



# Digital fabrikation for unge i specialtilbud

Jacob Davidsen, Aalborg Universitet  
Henrik Søndergaard, Aalborg Kommune  
Anne Marie Kanstrup, Aalborg Universitet

## Abstract

Fælles for børn og unge med kognitive handicap er, at de typisk kommunikerer bedst ved brug af visuel kommunikation, simple sætninger, langsomt tempo, kendt struktur, gentagelser og individuelt målrettet kommunikation. Det kan derfor som udgangspunkt være vanskeligt for denne målgruppe at deltage i digital fabrikation, som er kendetegnet ved teambaserede aktiviteter, samfundsrelevante problemstillinger og en høj grad af ansvar for egen læring. I denne artikel præsenterer vi to eksempler på, hvordan digital fabrikation kan praktiseres på en specialskole for børn og unge med autismespektrum forstyrrelser. Vores analyser viser, at arbejdet med digital fabrikation inden for specialområdet især kræver læringsforløb, der tager udgangspunkt i den enkelte elev (dvs. individbaseret frem for teambaseret), interesser (dvs. særinteresser frem for samfundsmæssige problemstillinger) og lærerstøtte (dvs. styrede forløb frem for egen initieret aktivitet). En anden vigtig pointe fra studiet er, at digital fabrikation kan påvirke de unges sociale liv, hvilket er en positiv udvikling for målgruppen.

## Engelsk abstract

Young people with living with cognitive disabilities typically communicate best using visual communication, simple sentences, slow pace, familiar structure, repetitions and individually targeted communication. Therefore, it can be difficult for this group to participate in digital fabrication, which is characterized by team-based activities, challenges and problems in society and a high degree of responsibility for your own learning. In this paper, we present two examples showing how digital fabrication can be practiced at a special school for young people with autism spectrum disorders. Based in the two examples, we show that digital fabrication in this setting requires learning activities that are based on the individual student (ie individual rather than team-based activities), personal interests (ie special interests rather than societal problems) and teacher support (ie guided processes rather than self-driven activities). Another important point we want to highlight is that digital fabrication can change the young people's social lives positively, which is an affirmative development for the group. Abstract teksten er typografien "LOM-abstract text" med skrifttype Georgia i str. 9 med enkelt linieafstand samt lige margner. Abstractteksten må maks fylde 150-200 ord.



## Indledning

Fra daginstitutioner til videregående uddannelser arbejdes der med digitalisering af læring og læreprocesser. Digitaliseringen af uddannelsessystemet omfavner infrastruktur (tilgængelighed af Learning Management Systemer (LMS) og computere), kompetenceudvikling af undervisere og initiativer direkte rettet mod at give børn og unge digitale kompetencer, færdigheder, samt viden om teknologi. I denne artikel stiller vi skarpt på digital fabrikation indenfor specialområdet, da denne del af uddannelsessystemet også skal arbejde aktivt med digitalisering. Gennem to eksempler fra en specialskole viser vi, at digital fabrikation tilbyder spændende potentialer i forhold til at opbygge kompetencer, fællesskaber og interesser ved eleverne. Studiet viser dog, at digital fabrikation ikke kan praktiseres, som det ses i gængse beskrivelser af konceptet, på specialskolen. Arbejdet med digital fabrikation kræver især læringsforløb, der tager udgangspunkt i den enkelte elev (dvs. individbaseret frem for teambaseret), interesser (dvs. særinteresser frem for samfundsbehov) og lærerstøtte (dvs. lærerstyrede forløb frem for lyststyret). Selvom digital fabrikation oprindeligt blev set som en mulighed for at gøre elever interesserede i STEM-fagene (Blikstein, 2013), så viser eksemplerne fra specialskolen, at digital fabrikation også kan motivere eleverne i andre henseender – i eksemplerne motiverer digital fabrikation til social aktivitet (omend under lærerstyrede forhold). Målgruppen taget i betragtning, kan muligheden for at styrke sociale relationer gennem digital fabrikation faktisk være mere positivt end at skabe en interesse for STEM-fagene.

Siden årtusindeskiftet har forskellige teknologier været forsøgt implementeret i grundskolen fx Interaktive Whiteboards, ChromeBooks og iPads, men i den senere tid er fokus i højere grad skiftet fra specifikke teknologier til et fokus på, hvordan elever kan bruge teknologi til at løse problemer og hvordan arbejdet med teknologier kan bidrage til myndiggørelse og dannelse af eleverne (Katterfeldt, Dittert & Schelhowe, 2015). I en dansk kontekst er faget ”Teknologiforståelse” blevet udviklet for at lære eleverne om teknologi og hvordan teknologi påvirker mennesker og samfund<sup>i</sup>. Internationalt er digitalisering af læring og læreprocesser forankret i koncepter som MakerSpaces (Marsh et al., 2017), Fablabs (Andersen & Pitkänen, 2019) og digital fabrikation (Blikstein, 2013). Grundlæggende er ideen med disse læringskoncepter, at digital læring skal understøtte børn og unges samarbejde, kreative og designorienterede arbejde med komplekse samfundsmæssige problemstillinger. Denne måde at arbejde med digitalisering af læring og læreprocesser kalder således på nye måder at undervise og lære på og forskning inden for dette område påpeger, at de nye digitale læringskoncepter kræver nye formater for undervisning, læring og evaluering (Andersen & Pitkänen, 2019; Smith, Iversen & Hjorth, 2015; Jornet, Arnseth & Smørdal, 2019). Denne artikel bidrager til dette arbejde med et studie af, hvordan formater for digital fabrikation (altså brugen af forskellige teknologier, som kan understøtte eksplorative, kreative og reflektiv problemløsningsforløb (Andersen & Pitkänen, 2019)) kan udvikles inden for specialområdet med fokus på skoletilbud for børn og unge med kognitive handicap. Specialområdet er kun i mindre grad inkluderet i de progressive digitale initiativer, og forskningen på området er sparsom i både dansk og international sammenhæng (Gomez, 2019; Knight, McKissick & Saunders, 2013; Ringland, 2019; Rizzo, Schutt & Linegar, 2012). Dette til trods for at også specialområdet (ifølge folkeskoleloven) har til opgave at udvikle digitale forløb og praksisser i undervisningen.

I artiklen præsenterer og diskuterer vi to eksempler på digital fabrikation afprøvet på en specialskole for børn og unge med autismespektrumforstyrrelse. Målet er at eksemplerne kan fungere som inspiration for lærere og andre professionelle indenfor specialområdet samt bidrage med viden fra specialområdet til forskning i digitale læreprocesser. Det er ikke artiklens ambition og ej heller nogen relevant eller konstruktiv vinkling at lave generaliseringer om mennesker, der lever med autismespektrum forstyrrelser. Udover de diagnostiske<sup>ii</sup> forskelle som eleverne i casene også repræsenterer, og som for eksempel defineres gennem graden af neurobiologisk forstyrrelse og de enkelte individers kompetencer og potentialer, vil studier også altid afspejle specialpædagogiske traditioner og tilgange, som kan variere landene imellem og sågar også institutioner og skoler imellem nationalt. Kendetegnet for de to eksempler vi præsenterer er dog, at eleverne er udfordrede på især tre felter: kommunikation,



forestillingsevne og evne til at indgå i sociale sammenhænge. Dette kaldes Wings Triade (Wing & Gould, 1979), som ofte anvendes som en bred definition på det autistiske menneskes potentielle udfordringer. Graden af disse vanskeligheder vil variere fra person til person og oplevelsen af forstyrrelsens påvirkning af menneskets tilværelse og potentialer sker i et komplekst samspil, der bl.a. påvirkes af kontekst, menneskets kognitive funktionsniveau og affektive tilstand, herunder ikke mindst motivation og vel- eller modvilje mod konkrete aktiviteter. De to eksempler i denne artikel viser forskellige nuancer af digital fabrikation for børn med kognitive handicap, og er produceret med udgangspunkt i observation af aktiviteterne og samtaler mellem lærer og elever i et større forsknings- og udviklings-projekt.

