
Teknologiforståelse som dannelses- aspekt i Lærerens Grundfaglighed

Et møde mellem digitale teknologier og dannelsesteori
i undervisningen

Maria Høegh Beierholm, adjunkt ved læreruddannelsen i Aarhus,
Program for Læring og IT i VIA, madh@via.dk

Mikkel Hjorth, lektor ved læreruddannelsen i Aarhus, Ph.d, Program
for Læring og IT i VIA, misi@via.dk

Ditte Amund Basballe, pædagogisk it-konsulent, Ph.d., Program for
Læring og IT i VIA, daba@via.dk

Resumé

Med samfundets pågående digitalisering som et tidstypisk nøgleproblem bliver de digitale teknologier et centralt anliggende for skolen og dermed for læreruddannelsens dannelsesopgave. Denne artikel præsenterer, undersøger og diskuterer et forsøg, hvor teknologiforståelse afprøves som nyt dannelsesfelt i den alment dannende undervisning i faget Lærerens Grundfaglighed, og hvor det er de lærerstuderende og deres dannelse i forhold til digitale teknologier, der er i fokus. I artiklen præsenteres eksempler på de studerendes møde med teknologiens umiddelbare egenskaber, gennem et brugerinterface og deres møde med de bagvedliggende strukturer i form af et programmeringsinterface. Artiklen belyser alment dannende elementer af teknologiforståelse i en læreruddannelseskontekst og diskuterer teknologiforståelse som potentiel bro mellem dannelsesteori og praksis.

Nøgleord: digitale teknologier, dannelse, lærerens grundfaglighed, teknologiforståelse, tidstypisk nøgleproblem

Abstract

This paper takes as its premise that society's ongoing digitalisation can be viewed as what German educational philosopher Wolfgang Klafki termed an epochal key problem. Therefore, digital technologies are a central issue for the school and thus for teacher education. In the paper, we present, examine, and discuss an experiment, in which technology comprehension was tested as a new aspect of general pedagogy with a focus on students' competences as well as their own, general education (bildung) in relation to digital technologies. The paper presents examples of students' encounters with immediate properties of technology through a user interface as well as subsequent encounters with program structures in a programming interface. The paper presents aspects of bildung within technology comprehension in teacher education and discusses elements of technology comprehension as a potential bridge between general pedagogy and practice.

Keywords: bildung, technology comprehension, general pedagogy, computational empowerment, epochal key problem



Indledning

Digitale teknologier spiller en stadigt større rolle i samfundets udvikling. Både i skolen og i fritidslivet er børn og unge omgivet af og filtret ind i digitale teknologier (Fibiger, 2020). I skolerne anvender elever og lærere eksempelvis digitale kommunikationsplatforme, digitale læringsplatforme og digitale nationale tests. Som beskrevet i Dreyøe et al. (2019) er læreres fortolkning af de aktuelle, adaptive nationale tests afhængig af deres forståelse af den bagvedliggende teknologi og dermed af læreres teknologiforståelse. Tilsvarende kalder digitale teknologiers potentialer og faldgruber ifølge Slot et al. (2021) på, at børn og unge skal udvikle en kritisk og skabende tilgang til eksisterende og fremtidige digitale teknologier. Et stort eksperiment med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske praksis (Tekforsøget) er netop gennemført og evalueret. Tekforsøget var, ifølge dets kommissorie, et bud på at udvikle et fag, der er "alment dannende, kreativt og skabende" i en tid, hvor digitale teknologier får stadigt større indflydelse (UVM, 2018a).

Forsøgsfagligheden for teknologiforståelse i folkeskolen har altså som mål at række ud over elevernes brugskompetencer. Fagligheden er tænkt som et bidrag til elevers almene og demokratiske dannelse som deltagende borgere i et digitalt samfund. På dette overordnede niveau er fagligheden på linje med en række internationale strømninger, som nogle gange betegnes som 21st century skills (Ananiadou & Claro, 2019). Voogt & Roblin (2012) har i et metastudie peget på, at fælles for alle eller næsten alle de undersøgte beskrivelser af 21st century skills var et fokus på digitale kundskaber (alle), medborgerskab (alle) og kritisk tænkning (næsten alle). I en dansk kontekst findes en form for kobling mellem disse tre områder i Iversen et al. (2019a), hvor begrebet computational empowerment, bruges til at koble de skabende og kreative tilgange til digitale teknologier, som kendes fra digital design med et kritisk og analytisk perspektiv på de digitale teknologier i form af digital myndiggørelse.

I forhold til didaktiske tilgange til undervisning i teknologiforståelse tager Iversen et al. (2019b) udgangspunkt i en designtilgang, mens Philipps et al. (2020) beskriver scenariedidaktik som en almen didaktik til teknologiforståelse i folkeskolen. Fælles for designdidaktikken og scenariedidaktikken er en handlingsorienteret, producerende tilgang, hvor erfaringer tilegnes ved, at elever har teknologier, artefakter og materialer i hænderne. I deres analyse af undervisningsmaterialer fra Tekforsøget peger Dau et al. (2021) på, at der i forsøget har været en bevægelse i retning af fokus på elevernes

dannelse gennem elevstyrede undervisningsmiljøer og elevcentrerede kreative design. I det internationale forskningsfelt for *making in education* findes litteratur, der undersøger sammenhænge mellem elevers myndiggørelse og deres arbejde med digitale teknologier (Blikstein, 2008; Katterfeldt et al., 2015; Smith et al., 2015). Dette felt har i de senere år set en strømning i retning af at undersøge designprocesser som en ramme for elevers kreative og skabende processer med digitale teknologier (Iversen et al., 2016), som i flere tilfælde har taget udgangspunkt i en skandinavisk tilgang til *participatory design* og været tænkt som en vej til myndiggørelse i forhold til digitale teknologier (Iversen et al., 2019a; 2019b).

Med undtagelse af Smith et al. (2015; 2018), Hjorth et al. (2016; 2019), Kanstrup et al. (2021) og van Mechelen et al. (2021) findes der imidlertid meget lidt litteratur, der omhandler lærere i teknologiforståelsesrelateret undervisning. De nævnte studier ser på læreres kompetencer til at undervise i elementer af teknologiforståelsesfagligheden i folkeskolen såvel som på efteruddannelse af lærere til dette, men ingen af dem har fokus på lærernes egen dannelse i forhold til det digitale. Denne artikel adresserer denne centrale del af lærernes teknologiforståelse.

