-printing i faget?

Ved 3d-modellering og 3d-printing forflyttes mye av den skapende prosessen fra det manuelle til det digitale. Hvordan opplever du denne forflytningen?

Kan du beskrive hva som endres ved denne forflytningen?

Det taktile og materialkvalitet er viktige element ved skapende arbeid. Hva tenker du om at mye av fokuset flyttes over fra praktisk arbeid med hendene til arbeid ved skjerm?

Kan du fortelle hva du tenker om kreativitet i prosesser med 3d-printing?

Kjenner du Ludvigsen sitt arbeid med fagfornyelse?

I tilfelle, har du meninger om dette?

På hvilken måte mener du kunst og håndverksfaget bør utvikles fremover?

Har du noe du vil tilføye eller utdype?