Målet med artiklen er således at undersøge digital fabrikation i et specialtilbud gennem to cases, som viser hvordan elever i denne målgruppe kan støttes i arbejdet med digital fabrikation. Dermed belyses lærerens rolle ligeledes. Ifølge Smith, Iversen og Hjorth (2015) vil ikke alle elevgrupper kunne lære under betingelserne i digital fabrikation, og derfor er det relevant at se nærmere på en målgruppe af elever, som kræver tilpassede læringsforløb på grund af udfordringer med kommunikation, forestillingsevne og evnen til at indgå i sociale sammenhænge. Elever med en autismespektrumforstyrrelse vil ofte reagere forskelligt i undervisningssituationer, men når diagnose anviser struktur som en grundlæggende del af pædagogikken, vil det være relevant at undersøge hvordan praktikere inden for dette område kan arbejde med eksplorative, kreative og reflektive problemløsningsforløb (Andersen & Pitkänen, 2019). Forskning viser, at det kræver alternative tilgange at motivere elever med autisme (Gomez, 2019; Knight, McKissick & Saunders, 2013; Ringland, 2019; Rizzo, Schutt & Linegar, 2012), når de faste rammer og de strukturerede opgavebøger eksempelvis skiftes ud med digitalt understøttede aktiviteter. Det kan synes banalt, men det vil ikke være usædvanligt, at udsigten til gruppearbejde eller at en aktivitet, der involverer et produktkrav eller - endnu værre - et præsentationskrav som det ofte ses i eksempler fra digital fabrikation, kan opleves uoverskueligt og resultere i undvigende adfærd hos den autistiske elev. Samarbejde i en gruppe, krav om produkt og præsentation er socialt funderede aktiviteter, som udfordrer denne elevgruppe. Artiklen undersøger gennem de to eksempler, hvordan digital fabrikation kan komme til udtryk i et specialtilbud med det formål at eksemplificere pædagogiske tiltag, der kan støtte lærere og pædagoger i arbejdet med målgruppen. I det følgende præsenteres teori og praksis for digital fabrikation med udgangspunkt i relateret forskning. Dernæst præsenteres og analyseres to eksempler med digital fabrikation fra en specialskole med det formål at synliggøre spændinger i forhold til den eksisterende praksis og teori. Artiklen afsluttes med en diskussion af muligheder og begrænsninger for digital fabrikation inden for specialområdet.

## Digital fabrikation

Digital fabrikation er et nyere uddannelseskoncept, der sammen med Fablabs, DIY, hackatons, Coding Pirates og andre teknologifokuserede aktiviteter har set dagens lys inden for uddannelsesområdet i Danmark og flere vestlige lande. Fælles for digital fabrikation og de beslægtede initiativer er et ønske om at give børn og unge mulighed for at udtrykke sig med digitale teknologier, og at de gennem deres erfaring med digital fabrikation bliver rustet til at løse nogle af samfundets nuværende og fremtidige udfordringer, som kræver forståelse for teknologi samt kompetencer til at samarbejde om komplekse problemstillinger. Derfor handler digital fabrikation ikke kun om at bruge ny teknologi, men om at eleverne gennem løsning af problemer med digital fabrikation bliver myndiggjorte og dannede (Katterfeldt, Dittert & Schelhowe, 2015). Udover at investere i forskellige teknologier som 3D-printere, lasercuttere, MakeyMakey, RaspberryPi, samt gængse analoge og digitale teknologier (Marsh et al., 2017) til makerspaces på skoler og i fritidstilbud, så handler digital fabrikation også om tilbyde nye måder at lære på eller måske mere korrekt at genoplive nogle af ideerne om uddannelse, undervisning og læring som kan spores tilbage til eksempelvis Dewey (2007) og Papert (1980) med fokus på elevernes deltagelse i læreprocesser, som ofte er forankret og styret af en konkret problemstilling. Borgers og Chiappini (2019) fremhæver vigtigheden af at making ikke blot skal betragtes som resultat, men at det vigtigt at forstå digital fabrikation som proces og praksis og dermed også fokusere på didaktiske



overvejelser. Centralt for digital fabrikation er dog investeringen i teknologi - børn og unge skal have adgang til teknologier i deres uddannelse, som kan understøtte deres eksplorative, kreative og reflektive problemløsningsforløb (Andersen & Pitkänen, 2019). Blikstein (2013) argumenterer for, at indretningen af *fablabs* på skoler skal ligestilles med nødvendigheden af et musiklokale til musikundervisningen og en svømmehal til svømmeundervisningen. Her er altså tale om en nyudvikling, hvor teknologien tidligere blev implementeret direkte i klasseværelset og før den era stod computerne i et dedikeret EDB-lokale. Ideerne om digital fabrikation bygger på andre antagelser om undervisning og læring med teknologi end de tidligere uddannelsesbølger. Eksempelvis blev det interaktive whiteboard ofte en forlængelse af traditionelle lærerstyrede forløb, og i mindre grad et værktøj for eleverne (Gillen et al., 2007). I det følgende præsenteres antagelser og nøglebegreber om digital fabrikation, samt eksempler på digital fabrikation fra en dansk og international uddannelseskontekst.

Digital fabrikation tilbyder "nye måder" at lære på og er blandt andet inspireret af uddannelses- og læringsteori om mesterlære, leg, samarbejde, design og teknologiforståelse. Ifølge Blikstein (2013) er de nuværende ideer om digital fabrikation inspireret af teoretiske perspektiver som experimentel læring, konstruktionisme og kritisk pædagogik. De teoretiske perspektiver informerer således integrationen af teknologi i skolen - så det ikke udelukkende er drevet af investering i teknologien. Det er således vigtigt at understrege at digital fabrikation ikke kun handler om at stille teknologiske ressourcer til rådighed, men i allerhøjeste grad handler om at vise nye perspektiver for uddannelse og læring gennem (nye) pædagogiske og didaktiske perspektiver. Eksempelvis præsenterer Katterfeldt et al. (2015) et studie hvor de kobler digital fabrikation til det tyske dannelsesbegreb *Bildung* for at understrege, at digital fabrikation har til hensigt at danne og myndiggøre eleverne. Forfatterne påpeger endvidere et behov for mere forskning i pædagogiske og didaktiske aspekter af digital fabrikation. Hjorth (2019) påpeger i den forbindelse at lærerens rolle i digitale fabriktionsprocesser kræver gentænkning i forhold til andre uddannelsesarrangementer, og at relationerne mellem lærer og elev møder nye vilkår under digital fabrikation. Før digital fabrikation diskuterede Holm Sørensen, Audon og Levinsen (2010) ligeledes elevernes rolle i forbindelse med Web 2.0, og allerede den gang blev der arbejdet med at positionere eleverne som producenter (skabere) og ikke som forbrugere af teknologi (Holm Sørensen, Audon, & Levinsen, 2010).

Papert (1980) fremhæves ofte som et tidligt bud på, hvorfor digital fabrikation giver andre muligheder for læring end konventionel formel skoling. En af Paperts grundtanker om brugen af teknologi var at eleverne fik mulighed for bevæge sig fra mentale modeller eller ideer om et emne til at udvikle og præsentere deres ideer i konkrete designs eller artefakter. Således omsættes abstrakte koncepter og begreber i konkrete aktiviteter, hvor eleverne får mulighed for at få begreberne 'i mellem hænderne'.

"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" – a sand castle or a cake, a Lego house or a corporation, a computer program, a poem, or a theory of the universe. Part of what I mean by 'in the world' is that the product can be shown, discussed, examined, probed, and admired [...] It attaches special importance to the role of constructions in the world as a support for those in the head, thereby becoming less of a purely mentalist doctrine." (Papert, 1980, s. 142)

I de senere år er digital fabrikation blevet sat i forbindelse med udviklingen af 21st century skills (Ananiadou & Claro, 2009; Voogt & Roblin, 2012), men eksempelvis påpeger Jornet, Arnseth og Smørdal (2019) at oversættelsesarbejdet fra de store ideer om empowerment, samskabelse og digital udtrykskraft til en skolepraksis har været udfordret. For eksempel stammer ideerne om makerspaces og digital fabrikation fra en anden praksis og et andet teoretisk univers end skolerne og lærerne nødvendigvis befinder sig i. Det kommer til udtryk i de mere uformelle antagelser om læring inden for digital fabrikation i modsætningen til skolens mere formelle rammer, mål og krav. Hermed kan man også diskutere om udprøvningen af færdigheder og kompetencer skal ændres i takt med at digital fabrikation vinder indpas i skolesystemet.