I artiklen tager vi udgangspunkt i en præmis om, at når teknologiforståelse som ny faglighed og et nyt dannelsesfelt introduceres i skolen, kræver det, at der er lærere, som har undervisningskompetence i fagligheden, og som har teknologiforståelse som en del af deres grundlæggende lærerfaglighed og dannelse. Vi tager afsæt i beskrivelsen af forsøgsfagligheden til folkeskolen, men udover opnåelsen af undervisningskompetence, fagligt såvel som didaktisk, har flere netop peget på læreruddannelsen som både dannende (Lund, 2018; Andersson, 1995) og eksemplarisk for aftagerfeltet (Loughran & Berry, 2005). På læreruddannelsen skal de studerende således både selv dannes og udvikle kompetencer til at undervise. Klafkis dannelsesdidaktik har fokus på, at undervisningen skal bidrage til den enkeltes evne til fornuftigt at bestemme over sine vilkår og meninger, hvilket gør den enkelte i stand til at øve medindflydelse på fremtiden på en ansvarlig og solidarisk måde, dels således at han eller hun forstår og kan stå inde for sine handlinger, og således at han eller hun samarbejder med andre og nærer omsorg for mennesker, der grundet givne forhold ikke har samme forudsætninger for selv- og medbestemmelse (Graf, 2018). Med udgangspunkt i en forståelse af både faglighed og dannelse som vigtige elementer i uddannelsen af fremtidens lærere undersøger denne artikel teknologiforståelsesfagligheden som et element i undervisningen i faget Lærerens Grundfaglighed, der i sig



selv er et alment dannende fag med grundlæggende, klassisk didaktisk og pædagogisk teori. Dette perspektiv på de lærerstuderende og deres dannelse i forhold til digitale teknologier præsenteres, undersøges og diskuteres i resten af artiklen med udgangspunkt i følgende forskningsspørgsmål:

Hvordan integreres teknologiforståelsesfagets kompetenceområder med klassisk Lærergrundfaglighed, således at teknologiforståelse dels bliver en grundlæggende lærerfaglighed og dels bidrager til de lærerstuderendes egen dannelse?

Forsøg med teknologiforståelse som del af Lærerens Grundfaglighed

I forsøget, som denne artikel tager udgangspunkt i, blev et hold på læreruddannelsens 1. årgang undervist i teknologiforståelse som en del af undervisningen i Lærerens Grundfaglighed (LG). Det udvalgte modul var Lærer i Skolen, som er en introduktion til skolen i samfundet, lærerprofessionalitet og undervisningspraksis. Undervisningen i forsøget skulle både leve op til kravene i de almindelige kompetenceområder for modulet og til elementer af teknologiforståelsesfagligheden, som blev udvalgt undervejs. Konfrontationstiden på modulet var den samme som normalt, underviserne modtog ikke kompetenceudvikling inden for teknologiforståelsesfagligheden, og de havde ikke særlig undervisningskompetence inden for teknologiforståelse. Til gengæld havde underviserne selv valgt at være en del af forsøget, og dermed må de antages at have en større interesse for teknologiforståelse end et repræsentativt udsnit af LG-undervisere.

Da der ved forsøgets start ikke eksisterede en praksis med undervisning i teknologiforståelse som et alment dannende element i LG, har det her beskrevne forsøg haft karakter af et interventionsstudie. Som en ramme for artiklens undersøgelser er der taget udgangspunkt i Research through Design (RtD), som netop sigter efter at undersøge det, der endnu ikke eksisterer (Nelson & Stolterman, 2012). RtD har oprindeligt været udviklet til forskning igennem kunst og design, men som beskrevet i Hjorth (2019) er RtD velegnet til at undersøge interventioner i undervisningspraksis, fordi man i denne forskningstradition forsker gennem udførelse af sin praksis, i dette tilfælde undervisning, uden at tage kompleksiteten ud af forsøgene ved f.eks. at lave laboratoriestudier. Desuden tilbyder RtD begrebet *strong concepts* (Höök & Löwgren, 2012), som betegner for såkaldte mellemformer for viden. Strong concepts er kendetegnet ved ikke at kunne generaliseres

til at gælde i alle situationer, men de må samtidig antages at kunne generaliseres til nogle andre situationer end dem, de er skabt i. I en RtD-proces er løbende og detaljeret dokumentation og refleksion afgørende (Frayling, 1993; Zimmerman & Forlizzi 2014), fordi det i lige så høj grad er den viden, der er skabt gennem processen, som det er en evaluering af det endelige produkt, der er interessant i RtD-sammenhænge, og som kan føre til mellemformer af viden. Derfor har vi foretaget grundig dokumentation under og efter undervisningsforløbet i form af: undervisningsplaner, underviserens noter og refleksioner, videooptagelser af undervisningen, de studerendes afsluttende modulrapporter og modulets evaluerende spørgeskema-undersøgelse. Videooptagelserne viser de studerendes interaktion med introducerede teknologier og deres samtaler om disse. Optagelserne er behandlet i IRIS Connect med henblik på at identificere, hvordan de studerende arbejdede med, undersøgte og erkendte teknologien. Med inspiration fra *affinity diagramming* (Beyer & Holtzblatt, 1998) er undervisningsplaner, feltnoter og videoobservationer blevet analyseret for at finde mønstre i underviserens didaktiske valg og de studerendes interaktioner med teknologierne. De studerendes modulrapporter var afleveringer til underviseren, og derfor er der en risiko for, at de studerende forsøgte at gætte, hvad underviseren gerne vil have dem til at skrive. På den anden side er der i sådanne rapporter mulighed for at få et indblik i de studerendes forståelser af og koblinger mellem teknologiforståelse og modulets øvrige litteratur. Modulrapporterne blev kodet i Nvivo med dette fokus.

Det udfordrende ved RtD i vores forsøg er, at forskningen har været bedrevet gennem en undervisers almindelige undervisningspraksis, men har været guidet af et formuleret forskningsspørgsmål, der besvares gennem udkommet af praksis, som man på forhånd ikke ved hvordan vil falde ud. På den måde er 'svaret' på spørgsmålet resultatet af den partikulære undervisningssituation. Selve interventionen eller i dette tilfælde undervisningsforløbet bliver derfor en del af det forskningsmæssige bidrag (Dalsgaard, 2009), og den opnåede viden er tæt forbundet til den kontekst, i hvilken den er skabt. Målet med denne artikels undersøgelser er således ikke at kunne give det endegyldige svar på, hvordan teknologiforståelse til alle tider ville fungere i almene pædagogiske og didaktiske fag på læreruddannelser, men derimod at finde strong concepts, der udsprang fra en enkelt intervention, men som med sine mellemformer ville kunne skabe viden, som stadig vil kunne bidrage til den samlede viden om teknologiforståelse som en alment dannende faglighed i læreruddannelsen.