I en dansk kontekst har Smith, Iversen og Hjorth (2015) forsket i betingelserne for digital fabrikation og påpeger et behov for et hybridt læringsrum - "a hybrid learning environment that combines digital fabrication, design thinking and collaborative ideation and innovation to solve (complex) societal challenges." (Smith et al., 2015, p. 20). Endvidere forklarer Smith et al. (2015), at børn og unge arbejder med "wicked problems" i digital fabrikation, og at de afprøver forskellige løsninger med udgangspunkt i deres erfaring og viden om teknologien. Ifølge Smith et al. (2015) handler digital fabrikation altså også om at arbejde med problemer i en designorienteret tradition, hvor læreren indtager en rolle som vejleder eller coach. I den forbindelse har Hjorth (2019) gennem sit arbejde med digital fabrikation og makerlabs vist at lærerens rolle skifter i forhold til traditionelle uddannelsesforløb, og at det er vigtigt at fokusere mere på de nye relationer mellem lærer og elever i digital fabrikation. Hjorth (2019) påpeger endvidere at eleverne på tværs af eksperimenter med digital fabrikation udviser tegn på en "designerly stance", men gennem et "heavy scaffolding" af forskerne. Det viser at digital fabrikation skal orkestreres og didaktiseres af undervisere før at eleverne opøver de forventede kompetencer og færdigheder i fagene, hvilket er sammenligneligt med erfaringerne fra TechKreativ (Katterfeldt et al. 2015). Smith et al. (2015) forklarer at børn og unge fra deres observationsstudier havde svært ved at forstå de kreative og refleksevene processer forbundet med digital fabrikation. Derfor argumenterer Smith et al. (2015) for at "design thinking" kan fungere som afsæt for at designe for digital fabrikation i pædagogiske sammenhænge. Smith et al. (2015) argumenterer for at design thinking giver unge et sprog til at forstå deres designprocesser og produkter med. Smith et al. (2015) fremhæver dog et problem ved digital fabrikation, som bliver indkapslet i begrebet "keychain syndromet". Dette syndrom er udtryk for at digital fabrikation ofte ikke leder til udvikling af refleksevene processer, og i højere grad kan ligestilles med en re-producerende tankepasser-pædagogik. Det skyldes at eleverne relativt nemt kan producere relativt æstetisk flotte produkter (typisk et 3D print af en nøglering – heraf betegnelsen 'keychain syndrom'), uden nødvendigvis at forstå de bagvedliggende processer eller programmeringen bag. Overordnet fremhæver Smith et al. 5 centrale resultater om elevers tilgange til digital fabrikation i deres studie med 69 elever over en 6 ugers periode (vores oversættelse):

- \* elever har svært ved at konceptualisere en digital fabrikationsproces
- \* elever er udfordrede i forhold til at navigere i de ofte kaotiske processer i digital fabrikation
- \* elever mangler erfaringer med collaborative udformning og forhandling
- \* elever har begrænset kontakt med forskellige materialer i digital fabrikation
- \* elever mangler en forståelse af argumentationen for digital fabrikation

Et andet kendetegn ved digital fabrikation er ambitionen om at børn og unge involveret i disse forløb bliver opmærksomme på, hvordan de kan bidrage til løse nogle af samfundets problemer (Smith et al., 2015). Så udover at tilbyde en alternativ tilgang til at lære matematik, sprog og kultur, så er målet med digital fabrikation at børn og unge bliver i stand til at adressere og løse nogle af samfundets udfordringer gennem digital fabrikation. Herudover er digital fabrikation blevet anset som en god indgangsvinkel i forhold til at gøre elever interesserede i STEM-fagene (Blikstein, 2013).

Udover at være en tænkning om læring og uddannelse, som sætter eleven i centrum for egne eksperimenter med teknologi, er digital fabrikation forankret i antagelser om at børn og unge skal arbejde med virkelige samfundsrelevante problemer, at de skal arbejde i teambaserede formater og at de selvstændige strukturer deres læringsproces. Digital fabrikation er således et koncept der bidrager, men også udfordrer hvordan unge kan lære om og med teknologi og derfor en teori og praksis som har fokus på udvikling af nye formater for læring ((Andersen & Pitkänen, 2019; Smith, Iversen & Hjorth, 2015; Jornet, Arnseth & Smørdal, 2019). De fleste initiativer for digital fabrikation er rettet mod undervisning af børn og unge uden handicap. Det betyder, at der er stor mangel på viden, erfaringer og resultater om, hvordan man kan forstå og praktisere digital fabrikation inden for specialområdet. I det følgende præsenterer vi to eksempler som viser erfaringer med digital fabrikation blandt unge med autismespektrumforstyrrelser.



# Digital fabrikation på en specialskole for børn og unge med autisme

I det følgende fokuseres på digital fabrikation i konteksten af en specialskole for børn og unge med autisme. Først præsenteres specialskolen, herunder det digitale udstyr skolen har, skolens læringsteoretiske udgangspunkt, samt en introduktion til elevgruppen. Herefter præsenteres to eksempler, som viser potentialer og udfordringer ved digital fabrikation indenfor specialområdet. Disse potentialer og udfordringer diskuteres efterfølgende som spændinger indenfor feltet digital fabrikation. De to eksempler er baseret på empirisk forskning i et samskabende forskningsprojekt omkring digitale fællesskaber for børn og unge med kognitive handicap. Eksemplerne er baseret på første og anden forfatters feltarbejde på specialskolen samt lærerens (anden forfatter) didaktiske refleksion over indhold og forløb med de to elever. Aktiviteter og data beskrevet i denne artikel er en del af et større forskningsprojekt, som undersøger, hvordan digitale teknologier kan understøtte udviklingen af fællesskaber for børn og unge med kognitive handicap. De to eksempler er baseret på deltagende observation (Kristiansen & Kroghstrup, 2005) af primært anden forfatter, samt forskerteamets gentagende besøg på institutionen i forbindelse med studier af de unges brug af teknologi kortlagt (Andreasen & Kanstrup, 2019) samt digitale interventioner med de unge (Karadechev, Kanstrup & Davidsen, 2021). De to eksempler er et udtryk for anden forfatters didaktiske refleksioner over design og gennemførelse af digital fabrikation med to elever. Projektet er overordnet forankret i Particinatorisk Design tradition (Simonsen og Robertsen 2013) og dermed et tæt samarbejde mellem forskere, unge, lærere og pædagoger på de deltagende institutioner.

## Præsentation af specialskolen

For at kunne visiteres til den specialskole som vi præsenterer eksempler fra, skal elever vurderes til ikke at profitere af kommunens almene tilbud eller specialklassetilbud. Dette er generelt for specialskoler i Danmark og i forhold til den pågældende specialskole betyder det i praksis, at størstedelen af elevgruppen på skolen har en gennemgribende forstyrrelse mht. kommunikation, forestillingsevne og evne til at indgå i sociale sammenhænge (Wing & Gould, 1979). Eleverne har forskellig kognitiv udvikling og flere af eleverne har ko-morbide diagnoser som betyder, at eleverne ud over autisme har diagnoser som angst, ADHD eller ADD og i de seneste år er der sket en stigning af visitation af elever, som også har såkaldt skolevægning hvilket er elever der oftest er i alderen 12-15 år når de visiteres, og som har en skolehistorik, der fortæller om social isolation, skoleskift, mobning og nederlag.

## Digitalt udstyr på skolen

Specialskolen har i flere år benyttet digitale teknologier i undervisning og som pauseaktivitet. Eleverne har enten en udleveret iPad eller Chromebook, og skolen benytter læringsplatformen MinUddannelse samt Google Drev. Den konkrete brug af teknologi i undervisningen er afhængig af de enkelte lærere og pædagoger, deres præferencer og kompetencer. Det betyder, at nogle elever bliver præsenteret for trænings-apps på deres iPads, mens andre arbejder med forlagsudviklede online-materialer, der distribueres gennem læringsplatformen. Det har generelt været sporadisk med læringsaktiviteter, hvor de digitale redskabers potentiale som skabende medier er blevet udnyttet. Digitale medier har primært haft funktion af træningsredskab, som underholdningskanal med Youtube og spil eller til at tage fotos og video til kommunikation med forældrene.

Op til skoleåret 2018-19 blev det besluttet, at skolen ville tilbyde eleverne i den ældste gruppe (7.-10. årgang) en faglig forankret eftermiddagsaktivitet, der fik navnet "Makerspace". I skolens overbygningsafdeling gik på daværende tidspunkt en gruppe på 5 elever - alle drenge - som var meget ivrige brugere af digitale teknologier. Drengene benyttede Youtube som informationskilde og spil på



iPad'en til underholdning i løbet af skole- og SFO-tiden. To elever deltog i konkurrenceorienterede spilaktiviteter i henholdsvis "Rocket League" og "Counter-strike". Endvidere programmerede en elev hjemmesider, og eksperimenterede med RaspberryPi, som kort fortalt er en programmerbar mini-computer. En elev lavede videoer til Youtube om sin helt specifikke særinteresse - stemmer i tegnefilm.

Over en årrække er PC-plattformen blevet udfaset på skolen, da især chromebooken har kunnet afløse denne, med mange sparede ressourcer og licenspenge som resultat. Undervisernes<sup>iii</sup> erfaring er dog, at skolens Chromebooks og samlingen af gamle laptops ikke kunne leve op til de høje forventninger til indhold i makerspacet, som både undervisere og elever delte i planlægningsfasen. Gruppen bag initiativet om makerspacet ansøgte derfor skolens ledelse om indkøb af 5 stationære PC'er, der også skulle fungere som gaming-pc'er i skolens fritidstilbud. PC'erne blev placeret centralt i lokalerne for skolens ældste elever. Dels af hensyn til personalets mulighed for at kunne være med på sidelinjen, og imødegå problematisk adfærd og konflikter i forbindelse med elevernes brug af computere især i pauser og SFO-tid. Samtidig har det været en klar hensigt, at brugen af computere skulle fungere som en social katalysator, så fx elever der tidligere har gemt sig i klasselokaler og bag afskærmningsvægge fik et incitament til at komme ud og opsøge eller i hvert fald observere det fællesskab, der opstod omkring computere og forskellige aktiviteter i den forbindelse. Skolen ansøgte også Skoleforvaltningen om tilskud til en særligt udviklet 3D-printer, som blev indkøbt sammen med en såkaldt folieskærer, der bl.a. kan producere digitalt designede klistermærker, t-shirt tryk eller papirklip.

## Skolens læringsteoretisk fundament

Mennesker med en autismediagnose eller en anden kognitiv udfordring har krav på og ret til samme deltagelse i alle aspekter af et demokratisk samfundsliv, herunder også uddannelse og udsigten til at deltage og bidrage på arbejdsmarkedet (Folkeskoleloven, 2019; Retsinformation, 2019). Men lige så vigtigt er det at deltage i et ungdomsliv med sociale fællesskaber. Det kan synes langt væk og måske endda umuligt hvis man, som mange af skolens elever, ikke deltager i (fysiske) fritidsaktiviteter, ikke har særligt mange venner, eller ikke formår at få og fastholde et fritidsjob, en foreningsaktivitet osv. Derfor er makerspace aktiviteter ikke blot anskuet som et fagligt element fokuseret på at give eleverne de formelle kompetencer som fremhæves i folkeskoleloven, men også som en aktivitet der kan støtte op om elevernes sociale fællesskaber, da disse i høj grad foregik i og omkring digitale teknologier (Andreasen & Kanstrup 2019). Muligheder for udvikling er for børn og unge med autisme (som for alle mennesker) afhængigt af og influeret af dynamikker i interaktionerne de har med både individer og sociale grupper (Ochs & Solomon, 2020)

Argumentationen bag og den didaktiske tilgang til etablering af skolens "Makerspace" er inspireret af Bliksteins (2013) tanker om teknologien som løftestang for individets aktive læring, medborgerskab og empowerment. I en dansk kontekst møder vi netop en optagethed af det kritisk-frigørende i tænkningen og dét, at bruge teknologien til at understøtte menneskets (borgerens) mulighed for deltagelse i samfundet. For eksempel arbejder Iversen et al. med begrebet digital myndiggørelse<sup>iv</sup> (Iversen, Dindler & Smith, 2019). Udover at trække på teori om digital fabrikation, så har underviserne på skolen fundet særlig inspiration i Deci og Ryans (2000) teori om motivation i form af Self Determination Theory (SDT). Det har været inspirerende for undervisernes arbejde med at etablere og udvikle digital fabrikation på specialskolen, både i definitionen af hvad elevernes udbytte skal være, men også i forhold til at korrigere relationen mellem elev, underviser og teknologi/materiale/opgave, når noget ikke har fungeret. Deci og Ryan (2000) opererer med motivation som psykiske tilstande i et kontinuum: a-motivation, over eksternt (extrinsic) styret motivation, til oplevelsen af indre (intrinsic) styret motivation (ibid.) Undervisere oplever elever eller studerende på alle positioner i kontinuummet, uanset hvad vi tilstræber og målsætter omkring læringsrum og didaktik osv. Hvad der motiverer det enkelte menneske er netop individuelt, og afhænger iflg. SDT bl.a. af individets oplevelse af tre grundlæggende behov.



- \* Behovet for at føle sig kompetent, så man motiveres til yderligere handling
- \* Behovet for at høre til (i verden, computerspils-Guild'en, gruppen, klassen osv.)
- \* Behovet for at mestre sit eget liv eller have indflydelse (ex. på undervisning, mål, valg osv.)

Understøttes disse behov, vil der være større sandsynlighed for, at mennesket udvikler indre styret motivation, og derigennem bliver i stand til selvreguleret at kunne tage hånd om for eksempel læringssituationen i et makerspace eller det at lære at tage en bus på egen hånd.

## Eleverne

Det skal igen understreges, at der med denne særlige målgruppe er flere forbehold og faktorer, der kræver indsigt i den enkelte elev. Eksemplificeret kan det illustreres således:

- \* A er en højtfuncerende elev med autisme, men meget lyststyret. Hun oplever at lykkes i skolefag, og kan sige til og fra i forhold til undervisning, emner, etc. Præsenteret for træningsopgaver i matematik kan hun forholde sig til rationalet om indholdets nyttighed på trods af opgavernes (for hende kedelige) karakter. Hun ved, hun skal bruge teknikkerne senere for at blive endnu dygtigere, men glæder sig til at få frikvarter alligevel.
- \* B har diagnoserne autismespektrumforstyrrelse og mild retardering. B har vanskeligt ved at fastholde og forstå verbal kommunikation, når indholdet bliver komplekst eller abstrakt. Præsenteret for træningsopgaver i matematik kan B ikke forholde sig til nytteværdi eller fremtidsperspektiv i opgaveløsningen. B forholder sig til, at opgaverne skal være løst, før man kan få lov til andet (ex. frikvarter med computerspil).

Udfordringen for skolens lærere og pædagoger har været at undersøge om og hvordan skolens Makerspace kan favne de store sociale og kompetencemæssige forskelle som elevgruppen repræsenterer, og om det særlige rum som teknologien kan bidrage med, er tilstrækkelig motivation, som dels understøtter elevernes deltagelse i et socialt fællesskab, dels understøtter udviklingen af formelle som uformelle kompetencer.

Fra den overordnede præsentation af skolen vil artiklen nu præsentere to cases, som danner grundlag for en efterfølgende diskussion.

## Case 1: 3D printning og særinteresser

Med fokus på at fremme elevens oplevelse af at føle sig kompetent, høre til og mestre indflydelse (Deci & Ryan, 2000) blev der iværksat et læringsforløb omkring 3D-design og printning. Udgangspunktet var at styrke elevernes digitale kompetencer og give dem redskaber, de inden opstarten ikke vidste, de kunne få eller beherske. Et andet mål var, at eleverne skulle opleve at *turde* dele med hinanden; både i form af videndeling og deling af designs. Gruppen på 5 elever var blevet trykke ved hinanden, men havde på forhånd vidt forskellig motivation til designforløbet, hvilket især udsprang af meget forskelligartede personlige interesser. I forløbet arbejdede eleverne med 3Ddesign-værktøjet *Tinkercad* og skolens 3D-printer. Elevernes fælles reference til 3D-design var grafikken i computerspil. To af eleverne var kort tid forinden begyndt at designe baner i onlinespillet *Roblox* sammen. Roblox er et populært online univers, der lader spillerne lave egne baner og verdener, som kan deles med andre. For disse elever blev forløbet en udbygning af de digitale kompetencer, de var ved at oparbejde gennem spildesign i Roblox. De var ikke særligt interesserede i produktionen af fysiske artefakter på printeren, men fandt en umiddelbar motivation i diskussionerne om designteknikker, og hvordan man kunne overføre 3D-designs fra Tinkercad til deres kreationer i Roblox. Samtidig erfarede de også, at flere af de voksne kunne samtale om 3D-design ud fra såvel tekniske som æstetiske perspektiver, hvilket bl.a. bevirkede at eleverne turde





invitere de voksne med ind i deres fællesskab omkring Roblox (og sidenhen andre værktøjer), og bede om meninger og vejledning.