Forsøget tog udgangspunkt i den formulering af teknologiforståelse, som var udviklet til forsøgsfaget til folkeskolen. Der fandtes (og findes) endnu ikke en officiel beskrivelse af teknologiforståelse som en faglighed på læreruddannelsen, så derfor udforskede vi folkeskolefaglighedens potentialer. Som en del af forsøget med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske praksis har Børne- og Undervisningsministeriet udviklet fælles mål (2019a), læseplan (2018b) og undervisningsvejledning for Teknologiforståelse. Denne faglighed beskæftiger sig med digitale teknologier og artefakter igennem fire kompetenceområder, der ifølge læseplanen er i tæt samspil med hinanden: digital myndiggørelse, digitalt design og designprocesser, computationel tænkning og teknologisk handleevne (se figur 1).

Figur 1

Kompetenceområderne i teknologiforståelse, som de er formuleret i UVMs måloversigt (UVM 2019a)

Digital myndiggørelse omhandler kritisk, reflektiv og konstruktiv undersøgelse og forståelse af digitale artefakters muligheder og konsekvenser

Digitalt design og designprocesser omhandler tilrettelæggelse og gennemførelse af en iterativ designproces under hensyntagen til en fremtidig brugskontekst

Teknologisk handleevne omhandler analyse, modellering og strukturering af data og dataprocesser

Computationel tænkning omhandler mestring af computersystemer, digitale værktøjer og tilhørende sprog samt programmering

Ifølge fagbeskrivelsen er et digitalt artefakt:

“...en af mennesket tilvejebragt genstand, som indeholder et væsentligt element af digital teknologi. Til forskel fra betegnelsen digital teknologi, betoner betegnelsen digitalt artefakt de produktkvaliteter, der er blevet til gennem design og programmering, hvorved intentionalitet og formål er blevet indlejret i artefaktet. En app, en programmeret robot, en simu-

lering af fotosyntese eller en programmeret Micro:bit indlejret i et fysisk artefakt er eksempler på digitale artefakter” (UVM, 2019b)

At opleve, erfare og erkende et computerspil

Den konkrete undervisning i forsøget blev tilrettelagt ud fra en handlingsorienteret didaktik, hvor forskellige digitale teknologier blev inddraget, både for at give de studerende et bredt indblik i de mange muligheder der er for at inddrage digitale artefakter i undervisningen, men også i nogle tilfælde for at få de studerende til at tænke nærmere over teknologiernes rolle i undervisningen og mere generelt i samfundet. Et eksempel på det sidste er inddragelsen af et computerspil om forældresamarbejde.

I computerspillet om forældresamarbejde skulle de studerende spille spillet og efterfølgende forholde sig til, hvordan spillets bagvedliggende logik havde betydning for spillets udfald. For at det første møde med spillet skulle vække undren hos de studerende, var spillet designet således, at dets udfald ikke nødvendigvis stemte overens med de studerendes teoretiske viden om forældresamarbejde. Det var intentionen, at denne undren skulle føre til en nysgerrighed på spillets opbygning og dermed en bevidsthed om spillets programmeringsside og indbyggede intentionalitet. De studerendes møde med teknologien baserede sig således på en progressionstænkning (Hansen, 2020), hvor de studerende først oplevede teknologien, herefter gjorde sig erfaringer med teknologien, hvilket potentielt kunne lede dem til nye erkendelser. I det umiddelbare møde med teknologiens brugerinterface var der indlagt aspekter, som skulle få de studerende til at undre sig. Efterfølgende var der opgaver, der førte de studerende til at stifte bekendtskab med et programmeringsinterface med det mål, at de studerende kunne opnå mere generelle erkendelser af teknologien som en vej til digital myndiggørelse.

De studerende første oplevelse af spillet om forældresamarbejde

Underviseren havde på forhånd produceret et computerspil om forældresamarbejde i programmet Twine (twinery.org). I spillet skulle de studerende forholde sig til en besked fra Liams mor, der problematiserede, at Liam fremover skulle sidde ved siden af Andreas, som i hendes øjne havde en negativ indflydelse på Liam. Gennem en række valgmuligheder i spillet udfoldede de studerende deres tilgang til at håndtere henvendelsen fra Liams mor.

Spillet bestod i at sammensætte et svar til Liams mor ud fra fire gange tre valgmuligheder, hvor de tre idealtypiske positioner til forældresamarbejdet hver gang var tilstedeværende. Et eksempel på et af disse valg ses i figur 2.

Figur 2

Gengivelse af eksempler på valg i spillet om forældresamarbejde.

Hvad skriver du?

A:

Det overrasker mig, at I skriver til mig omkring pladserne i 5.C, da jeg tidligere har kontaktet jer angående samme – uden af høre fra jer. Men jeg skal gerne – igen – forklare jer, hvorfor jeg har valgt at placere Andreas og Liam ved siden af hinanden.

B:

Godt I skriver. Pladserne er lavet efter bedste evne i en ellers travl periode, hvor jeg har meget at se til med klassen, derfor har jeg ikke lagt mærke til Liams perspektiv, da han ikke har sagt noget om, hvordan han oplever hans nye plads til mig.

C:

Mange tak for jeres mail, det er vigtigt, at I gør mig opmærksom på dette problem, så vi i fællesskab kan få gjort noget ved det.

Casen er taget fra podcasten 'Børn skal bære skoletasken selv' (Kloster, 2020), som de studerende havde hørt som forberedelse. Desuden læste de studerende samspilsteori i form af Karlsen & Spernes tre idealtypiske positioner til forældresamarbejdet (Karlsen & Spernes, 2016). De forskellige kombinationer af valg i spillet gav forskellige udfald som: 'Du får en hilsen fra Liams mor, der takker dig for din håndtering af sagen', 'Forældrene klager. Du kommer til samtale hos din leder og risikerer at miste dit job' eller 'Du bliver sygemeldt med stress, fordi forældrene styrer din pædagogiske praksis mere, end du selv gør'.