To andre elever oplevede forløbet helt anderledes formålsløst. Det lykkedes ikke for underviserne at rammesætte 3D-forløbet på en måde så disse elever oplevede brugbarhed og potentialer. Der er givetvis flere forklaringer på dette, men fælles for disse elevers a-motivation var, at 3D-design virkede ligegyldigt i forhold til deres altoverskyggende særinteresser, hhv. spillet *Rocket League* og Youtube-videoer om tegnefilmsstemmer. Dette peger ind i tidligere omtalte problemfelt, når vi taler om motivation ift. mennesker med en autismediagnose - og givetvis også nogle mennesker uden. Er man en elev med svag forestillingsevne, jvf. Wing (1979), vil det ikke altid være tilstrækkeligt motiverende med lærerens formaninger, lovprisninger eller løfter om fremtidig brugbarhed. Hvis noget ikke umiddelbart optræder nyttigt eller alternativt underholdende ift. elevens aktuelle situation, interesser, humør osv., kan reaktionen være modstand eller opgivenhed rettet mod aktiviteten. I den konkrete elevgruppe med potentielt kraftig affektiv respons som yderste konsekvens. Ift. Deci og Ryan (2000) kunne man tolke a-motivationen som udtryk for, at udsigten til at bruge tid og sparsom opmærksomhed på et 3D-designforløb ikke bidrog væsentligt nok ift. deltagelse i deres primære sociale arenaer - hhv. blandt *Rocket League*-spillere og Youtube-følgere. De havde ikke på forhånd ønsker om eller erfaringer ift. at udvikle kompetencer indenfor 3D-grafik og print og kunne ikke se, hvordan det skulle kunne bidrage til yderligere handlekraft inden for deres respektive interessefelter. Begge elever gennemførte forløbet, men uden synlig transfer til senere arbejde eller nye interesser.

Et særligt positivt eksempel fra dette forløb var en elev med stor interesse for historie; specifikt tyske fodsoldater under 2. Verdenskrig. Eleven, som vi kalder Ludvig i denne artikel, var ikke på holdet de første måneder, men fik lov at deltage, da 3D-forløbet startede. Der var tydeligvis noget, der pirrede hans nysgerrighed, og det tog nogle uger, før underviserne helt forstod den følelse af åbenbaring eleven følte.

Ludvig var helt generelt ikke motiveret for formel undervisning. I efteråret 2018 gik han i 10. klasse, og var dermed i gang med sit sidste år på skolen. Fagligt indhold mødte Ludvig med stærk og vedvarende modstand, uanset didaktisk indpakning - medmindre det var i forbindelse med historie, håndarbejde eller madlavning.

Ludvig var accepteret blandt de andre elever, og var en del af gruppen, der spillede Roblox sammen, men bidrog på dette tidspunkt ikke til design i spillet. Da Ludvig havde været igennem de grundlæggende øvelser med krav om design og fremstilling af navneskilt, nøglering og computerspils-merchandise, begyndte han at opsøge underviserne i pauserne, og forhøre sig om muligheden for ekstra undervisning og med konkrete spørgsmål om hvorvidt dette og hint ville være muligt i Tinkercad eller på 3D-printeren. Ludvig fik al den hjælp, han kunne ønske sig - underviserne var begejstrede. Ludvig var i samarbejde med skolens håndarbejds lærer i gang med at sy en uniform, som efter sigende blev brugt af tysk Røde Kors under 2. Verdenskrig. Den skulle bæres til såkaldt *re-enactment*, hvor deltagerne gengiver historiske krigshandlinger i autentiske uniformer. Med introduktionen til 3D-design og dermed muligheden for at printe egne designs ud på 3D-printeren og vinylskæreren, havde Ludvig fået muligheder, som han ikke nogensinde havde forestillet sig. Ud fra billedkilder fundet på hjemmesider om emnet kunne Ludvig optegne, modellere og udprinte replika af medaljer, rangmærker og stort set alt, hvad der hørte en Røde Kors-uniform til af vedhæng. Svendestykket var en form til at støbe chokolade fra feltrationer, med autentisk *Sho-ka-kola-tryk* på låget. I forløbet blev det eksplicit hvilke (skole)faglige kompetencer Ludvig bragte i spil. Han arbejdede med geometriske opmålinger, størrelsesforhold og iterative justeringer af disse. Han fik til opgave gennem skærmoptagelse, Powerpoint og fremlæggelse at formidle sit projekt for hele storgruppen samt sin egen mor, hvilket var udfordrende og krævede både vejledning og beroligelse fra de voksne. For Ludvig var det første gang han benyttede alle disse digitale værktøjer, og første gang han gennemlevede de udfordrende faglige og sociale processer, som forløbet og præsentationskravet krævede og affødte. Underviserne var både



overraskede og stolte over Ludvigs arbejde og den progression de kunne observere ift. at tænke og handle kreativt skabende gennem samtænkning af domæner (digital/analog - teknologisk/historisk), samt oplevelsen af en elev, der tidligere foretrak at arbejde alene, men nu tilbød andre elever hjælp med Tinkercad, og som andre elever henvendte sig til, hvis de var gået i stå med et design.

## Case 2: Teknologi som fælles tredje ved skolevægning

Da digital fabrikation ofte præsenteres som gruppeforløb, hvor elever lykkes i at samarbejde kreativt om komplekse problemstillinger er en central og meget anderledes erfaring fra specialskolen, anvendelsen af digital fabrikation til at skabe et trygt, individuelt rum der kan bidrage til at bygge elever op efter lang tids skolevægning. Et eksempel herpå er elev, som vi i denne artikel kalder Frede, som efter år med flere skoleskift og perioder med angst nu går i et særligt tilrettelagt forløb på skolen. Et princip på skolen for modtagelse af elever der er nedbrudte og meget sårbare omtales i daglig tale som 'hotdogs og forsæde'. Eleven skal mødes med alt godt, få gode oplevelser og derigennem langsomt opbygge tillid til skolen og mindst én betydningsfuld voksen.

Frede har stor interesse for gaming og teknologi, og meget lidt motivation for formelle skolefag. Især matematik mødes med modstand, sandsynligvis fordi faget forbindes med tidligere oplevelser af nederlag og inkompetence. Frede er beskrevet som intelligent og sproglig stærk, men han opleves som rigid og udfordret på sin forestillingsevne samt det at fastholde opmærksomhed, især når noget kræver indsats eller fordybelse.

I løbet af en skoleuge møder Frede tre lærere, som hver har en række nøje udvalgte aktiviteter med ham, bl.a. dansk, samtaler og motion. I en periode har Frede haft halvdelen af sine skoletimer med én lærer, der er udvalgt pga. sine kompetencer omkring gaming og IT generelt. Læreren opgave har været at skabe et trygt rum for Frede, hvor eleven får gode oplevelser med at være fysisk til stede i en skolebygning sammen med én anden person, med det formål at dæmpe og måske over (lang) tid fjerne de negative emotioner, som Frede forbinder skolegang med. Vender vi kort tilbage til de almindelige overvejelser omkring digital produktion, og trækker tråde til Deci og Ryan, så stod læreren med en række udfordringer ved forløbets begyndelse:

- \* Frede følte inkompetence ift. skolegang i så udpræget grad, at det var svært at komme i skole.
- \* Skolegang var forbundet med tab af kontrol. En mestringsstrategi var at blive hjemme, og betragte skolen som formålsløs.
- \* Den sociale relation til jævnaldrende var fraværende og ikke ønsket af Frede selv. Frede kunne håndtere at forholde sig til én kendt voksen, der kan guide gennem struktur og tydelighed.
- \* Frede kunne håndtere opgavetyper, der ikke skabte frustrationer. Fx. træningsopgaver, der var klart definerede med ét rigtigt svar og en klar, velkendt løsningsmetode/model.
- \* I skolemæssig sammenhæng var det ikke muligt for Frede at blive i en problemløsende og udforskende modus i mere end få minutter, før opmærksomheden svigtede og frustrationer og undvigelsesadfærd tog over.

- \* For Frede og elever med lignende udfordringer kan det virke meningsløst at betragte og forholde sig til helheder og store koncepter som fx. alle eleverne i en klasse, temaer i en matematikbog, klimakrise eller trafikproblemer. I stedet opleves Frede og andre ligestillede som optagede af detaljer og enkeltdele, og det kan være svært at sætte disse i relation til helheden deromkring. Man taler her om, at mennesker med autisme kan have svag central koherens (Happé, 2013).



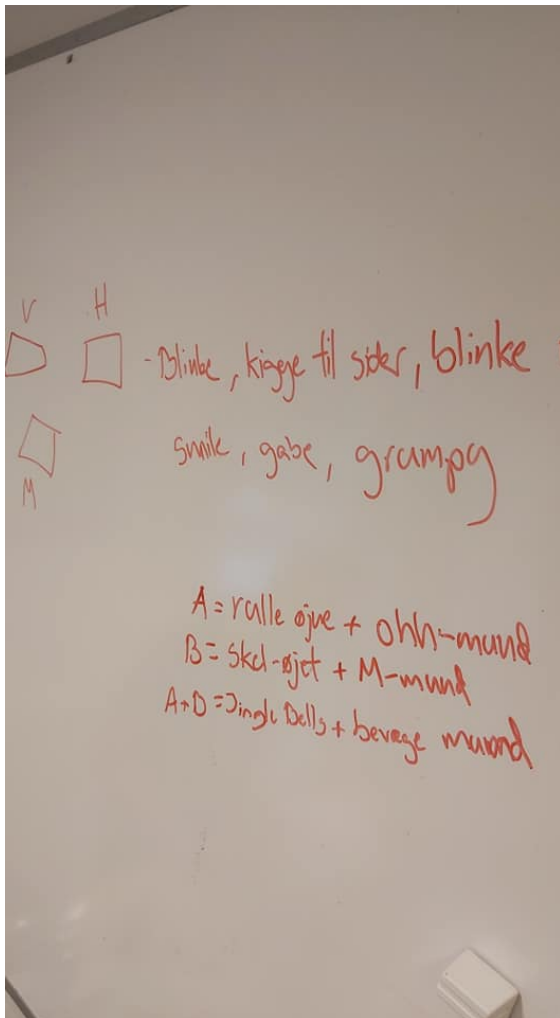
Figur 1 – Mars Rover

I samarbejde med Frede lagde læreren en plan for aktiviteterne. Teknologi var det vigtige fælles tredje, rammen var et lokale uden andre elever og i starten arbejdede Frede og lærer to gange 30 minutter om ugen. Begrebet “det fælles tredje” er hentet fra socialpædagogikken, og er udbredt i dansk socialpædagogisk tradition. Begrebet dækker både over et emne med oprigtig interesse og relevans for både den professionelle og eleven (eller klienten), samt tilknyttede aktiviteter. I dette eksempel ex. programmering, der fungerer både som relationskaber, samtaleobjekt og læringsarena. (Ruch et al., 2017; Husen, 1996) Jvf. princippet om ‘hotdogs og forsæde’, har det været bærende for forløbet, at Frede selv har været med til at udvælge mål, formål og aktiviteter. Dels handler det om at lade glæden ved aktiviteten være bærende, men i endnu højere grad gælder det om, at elever som Frede har brug for at føle, at de mestrer noget og selv kan påvirke livssituationen positivt; i dette tilfælde hvad det vil sige at gå i skole, når nu andre insisterer på, at det er noget man skal. Man kan tale om en motivationsmæssig bevægelse, der gerne gennem brug af velvalgte, ydre faktorer som rammer, relation og aktivitet, skal bevæge sig fra stærk a-motivation, over begyndende mestrings- og tilhørsforståelse for at nå til en form for indre dreven regulering af læringsadfærd og lyst til deltagelse i liv og samfund.

Efter 3 måneder var tiden oppe på 2 gange to en halv time ugentligt. Forløbet havde da involveret programmering i *Scratch*<sup>v</sup>, Lego Mindstorm-robotter og kursus i 3D-design og print. Det var endt ud i et eget design af en *Mars Rover*, designet i Tinkercad i flere dele, udprintet på 3D-printeren, og styret af ialt 3 programmérbare Microbits<sup>vi</sup>.



For læreren ligger der en udfordring i at kompensere for de frustrationer, der opstår, når noget ikke virker eller når noget bare tager lang tid at udføre. Der skal findes en balance mellem elevens (og lærerens) ambitioner, kompleksiteten i aktiviteten og graden af lærerens kompensering fx. ved at overtage dele af programmeringen. Måske især i en specialpædagogisk kontekst er der en fare for, at projekter bygget op omkring noget, der umiddelbart indeholder en stærk implicit motivation for eleven fører til skuffelse og modstand, når den hedonistiske lykke ved at arbejde med noget trygt, velkendt og spændende afløses af nødvendigheden af at lære nyt, for at komme til næste trin på læringstrappen. Når akkomodationsprocessen (Piaget, 2002) så at sige bliver for voldsom. Én af grundene til, at denne frustration opleves her og i andre lignende cases kan givetvis tilskrives, at elevens forhåndskendskab og oparbejdede kompetencer er sket i en uformel ramme, fx. ved at spille computerspil, eller gennem helt personlige lege med digitale medier derhjemme. Der er man selv herre over processen og stemningen og kan beslutte at stoppe den, når man vil. Nu er konteksten ændret, og en udefrakommende, formel ramme sættes op omkring de før så lystfyldte aktiviteter. Man kan i en vis grad tale om, at læreprocessen påtvinges eller risikerer at være et *mål* frem for et *middel*, når den som her institutionaliseres (Holm Sørensen et al., 2010).



Figur 2 – Kravsspecifikationer til Mars Rover

I det konkrete forløb kom det til at betyde, at Mars Rover-projektet blev parkeret på ubestemt tid. Frede gav udtryk for, at det var tilstrækkeligt, når Roveren var fjernstyret og ikke selvkørende, efter nogle timers arbejde med at inkorporere forskellige sensorer i designet. Grænsen for projektets kompleksitet var nået, og læreren vurderede, at der ikke kunne kompenseres yderligere uden Frede ville miste oplevelsen af ejerskab og mestring.

I løbet af månederne havde flere kolleger og ledelsen jævnlige stukket hovedet indenfor i rummet. De var nysgerrige på, hvad Frede og læreren foretog sig, men Frede gav udtryk for, at det var en forstyrrelse hver gang, og gav kun modvilligt forklaringer til de interesserede. Forklaringerne havde ofte det fællestræk, at de indeholdt en underkendelse af projektet og hans egen indsats, selvom de hidtidige produkter objektivt set var rigtig fine, og han havde arbejdet målrettet og koncentreret. De andre voksne var oprigtigt imponerede over, hvad der kunne lade sig gøre med alt det nye grej på skolen, og hvordan det havde understøttet Fredes progression i løbet af forholdsvis kort tid, set i forhold til andre med lignende belastningsrelateret skolefravær. Læreren havde haft som skjult agenda, at en anden jævnaldrende, skolevægret elev skulle inviteres med til arbejdet med Microbits, men det havde ikke været realistisk for nogen af dem på dette tidspunkt.

Læreren foreslog Frede at lave noget højteknologisk julepynt, så der blev et projekt, som hele skolen kunne få lov at se. Det var på ingen måde Fredes behov, men ideen om det konkrete produkt var tilstrækkelig motiverende, så de designede en jule-sprællemænd, der v.h.j.a. 4 Microbits kunne spille musik og reagere på brugerinputs. Sammenlignet med Mars Rover-forløbet foregik dette under tidspres, fordi december måned stod for døren. Det betød, at processen blev

mere lærerstyret og Fredes opgave var defineret og afgrænset på forhånd: programmér julemandens øjne og mund (med Microbits), så han kan reagere og skifte ansigtsudtryk. Han skal kunne spille "Bjældeklang". Det skulle vise sig at være en både motiverende og produktiv balance mellem forstyrrelse, mestring og håndtering af en fremtidsrettet proces. Frede var i hele forløbet sikker på egne programmeringsevner, og var dermed selvkørende, så snart de havde forhandlet om dagens mål. Det praktiske med at klippe og klistre var helt ligegyldigt for ham, så det blev lærerens opgave. Det eneste, der gjorde Frede usikker, var da han skulle finde på julemandens forskellige ansigtsudtryk, så Microbits'ene kunne programmeres til at vise dem. Her blev valgmulighederne måske for mange eller for svære at forholde sig til, for en elev med Fredes udfordringer.