De studerende fik før undervisningens start til opgave at spille spillet og gætte logikken bag det. De skulle se, om de kunne gennemskue, hvordan valg og udfald hang sammen med den teori, de havde mødt i deres forberedelse. Til undervisningen fik de studerende til opgave at sammenligne deres resultater og prøve at gætte på årsagen til de forskellige udfald. Ideen var, at de studerendes undren over ikke at kunne gennemskue den underliggende

logik skulle give anledning til at se Twine som mere end en brugergrænseflade og på den måde skubbe til de studerendes motivation til at gå på opdagelse i koden og algoritmerne bagved og på den måde få svar på deres spørgsmål til spillet og teknologien.

Videoptagelser af de studerendes ageren i computerspillet og deres samtaler herom viste deres undren. En af de studerende fortalte for eksempel om, hvordan hun troede, at hun havde valgt rigtigt, men hun var overrasket over svaret: "Jeg prøvede at vælge svar, der passer til samspilsteorien, vi har læst om, og jeg blev sygemeldt med stress. Det synes jeg er mærkeligt." En anden studerende delte denne frustration, men tog sin undren et skridt videre ved at gå tilbage og ændre i sine svar og dermed tage en udforskende tilgang til spillets brugerinterface: "Jeg blev fyret til sidst! Dette fatter jeg ikke, så jeg prøvede igen. Der valgte jeg et andet svar i midten og så blev jeg ikke fyret." Denne studerende var altså i gang med at prøve sig frem ift., hvilke valg i spillet der udløste bestemte resultater. En tredje studerende havde også prøvet sig frem på en undersøgende måde: "Første gang skete der ikke noget. Så prøvede jeg at vælge de svar, der passede til det mangelfulde syn på forældresamarbejde, så endte det med, at jeg kom til samtale med skolelederen." Endelig var der en studerende som testede spillets logik ved bevidst at træffe ulogiske valg: "Jeg så, hvor mange gange jeg kunne blive ved med at drikke kaffe derinde, før den gik til mailen. Det kunne jeg vist fem gange."

De studerendes samtaler om deres oplevelse af spillet var præget af en forvirring omkring spillets udfald og forholdet til den læste teori. Samtalerne og deres måde at spille på bar også præg af, at de studerende begyndte at lede efter indsigt i spillets underliggende logik. Opgaven med at gennemskue sammenhængen satte hos nogle af de studerende gang i undersøgende og eksperimenterende tilgange til at afprøve mulighederne i spillets brugerinterface. Dermed var de studerende uden at have sproget for det på jagt efter de algoritmer og intentioner, der lå skjult bag spillet. På optagelserne virkede flere af de studerende irriterede over ikke at kunne gennemskue logikken, og flere grupper konkluderede, at udfaldet måtte være tilfældigt.

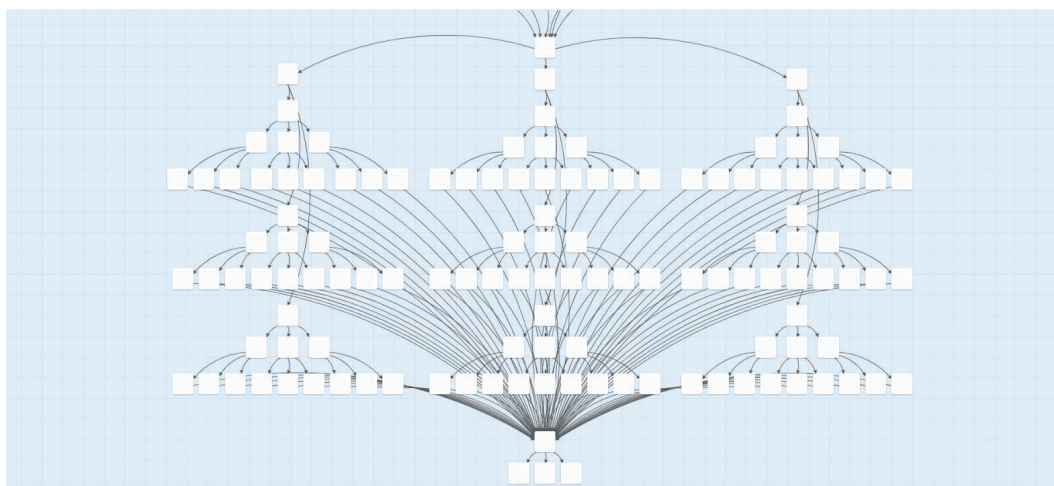
De studerendes møde med spillets programmering og algoritmer

Efter at have oplevet frustration over ikke at kunne gennemskue logikken bag udfaldene i spillet blev de studerende instrueret i at gå ind på twinery.

org og åbne spillet derfra. Her fik de adgang til et programmeringsinterface og dermed til algoritmen, der bestemte spillets udfald. De studerende kortlagde nu de veje og den logik, spillet var bygget op omkring – de skitserede med andre ord algoritmen bag. I figur 3 ses et skærbillede af, hvordan spillet så ud fra programmeringsinterfacet, hvor algoritmerne blev lavet. Som det kan ses, var udfaldene betinget af handlinger i en lang række af kombinationsmuligheder.

Figur 3

Strukturen bag computerspillet, som det ser ud i twinery.org



Efter af have oplevet frustrationer over udfaldet i spillet om forældresamarbejde og brugerinterfacets manglende gennemsigtighed i forhold til programmeringen bag, fik de studerende en ny opgave, hvor de selv skulle designe et spil. De studerende skulle færdiggøre et påbegyndt matematik-historie-spil i Twine, som skulle kunne spilles af elever i skolen og afprøves af en anden studiegruppe. På videooptagelsen, hvor vi kunne se deres computerskærme var det muligt at se, at de studerende tilgik hinandens spil ved at skifte mellem brugerinterface og programmeringsinterface. Den måde, de studerende tilgik hinandens matematikspil på, var anderledes i forhold til deres første tilgang til det underviserskabte spil, hvor de ikke kendte til programmeringsinterfacet. Deres spørgsmål til hinandens spil var informeret af de erfaringer de havde fået, imens de arbejdede med deres egen programmering af spil.

I de efterfølgende refleksioner over arbejdet med matematikspillene i sig selv og som eksempel på algoritmer i hverdagen sammenlignede en stude-

rende de udviklede matematikspil med personlighedstest i ungdomsmagasiner:

“Det er totalt karikeret. Ligesom de der test i Vi Unge, hvor man f.eks. skal svare på, hvad man gør en fredag aften. Så er det sådan noget ekstremt noget som f.eks.: A: køber for 1000 kr. bland-selv-slik, B: løber 12 km og spiser skyr til aftensmad. Ingen er sådan. Man er jo nok et sted i midten. Men når man skal vælge, så tager man jo en, og så får man sådan en karikeret personlighedstest, hvor der står: Du er totalt usund og doven eller sådan noget... Der skal jo være nogle valgmuligheder som variabler, der er forskellige, og som skal kunne give forskellige udfald, når de kombineres med hinanden på den ene og anden måde, derfor bliver de også nødt til at være sådan lidt karikeret.”

Denne studerende var tilsyneladende i gang med at forholde sig til, at forsøget på at programmere en virkelighed med algoritmer forsimplede denne, og at det i dette tilfælde var så forsimplet, at det blev karikeret. Dette kan ses som en gryende forståelse af, at de modeller, som ligger til grund for algoritmer, nødvendigvis må være forsimplinger af den verden, de forsøger at beskrive (Wagner et al., 2020). Og hermed en læring, der kalder på forståelse af bagvedliggende teknologi. Efter selv at have været i gang med at skabe en algoritme ud fra en forsimplet model af en case med forældresamarbejde i Twine og efterfølgende selv designe et spil, begyndte denne studerende altså at kunne forholde sig mere kritisk og dermed myndigt til digitale artefakter, der f.eks. vil kunne hjælpe med at tage stilling til forældresamarbejde, og måske også til andre digitale artefakter, hvis resultater de studerende vil komme til at møde i deres fremtidige arbejdsliv.

Disse studerende havde været igennem en proces, hvor de først havde oplevet en frustration over at fornemme, at der var en form for logik under overfladen på et givet brugerinterface, som de ikke kunne forstå, for efterfølgende at blive lukket ind i et underliggende programmeringsinterface, der gjorde det muligt at afkode logikken. Man kan sige, at de studerende først blev ledt på afveje, hvorefter de blev ledt ad bagveje til en større forståelse for teknologien. I optagelserne af undervisningen kunne vi som i tilfældet ovenfor iagttage, at nogle af de studerende begyndte at stille nye typer spørgsmål til teknologien. I det følgende afsnit vil vi se nærmere på disse spørgsmål og deres kobling til dannelsesteoriene.



Studerendes dannelsesmæssige udbytte af teknologiforståelse som en del af lærerens grundfaglighed

Det er velkendt, at de studerende ofte oplever en kløft mellem praksis og det, der kan synes som fjern teori, de møder på uddannelsen (Haastrup et al., 2013). Iskov & Tange har i deres undersøgelse af læreres arbejde med dannelse i praksis fundet, at dannelseteorierne ofte blev appliceret på eksempler og erfaringer frem for ekspliciteret gennem dannelsesmæssige begrundelser og formål med undervisningen (Iskov & Tange, 2021). Som det kan ses herunder, peger analyser af nogle af de studerendes rapporter på, at teknologiforståelsesfagligheden tilbyder et genstandsfelt at forstå klassiske didaktiske teorier i forhold til. Den næste del af artiklen tager afsæt i de studerendes afsluttende opgaver såvel som i modulets afsluttende evaluering.

Ved afslutningen af modulet vurderede 79 procent af de studerende, at teknologiforståelse i høj eller meget høj grad var væsentlig for deres fremtidige virke som lærere. I slutevalueringen skulle de studerende imidlertid ikke forholde sig til, hvorfor teknologiforståelse var relevant for deres fremtidige virke. Så for at få mere kvalitativ indsigt i de studerendes opfattelse af teknologiforståelse analyserede vi deres afsluttende modulrapporter. I modulrapporterne skulle de studerende analysere en problemstilling, de havde identificeret i deres første praktik. Med baggrund i denne analyse skulle de studerende planlægge, begrunde, afprøve, observere og evaluere et undervisningsforløb. Rapporterne gav dermed mulighed for at se, hvordan forsøget med teknologiforståelse i Lærerens Grundfaglighed havde påvirket de studerende til at få øje på teknologiforståelsesfaglige problemstillinger i deres praktik og til at udvikle undervisning med udgangspunkt i sådanne problemstillinger.

Ud af i alt 22 rapporter var der otte rapporter (36 procent), hvor de studerende havde valgt at tage udgangspunkt i problemstillinger, der relaterede sig til digital teknologi og teknologiforståelsesfaglighed. I syv af disse otte rapporter anvendte de studerende begreberne computationel tænkning og teknologisk handleevne. Alle otte rapporter indeholdt begrebet digital myndiggørelse. I de resterende 14 rapporter (64 procent) tog de studerende udgangspunkt i andre problemstillinger, som f.eks. uro i klassen, elevers faglige niveauforskelle og digitale teknologier som værktøjer og omgivelser til undervisningen. Det var ikke et krav, at rapporterne skulle omhandle teknologiforståelse, så derfor var dét, at nogle studerende forholdt sig til teknologiforståelse i deres rapporter, en indikation af, at disse studerende havde

blik for teknologiforståelsesfaglige problemstillinger, og at de havde oplevet dem som tilpas relevante til at tage udgangspunkt i dem i rapporterne.

I de følgende afsnit vil vi udfolde tre eksempler på, hvordan studerende benyttede klassisk pædagogisk og didaktisk teori om dannelse i forhold til teknologiforståelse.

Klassisk pædagogisk teori og teknologiforståelse

I de klassiske teorier møder lærerstuderende flere bud på forskellige former for problemer, som skolens elever kan arbejde med som en del af deres dannelsesprojekt – herunder Klafkis tidstypiske nøgleproblemer (Klafki, 2001) og Løgstrups uløselige problemer (Løgstrup, 1985/2005). En gruppe studerende planlagde med inspiration herfra et forløb, hvor eleverne skulle designe bud på værn mod digital distraktion. I rapporten argumenterede de studerende for, at deres forløb bidrog til elevernes dannelse, fordi digital distraktion var et virkeligt problem, der var tidstypisk og uløseligt. De forbandt teknologiforståelsesfagets designprocesdidaktik med fokus på virkelige problemer med Klafkis tidstypiske nøgleproblemer (Klafki, 2001) og Løgstrups uløselige problemer (Løgstrup, 1985/2005). For denne gruppe studerende kunne teknologiforståelsesfaglighed og -didaktik altså informere undervisning med udgangspunkt i klassiske dannelseteorier.