Figur 3 – Interaktiv sprællejulemand

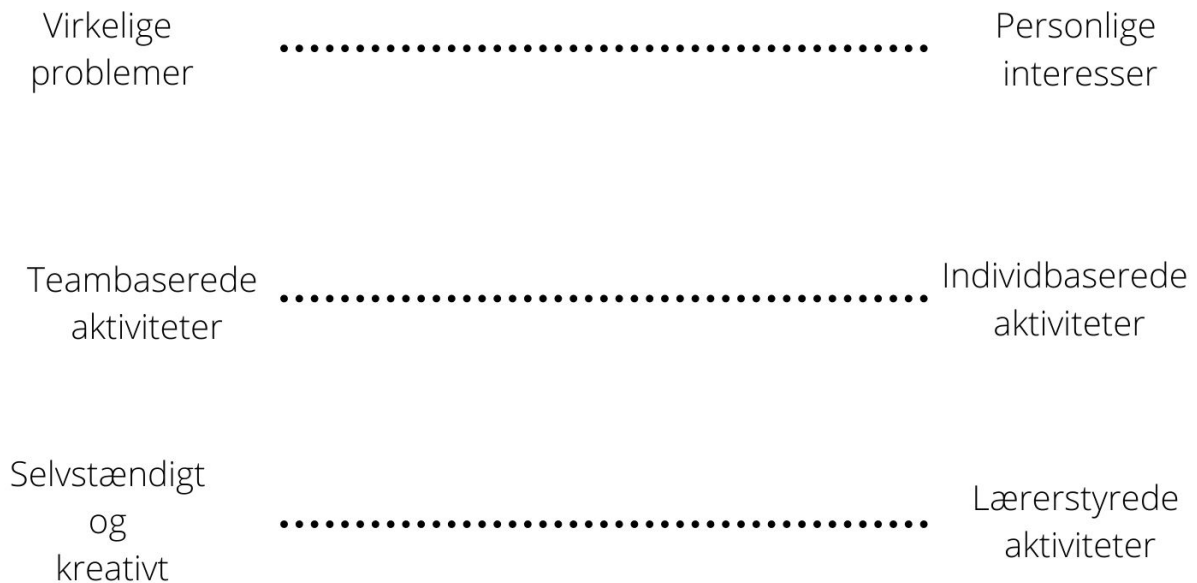
Det er tydeligt, at Frede har brug for noget at være sammen om, jvf. Deci og Ryans tilhørsforhold, for at kunne være i en længerevarende relation med andre, ikke mindst i den ramme der hedder skolen. Der skal optræde et fælles tredje, som på én gang er interessant at forholde sig til, og som ikke er statisk men har et udviklingspotentiale, der kan agere løftestang for relationen fremadrettet. Man skal kunne gøre noget med det, og disse handlinger er det, vi taler om og er sammen om. Frede er endnu ikke der, hvor han vil lukke andre elever med ind i dette fællesskab. Det går, så længe det er trygge voksne. Her er teknologiens potentiale, at Frede oplever sig selv som så kompetent, at han tør dele oplevelsen med andre, og der er han stadig på vej. Adspurgt svarer både Frede og hans forældre, at forløbet gør en stor forskel for ham, selvom det kan være svært at sætte ord på. Dels har han med teknologien som omdrejningspunkt oplevet en motivation til at komme på skolen i et omfang, som ikke var muligt før. Han har trygheden i, at dagene ikke går med træningsopgaver i matematik og krav om mundtlige redegørelser i sprogfag. Med robotter, spilprogrammering og 3D-print som ramme for sin skolegang, har Frede haft mulighed for at træffe kvalitativt bedre valg omkring planlægningen af sit eget skema, fordi emnerne nu i højere grad gør, at han bliver nødt til at vælge spændende (og lærerige) emner fra end forventeligt demotiverende ting til.

## Diskussion - digital fabrikation for eleverne med særlige behov

De to eksempler viser, at der er potentialer ifht. at opbygge kompetencer, fællesskaber og interesser omkring digital fabrikation og dermed basere læringsforløbene på et motiverende grundlag i et specialtilbud. 'Digitale læringsforløb som makerspace kræver dog nogle greb hvis den skal fungere for



elevgrupper med særlige behov, og disse greb bryder med den gængse forståelse af digital fabrikation (præsenteret indledningsvist i denne artikel). Vores erfaringer har indtil videre især identificeret tre områder, som er vigtige at have øje for, når der skal arbejdes med digital fabrikation for elever med særlige behov. Centralt er især behovet for at tilpasse aktiviteter til elevernes personlig motivation (vs. at motivere elever til aktuelle samfundsrelevante problemstillinger), opstille rammer der kan facilitere elevernes behov for at trække sig og udføre aktiviteter individuelt og samtidigt opleve at være en del af et fællesskab på skolen samt facilitere kreative processer inden for en lærestyret struktur som eleverne kan overskue. Vi præsenterer disse erfaringer som modsætninger til de traditionelle kendetegn ved digital fabrikation i figur 4.



Figur 4 - Kontinuum

## Virkelige problemer - Personlige interesser

Det traditionelle fokus på virkelige problemer eller store samfundsudfordringer kan ikke umiddelbart være udgangspunktet for digital fabrikation på specialskolen. Udgangspunktet for denne elevgruppe bør være deres interesser og dermed et udgangspunkt i elevens motivation. Interesserne skal i nogle tilfælde sættes ind i en ramme af digital fabrikation af lærerne (eksempel 2) både i forhold til proces og produkt. Selvom de personlige interesser ikke kan sammenlignes med virkelige samfundsmæssige problemer, så er det vigtigt at huske på at eleverne oplever de problemer de møder i forbindelse med digital fabrikation som reelle og aktuelle i deres liv (eksempelvis Ludvigs arbejde med at fremstille materialer til uniformen for fodsoldaterne). I dette eksempel kommer vi tæt på selvreguleret læring og vi ser også at eleven begynder at tage ansvar for processen omkring udviklingen af produkterne.

Digital fabrikation for elever med kognitive handicap som autismespektrumforstyrrelser kan altså være en balancegang mellem indre og ydre styret motivation og interesse ifht. opgaverne og problemløsning. Eleverne kan være med til at udvælge tema for opgaverne, men skal i nogle tilfælde støttes af læreren for at rammesætte aktiviteten. Dertil kommer at læreren i de to cases spiller en vigtig rolle i forhold til hvordan problemerne skal identificeres og løses - i nogle tilfælde handler det mere om at få noget til at virke end behandling af en overordnet problemstilling. De to cases viser to forskellige tilgange til både tema og problemløsning, samt graden af involvering fra læreren, hvilket tyder på at digital fabrikation for unge med autismespektrumforstyrrelse skal designes som individuelle forløb.



## Teambaserede aktiviteter - Individbaserede aktiviteter

Casene viser at udgangspunktet for denne elevgruppe bør være den enkelte elev og forløb bør tilrettelægges som individuelle læringsforløb også selvom disse i nogle tilfælde praktiseres i mindre grupper. De to cases viser, at elevernes positive erfaringer i lærerstøttede forløb kan give eleverne lyst til at dele deres viden, erfaringer og produkter med andre elever. Begge eksempler viser, at digital fabrikation i forskellige grader kan understøtte social elementer i elevernes skoleliv - at Ludvig deler ud af sin erfaringer med 3D-printning og at Frede laver et produkt som er offentligt tilgængeligt for andre elever og lærere på skolen. Studiet af Smith et al. (2015) peger dog også på, at elever generelt har svært ved at konceptualisere forløb i digital fabrikation og at de mangler erfaringer med at arbejde teambaseret. Casene i nærværende artikel er selvfølgelig ekstremt individbaserede aktiviteter, men erfaringerne viser at læreren har en vigtig rolle i forhold til udvikle elevens måder at håndtere digitale fabrikationsprocesser på.

## Selvstændigt kreativt arbejde - Lærerstyrede aktiviteter

Det traditionelle fokus på elevernes kreative, selvstændige og problemorienterede arbejde kan umiddelbart ikke være udgangspunktet for digital fabrikation på specialskolen. Casene viser at udgangspunktet for denne elevgruppe bør være at støtte dem i deres arbejde også selvom det i nogle tilfælde bryder med ideen om selvstændige kreative aktiviteter i digital fabrikation. Det anden case viser, at eleven Frede har brug for at lærerne tager beslutningerne om, hvad der skal arbejdes med og hvordan processen skal forløbe. Det viser sig endda, at eleven har brug for at læreren laver delelementer af opgaven for at fastholde elevens interesse i arbejdet. En høj grad af lærerinvolvering kræver, som eksemplerne viser, at læreren har et indgående kendskab til elevens interesser og kompetencer i forhold til at understøtte arbejdet med digital fabrikation.

## Konklusion

I denne artikel har vi undersøgt to eksempler på digital fabrikation fra en specialskole for børn og unge med autismspektrumforstyrrelser. Målet har været at undersøge om og hvordan digital fabrikation kan favne de store sociale og kompetencemæssige forskelle som elevgruppen repræsenterer, og om det særlige rum som teknologien kan bidrage med, er tilstrækkelig motivation, som dels understøtter elevernes deltagelse i et socialt fællesskab og dels understøtter udviklingen af formelle som uformelle kompetencer. Selvom artiklen kun levner plads til to eksempler fra specialskolen, så viser de, at digital fabrikation rummer spændende potentialer i forhold til at opbygge kompetencer, fællesskaber og interesser omkring digital fabrikation og dermed basere digitale læringsforløb på et motiverende grundlag hvilket er helt centralt for elevgruppen. Casene viser dog også, at digital fabrikation ikke kan praktiseres, som det ses i gængse beskrivelser af konceptet, på en specialskole. Arbejdet med digital fabrikation kræver især et læringsforløb, der tager udgangspunkt i den enkelte elev (dvs. individbaseret frem for teambaseret), interesser (dvs. særinteresser frem for samfundsbehov) og lærerstøtte (dvs. styret forløb frem for lyststyret). Selvom digital fabrikation oprindeligt blev set som en mulighed for at gøre elever interesserede i STEM-fagene (Blikstein, 2013), så viser eksemplerne at digital fabrikation kan motivere eleverne i andre henseender - nemlig at motivere til social aktivitet (omend under lærerstyrede forhold). Målgruppen taget i betragtning kan muligheden for at styrke sociale relationer gennem digital fabrikation faktisk være mere positivt end at skabe en interesse for STEM-fagene.