En anden gruppe planlagde et forløb, hvor eleverne skulle indtage forskellige roller i forhold til et forløb om netetik. Forløbet blev iscenesat ud fra onlinespillet *Among Us*, som de studerende havde set eleverne spille i frikvarterer. En gruppe af elever skulle være *imposters* og dele og sprede falske nyheder, imens den anden halvdel, der var *crewmates*, skulle bekæmpe udbredelsen af de falske nyheder. De studerende begrundede iscenesættelsen med Klafkis dobbelte åbning, hvor *Among Us* var eksemplet fra elevens livsverden, der med Klafkis begreb skulle åbne eleven for emnet netetik. De studerende så altså teknologiforståelse som relevant i forhold elevernes dannelse i et Klafki-perspektiv.

Som en del af modulet blev de studerende undervist i Kants myndighedsbegreb. En gruppe studerende lavede efterfølgende en øvelse, hvor elever skulle have ryggen til hinanden, imens de gav kommandoer til at tegne figurer i GeoGebra uden at se hinandens skærme. Med denne øvelse ville de lærerstuderende træne elevernes programmeringsevner (teknologisk handleevne) og erfaringer med algoritmer (computational tankegang). I rapporten diskuterer de studerende det paradoksale i at skulle frisætte og



myndiggøre gennem tvang (det pædagogiske paradoks), og de begrundede deres planlagte aktivitet som et nødvendigt tvangselement i elevernes digitale myndiggørelse. I rapporten analyserede de studerende deres teknologiforståelsesfaglige øvelse som et oplysningsprojekt med henvisning til Kants myndighedsbegreb.

I disse tre eksempler tyder rapporterne på, at teknologiforståelse for de studerende kunne fungere som et genstandsområde for den eksisterende litteratur fra modulet. Det digitale blev på den måde et bindeled, der forbandt klassiske teorier med den praksis, de studerende iagttog, og den undervisningspraksis, de handlede i. De studerende kunne bruge modulets eksisterende teorier til at forstå de teknologiforståelsesfaglige problemstillinger, og de kunne bruge de teknologiforståelsesfaglige problemstillinger til at forstå og eksemplificere den alment didaktiske og pædagogiske litteratur. Det vil sige, at de studerende fandt et, for dem, meningsfuldt samspil mellem teknologiforståelse og disse teoriapparater. Samtidig håndterede flere af de studerende digitalisering som et tidstypisk nøgleproblem og dermed som et relevant omdrejningspunkt for elevers dannelse. Det ser med andre ord ud til, at teknologiforståelse som en del af Lærerens Grundfaglighed, for nogle studerende, kan have potentiale til at fungere som en relevant kontekst (blandt andre relevante kontekster), der kan bygge bro mellem dannelsesteorier og skolens praksis og måske endda medvirke til at eksplicite og dermed reaktualisere de teorier, som ifølge Iskov & Tange (2021) ofte blot bliver appliceret.

Diskussion: Teknologiforståelse og digital myndiggørelse

I et tidligere afsnit redegjorde vi for, hvordan forsøget, som er beskrevet her, skulle ses som Research through Design (RtD). Gennem en iterativ proces blev en række små undervisningsforløb afprøvet i et modul i Lærerens Grundfaglighed. Afprøvningen af forløbene blev dokumenteret gennem undervisningsplaner, feltnoter og videoobservation. Denne blanding af empiri blev valgt for detaljeret at kunne dokumentere tilblivelsesprocessen med henblik på at udlede strong concepts fra processen. Et gennemgående princip, som udkrystalliserede sig i den forbindelse, var at bygge undervisningen op om (1) oplevelser med at anvende et brugerinterface på en måde, så de studerende blev frustrerede over ikke at kunne gennemskue de underliggende metoder, og (2) erfaringer med at lave ændringer i et pro-

grammeringsinterface. Sagt på en anden måde blev de studerende først ledt på afveje, hvorefter de fik adgang til teknologiernes bagveje.

79 procent af de studerende oplever, at teknologiforståelse i høj grad er væsentligt for deres fremtidige virke og at flere af dem inddrager teknologiforståelsesfagligheden i deres rapporter. Det kan tyde på, at disse studerende så et meningsfuldt overlap mellem det klassiske indhold i Lærerens Grundfaglighed og teknologiforståelse og en relevans af fagligheden i det hele taget. På den anden side har de studerende været i en situation, hvor de har skullet levere afsluttende rapporter til den underviser, der har skabt mødet imellem faglighederne, og derfor kan de studerende også have været optaget af at gøre underviseren tilfreds. Af den grund kan vi heller ikke konkludere, at teknologiforståelse vil være relevant i moduler i Lærerens Grundfaglighed, men der er meget, det tyder på, at i hvert fald nogle af de studerende har fundet fagligheden relevant.

Digital myndiggørelse

En præmis for teknologiforståelse som faglighed på læreruddannelsen var i dette forsøg, at udover at være kompetente brugere af digitale teknologier skal fremtidens lærere være myndiggjorte i forhold til teknologierne, så de kan deltage kritisk og konstruktivt i spørgsmålet om digitalisering i samfundet og i skolen. Spørgsmålet om digitalisering kan i den optik betragtes som et tidstypisk nøgleproblem, da det er fællesmenneskeligt vedkommende og vedrører alle (Klafki, 2001). Klafki (2001) beskrev, hvordan arbejdet med tidstypiske nøgleproblemer forudsatte instrumentelle kundskaber og færdigheder. Ifølge Klafki var det f.eks. læsning, skrivning, regning (Klafki 2001), men som vi her i artiklen har redegjort for, lader elementer af både teknologisk handleevne og computationel tænkning til at være veje til at kunne erkende, analysere og kritisere algoritmebaserede teknologi som Twine –altså for i forsøgsfaglighedens terminologi at være digitalt myndiggjort. I Klafkis terminologi ville en sådan teknologiforståelse beskrives som kategorial dannelse, i hvilken de studerende kan se enkelte elementer af teknologierne som kategorier, der kan hjælpe dem til at erkende teknologiernes intentioner og dermed deres potentiale for positive såvel som negative konsekvenser.

Spillet om forældresamarbejde blev hermed til et konkret eksempel, der var eksemplarisk i den forstand, at de studerende udviklede forståelse for det generelle, imens de arbejdede med eksemplet. Imens deres computationelle tænkning og teknologiske handleevne udvikledes og udfordredes, når de



programmerede et computerspil, der skulle afspejle en realistisk fortælling om en lærers mailkommunikation med forældre, erfarede de almene principper for algoritmer, variabler og computationelle modeller af virkeligheden. Disse erfaringer kan omdannes til teknologiforståelsesfaglige kategorier, som de studerende kan erkende andre problemstillinger med. Dermed kan studerendes instrumentelle færdigheder i form af teknologisk handleevne og computationel tankegang og deres kategoriale dannelse i forhold til digitale teknologier potentielt gøre dem bedre i stand til at håndtere teknologier i skolen som adaptive test og læringsplatforme kritisk og konstruktivt og dermed til at agere myndigt i forhold til sådanne teknologier.

At blive i stand til at stille spørgsmål til digitale teknologier kan ses som et afgørende fundament for at kunne indgå myndigt i vores tids nøgle-spørgsmål om den tiltagende digitalisering af samfundet. Instrumentelle færdigheder og sekundære dyder er ifølge Klafki (2001) essentielle og nødvendige for at kunne arbejde med nøgleproblemer. Teknologisk handleevne og computationel tankegang kan i vores optik ses som nødvendige instrumentelle færdigheder for at kunne arbejde med spørgsmålet om teknologi. Når målgruppen er lærerstuderende, må det, i vores øjne, særligt dreje sig om at danne dem til myndigt og lærerprofessionelt at kunne gå i dialog omkring spørgsmålet om digitale teknologier i skolen og i elevers hverdag. I dialogen om digitale teknologier i skolen vil det være nødvendigt at trække på almene teorier om didaktik, pædagogik, etik, jura, historie og meget andet, som de studerende også møder i læreruddannelsen. Teknologiforståelse og digital myndiggørelse ser ud til at være et blandt mange dannelsesområder, der tilsammen tilbyder lærerstuderende et fundament for at holde skole på en myndig måde i en ubestemt fremtid, der tyder på at være præget af digitale teknologier. Vi har i denne artikel været inspireret af kompetenceområdet digital myndiggørelse fra forsøgsfagligheden i folkeskolen (UVM, 2019a). Der findes naturligvis andre tilgange til, hvad det vil sige at være myndiggjort som lærer og som borger i forhold til samfundets digitalisering (se f.eks. Danholt, 2021), som vores analyse ikke forholder sig til. Samtidig forholder vores analyse sig ikke til alle delelementer fra forsøgsfagligheden, fordi denne hovedsageligt har tjent som inspiration.

Undervisere og studerende oplevede teknologiforståelse som nyt, og det kan i sig selv have skabt en effekt. Vi har ikke afprøvet teknologiforståelse med andre former for didaktik, så vi ved ikke, om f.eks. en mere receptiv tilgang ville fungere bedre eller dårligere, men analyserne peger på, at teknologiforståelse i hvert fald i nogle sammenhænge kan fungere som en eks-

perimeterende, skabende og handlingsorienteret didaktik, som kombinerer det traditionelle lærerfaglige indhold i Lærerens Grundfaglighed med teknologiforståelse. Fordi vores forsøg kun har fundet sted på to enkelte hold, og fordi det er blevet gennemført som en Research through Design-intervention, kan vi ikke konkludere generelt om undervisning i teknologiforståelse som en del af Lærerens Grundfaglighed, men vi vil hævde, at opdelingen mellem at sende de studerende på afveje i et brugerinterface som en vej til frustration over ikke at kunne gennemskue den underliggende teknologi for efterfølgende at give de studerende adgang til at få erfaringer med det underliggende programmeringsniveau på disse digitale artefakter kan ses som et strong concept for undervisning i teknologiforståelse som en del af Lærerens Grundfaglighed. Samtidig ser vi også koblingen mellem klassiske didaktiske og pædagogiske teorier og teknologiforståelse som en aktualiserende kontekst som et strong concept.

Konklusion

Denne artikel har undersøgt teknologiforståelse som et element i undervisningen i klassisk pædagogisk og didaktisk teori i faget Lærerens Grundfaglighed på Læreruddannelsen ud fra følgende spørgsmål:

Hvordan integreres teknologiforståelsesfagets kompetenceområder med klassisk Lærergrundfaglighed, således at teknologiforståelse dels bliver en grundlæggende lærerfaglighed og dels bidrager til de lærerstuderendes egen dannelse?

Vi har i artiklen undersøgt, hvordan lærerstuderende dannede syntenser mellem teknologiforståelse og modulets klassiske pædagogiske og didaktiske teori. Undersøgelsens resultater diskuteres afslutningsvist i forhold til de studerendes myndighed samt Klafkis begreber om epoketypiske nøgleproblemer og kategorial dannelse. Vi har i vores undersøgelser taget udgangspunkt i faget Lærerens Grundfaglighed, der i forvejen er tungt mht. dannelsesbidrag, og undersøgt, om vi kunne tilføje en ny dannelsesdimension. Vores undersøgelse peger på, at teknologiforståelse i denne sammenhæng potentielt kan give et dannelsesbidrag ift. de digitale teknologier, som er en stor del af undervisningen og det samfund, skolen fungerer indenfor. Særligt peger undersøgelsen på, at der kan være et potentiale for, at studerende kan anvende LG's dannelseslitteratur til at forstå digitale teknologiers betydning i skolen, og omvendt, at digitale teknologier kan være eksempler



på epoketyperiske nøgleproblemer, der kan fungere som kontekst for undervisningen i dannelseslitteraturen. Endelig ser det ud til, at det potentielt kan være frugtbart med undervisning som en vekselvirkning mellem brug/oplevelser, der fører studerende på afveje, og produktion/erfaring, der fører studerende bagom teknologien, som en vej til digital myndiggørelse og dannelse.