Ligesom Hjorths (2019) studier viser eksemplerne også at der et behov for at diskutere lærerrollen i digital fabrikation - både i forhold til mål, struktur og planlægning, men også i relationen mellem lærer og elever. Spørgsmålet er således ikke om digital fabrikation har en rolle eller ej inden for specialområdet, men hvordan digital fabrikation skal realiseres og mobiliseres inden for denne kontekst. Dette studie viser også, at digital fabrikation ikke må gøres til et normativt koncept. Den enkelte



institution og lærer skal forhold sig til, hvordan digital fabrikation kan spille en rolle for elevernes læreprocesser - hvad enten målet er fagligt eller socialt. Arbejdet med digitalisering af læring og læreprocesser kræver således ikke kun forskning og udvikling af nye formater for undervisning, læring og evaluering inden for normalområdet (Andersen & Pitkänen, 2019; Smith, Iversen & Hjorth, 2015; Jornet, Arnseth & Smørdal, 2019) men også inden for specialområdet.

## Referencer

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers*
- Andersen, H. V., & Pitkänen, K. (2019). Empowering educators by developing professional practice in digital fabrication and design thinking. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 21, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.03.001>
- Andreasen, D., & Kanstrup, A. M. (2019). "Digital Relations among Youth with Cognitive Disabilities – A field study of technology use for developing and maintaining social relations". In *Proceedings of Communities & Technologies (C&T 2019)*, June 3-7, 2019, Vienna, Austria. ACM, New York, NY, USA, doi: 10.1145/3328320.3328394.
- Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. I J. Walter-Herrmann & C. Büching (Red.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. transcript Verlag.
- Bogers, L., & Chiappini, L. (2019). Introduction. I L. Bogers & L. Chiappini (Red.), *The Critical Makers Reader: (Un)learning Technology* (pp. 7–16). Institute of Network Cultures.
- Børne- og Undervisningsministeriet, 2019. *Folkeskoleloven*. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=209946> Tilgået 18/12.2019
- Dewey, J. (2007). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. [Sioux Falls SD]: NuVision Publications LLC.
- Gomez, A. (2019). *The effects of makerspace learning on the social interactions among students with emotional or behavioral disorder*. 10.13140/RG.2.2.16209.38241.
- Gillen, J., Staarman, J. K., Littleton, K., Mercer, N., & Twiner, A. (2007). A 'learning revolution'? Investigating pedagogic practice around interactive whiteboards in British primary classrooms. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 243. <https://doi.org/10.1080/17439880701511099>
- Happé F. (2013) Weak Central Coherence. I: Volkmar F.R. (Red) *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders*. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1698-3\\_1744](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1698-3_1744)
- Hjorth, M. (2019). *The K–12 Maker Studio—Towards Teaching and Development of Design Literacy in Educational Maker Settings*. Aarhus University, Aarhus.
- Holm Sørensen, B., Audon, L., & Levinsen, K. (2010). *Skole 2.0*. Århus: Klim.
- Iversen, O. S., Smith, R. C., & Dindler, C. (2018). From Computational Thinking to Computational Empowerment: A 21st Century PD Agenda. I *Proceedings of the Participatory Design Conference 2018*, Genk, Belgium [7] Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3210586.3210592>
- Husen, M. (1996) Det fælles tredje - om fællesskab og værdier i det pædagogiske arbejde. I: Pècseli, Benedicta (Red.), *Kultur og pædagogik*, Hans Reitzels Forlag, 1. udgave
- Jornet, A., Arnseth, H. C., & Smørdal, O. (2019). Makerspaces in the making. I A. Blum-Ross, K. Kumpulainen, & J. Marsh (Red.), *Enhancing Digital Literacy and Creativity: Makerspaces in the Early Years*.
- Karadechev, P., Kanstrup, A. M., & Davidsen, J. (2021). Digital Producers with Cognitive Disabilities: Participatory Video Tutorials as a Strategy for Supporting Digital Abilities and Aspirations. I *Human-Computer Interaction - INTERACT 2021: 18th IFIP TC 13 International Conference, Bari, Italy, August 30 – September 3, 2021, Proceedings, Part II* (1 udg., Bind 12933, s. 170–191). Springer. Lecture Notes in Computer Science [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85623-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85623-6_12)
- 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, 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.08.001>
- Knight, V., McKissick, B., & Saunders, A. (2013). A review of technology-based interventions to teach academic skills to students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, 2628–2648.
- Kristiansen, S., & Krogstrup, H. K. (2005). *Deltagende observation: Introduktion til en samfundsvidenskabelig metode*. (1. udg., 2. opl.). Reitzel.





- Marsh, J., Kumpulainen, K., Nisha, B., Velicu, A., Blum-Ross, A., Hyatt, D., Jónsdóttir, S., Levy, R., Little, S., Marusteru, G., Ólafsdóttir, M., Sandvik, K., Scott, F., Thestrup, K., Arnseth, H. C., Dýrfjörð, K., Jornet, A., Kjartansdóttir, S. H., Pahl, K., ... Thorsteinsson, G. (2017). *Makerspaces in the early years: A literature review*. University of Sheffield. [http://makeyproject.eu/wp-content/uploads/2017/02/Makey\\_Literature\\_Review.pdf](http://makeyproject.eu/wp-content/uploads/2017/02/Makey_Literature_Review.pdf)
- Ochs, E. & O. Solomon 2010. Autistic Sociality. *ETHOS*, 38:1, pp. 69-92
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Piaget, J. (2002). *The language and thought of the child* (3rd ed.). Routledge.
- Retsinformation (2019). <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=201823>. Lov om forbud mod forskelsbehandling på grund af handicap. Tilgået 4/1-2020
- Ringland, K. E. (2019). A Place to Play: The (Dis)Able Embodied Experience for Autistic Children in Online Spaces. I *2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Proceedings (CHI 2019)*, May 4– 9, 2019, Glasgow, Scotland, UK. ACM, New York, NY, USA. 12 pages. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300518>
- Rizzo, A., Schutt, S., Linegar, D. (2012). Imagine that: creating a 'third space' for young people with high functioning autism through the use of technology in a social setting. I *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference (OzCHI '12)*, Vivienne Farrell, Graham Farrell, Caslon Chua, Weidong Huang, Raj Vasa, and Clinton Woodward (Red.). ACM, New York, NY, USA, 513-516. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2414536.2414615>
- Ruch, G., Winter, K., Cree, V., Hallett, S., Morrison, F., and Hadfield, M. (2017) Making meaningful connections: using insights from social pedagogy in statutory child and family social work practice. *Child & Family Social Work*, 22: 1015– 1023. doi: 10.1111/cfs.12321.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78. <https://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Seale, Jane K. 2007. "Strategies for Supporting the Online Publishing Activities of Adults with Learning Difficulties." *Disability & Society* 22 (2): 173–86. <https://doi.org/10.1080/09687590601141626>.
- Sejer, O. S., Dindler, C., & Smith, R. C. (2019). *En designtilgang til teknologiforståelse*. Dafolo.
- Simonsen, J., & Robertson, T. (Eds.). (2013). *Routledge international handbook of participatory design*. Routledge.
- Smith, R. C., Iversen, O. S., & Hjorth, M. (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.10.002>
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321.
- Wing, L. and Gould, J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: epidemiology and classification. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 9, 11–29.



## Forfattere

### Jacob Davidsen

Lektor  
Aalborg Universitet  
Forsker og underviser i digital læring.



### Henrik Søndergaard Nielsen

Lærer, MIL  
Aalborg Kommune, Kollegievejens Skole  
Underviser i brug af digitale medier som specialpædagogisk intervention



### Anne Marie Kanstrup

Professor, Prorektor  
Aalborg Universitet  
Forsker og underviser i design, implementering og brug af teknologi



---

<sup>i</sup> <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse>

<sup>ii</sup> <https://icd.who.int/browse10/2016/en#F84.0> ICD-10 er diagnosesystemet skolen pt. benytter. Et nyt er under udarbejdelse.

<sup>iii</sup> Heriblandt medforfatter

<sup>iv</sup> <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse/digital-myndiggorelse>

<sup>v</sup> Visuel blokprogrammering baseret på Paperts og Mitch Resnicks *constructionism*-filosofi. [scratch.mit.edu](http://scratch.mit.edu)

<sup>vi</sup> Microcomputere, der kan programmeres relativt let og er i stand til at “tale sammen”. Se <https://www.dr.dk/skole/ultrabit>