Referencer

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries*. OECD Education Working Papers, No. 41. OECD Publishing (NJ1).
- Andersson, C. (1995). *Läras för skolan eller skolas att lära – tankemodeller i lärarutbildning*. Uppsala Studies in Education, nr. 63. Doktorafhandling. Uppsala University Publications.
- Beyer, H., & Holtzblatt, K. (1998). *Contextual design: Defining customer-centered systems*. Morgan Kaufmann.
- Blikstein, P. (2008). Travels in Troy with Freire: Technology as an agent of emancipation. I: *Social Justice Education for Teachers* (s. 205-235). Brill Sense.
- Dalsgaard, P. (2009). *Designing Engaging Interactive Environments: A Pragmatist Perspective*. Aarhus University.
- Danholt, P. (2021). Technology Comprehension in a More-Than-Human World. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, 10, 169-190. <https://doi.org/10.7146/lt.v6i10.125722>
- Dreyøe, J., Tamborg, A.L., Lisborg, S., & Hermansen, J. (2019). Teknologiforståelse og adaptive tests i skolen: Læreres viden om og anvendelse af de nationale test. *Studier i Læreruddannelse og -profession*, 4(1), 104-124. <https://tidsskrift.dk/SLP/article/view/117982>
- Fibiger, J. (2020). *Teknologiforståelser: Filtret ind og ud af teknologiens verden*. Samfundslitteratur.
- Frayling, C. (1993). *Research in Art and Design*. Royal College of Art Research Papers series 1.
- Graf, S.T. (2018). Wolfgang Klafkis dannelsesteori. *Kvan*, 52-67.
- Hansen, T.I. (2020). Oplevelse, erfaring og erkendelse. I: *Didaktisk opslagsbog* (1. udg., s. 221-227). Hans Reitzels Forlag.
- Hjorth, M., Smith, R.C., Iversen, O.S., Loi, D., & Christensen, K.S. (2016). Educating the Reflective Educator: Design Processes and Digital Fabrication for the Classroom. I: *Fablearn '16: proceedings of the 6th annual conference on creativity and making in education* (s. 26-33). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3003397.3003401>
- Hjorth, M. (2019). *The K-12 Maker Studio: Towards Teaching and Development of Design Literacy in Educational Maker Settings*. Aarhus University. <https://doi.org/10.7146/aul.355>
- Höök, K. & Löwgren, J. (2012). Strong concepts: Intermediate-level knowledge in interaction design research. *ACM Transactions on Computer –Human Interaction*, 19(3), Article 23, 18 pages. <https://doi.org/10.1145/2362364.2362371>
- Iskov, T., & Tange, N.B. (2021). *Dannelse i pædagogisk praksis – om den praktiske nødvendighed og anvendelighed af et sensibiliserende sprog og en ikke-forudsigende didaktik*. In prep.
- 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 prac-

- tices. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcci.2016.01.001>
- Iversen, O.S., Dindler, C., & Smith, R.C. (2019a). Computational Empowerment: Participatory Design in Education. *CoDesign*. <https://doi.org/10.1080/15710882.2020.1722173>
- Iversen, O.S., Dindler, C., & Smith, R.C. (2019b). *En Designtilgang til Teknologiforståelse*. Dafolo.
- Kanstrup, K.H., Wagner, M.L., Van Mechelen, M., Sejer Iversen, O., & Dindler, C. (2021). Scaling Digital Design Literacy in K-9 Education Through the Fellowship Program. I: *FabLearn Europe/MakeEd 2021 – An International Conference on Computing, Design and Making in Education* (s. 1-9).
- Karlsen, J.T., & Spernes, K. (2016). Kommunikation og samspil – betydning for læring. I: Svanberg, R., & Wille, H.P. (red.), *Læring på vej mod den professionelle lærer* (s. 245-272). Klim.
- 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>
- Klafki, W. (2001). *Dannelsesteori og didaktik – Nye Studier*. Klim.
- Kloster, T. (2020). *Børn skal bære deres skoletaske selv* [podcast]. KLFnets podcaster, Københavns Lærerforening. Hentet fra: <https://www.spreaker.com/user/klfnets/tungta-ske-editfinal>
- Loughran, J., & Berry, A. (2005). Modelling by teacher educators. *Teaching and teacher education*, 21, 193-203. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2004.12.005>
- Lund, J. (2018). Uddannelsesforståelser i læreruddannelsen – belyst gennem litteraturstudier og empiriske undersøgelser blandt undervisere. *Studier i læreruddannelse og -profession*, 3(1), 3-31. <https://doi.org/10.7146/lup.v3i1.97264>
- Løgstrup, K.E. (1985/2005). Skolens formål. *Folkeskolen.dk*. Hentet fra https://dpu.au.dk/fileadmin/www.dpu.dk/forskning/videstreamingfraloeogstrupkonference/nyheder_2007_20071119133744_loegstrup-skolens-formaal.pdf
- Nelson, H.G., & Stolterman, E. (2012). *The design way: Intentional change in an unpredictable world*. MIT Press.
- Philipps, M.R., & Foug, S.S. (2020). *Teknologiforståelse i et scenariedidaktisk perspektiv: indskoling, mellemtrin og udskoling* (1. udg.). Hans Reitzels Forlag.
- Slot, M.F., Schrøder, V. & Hjorth, M. (2021). *Undervisere på læreruddannelser: Indfør fag om teknologiforståelse i folkeskolen*. Kronik i Altinget.dk. <https://www.altinget.dk/digital/artikel/undervisere-paa-laereruddannelser-indfoer-fag-om-teknologiforstaelse-i-folkeskolen>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.10.002>
- Smith, R.C., Iversen, O.S., & Veerasawmy, R. (2018). Impediments to digital fabrication in education: A study of teachers' role in digital fabrication. I: *Information and technology literacy: Concepts, methodologies, tools, and applications* (s. 301-319). IGI Global.
- UVM (2018a). *Kommissorium for den rådgivende ekspertskrivegruppe for forsøgsprogram for styrkelse af teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/folke/pdf18/jan/180124-kommissorium-for-raadgivende-ekspertskrivegruppe-teknologiforstaelse.pdf>
- UVM (2018b). *Læseplan for forsøgsfaget teknologiforståelse*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/181221-laeseplan-teknologiforstaelse.pdf>



- UVM (2019a). *Teknologiforståelse – måloversigt*. <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20Fælles%20Mål.%20Tilgængelig.%20Teknologiforståelse.pdf>
- UVM (2019b). *Ordlister over fagbegreber i teknologiforståelse i folkeskolen*. <https://emu.dk/sites/default/files/201911/GSK.%20Teknologiforståelse.%20Ordlister.pdf>
- Van Mechelen, M., Wagner, M.L., Baykal, G.E., Charlotte Smith, R., & Iversen, O.S. (2021). Digital Design Literacy in K-9 Education: Experiences from Pioneer Teachers. I: *Interaction Design and Children* (s. 32-42). <https://doi.org/10.1145/3466725.3466730>
- Voogt, J., & Roblin, N.P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competencies: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3), 299-321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Wagner, M.-L., Iversen, O.S., & Caspersen, M.E. (2020). Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computational empowerment i den danske grundskole. *Unge Pædagoger*, 1. <https://u-p.dk/vare/2020-nr-1/>
- Zimmerman J., Forlizzi J. (2014). Research Through Design in HCI. I: Olson J., Kellogg W. (red.), *Ways of Knowing in HCI*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0378-8_8