



Forsøgsvalgfaget teknologiforståelse 2017 - 2020

Rapport over de foreløbige erfaringer fra
de første to år i udviklingsprojektet

Udarbejdet for Børne- og Undervisningsministeriet
af
Center for Computational Thinking & Design
Aarhus Universitet



AARHUS UNIVERSITET



Titel Forsøgsvalgfaget teknologiforståelse
2017 - 2020

Undertitel Rapport over de foreløbige erfaringer fra
de første to år af udviklingsprojektet

Forfatter Marie-Louise Wagner
Videnskabelig assistent
Center for Computational Thinking &
Design, Aarhus Universitet

Afdeling Afdeling for Digital Design og
Informationsvidenskab

Adresse Helsingforsgade 14
8200 Aarhus N

URL www.cctd.au.dk

Udgivelsesår 2020

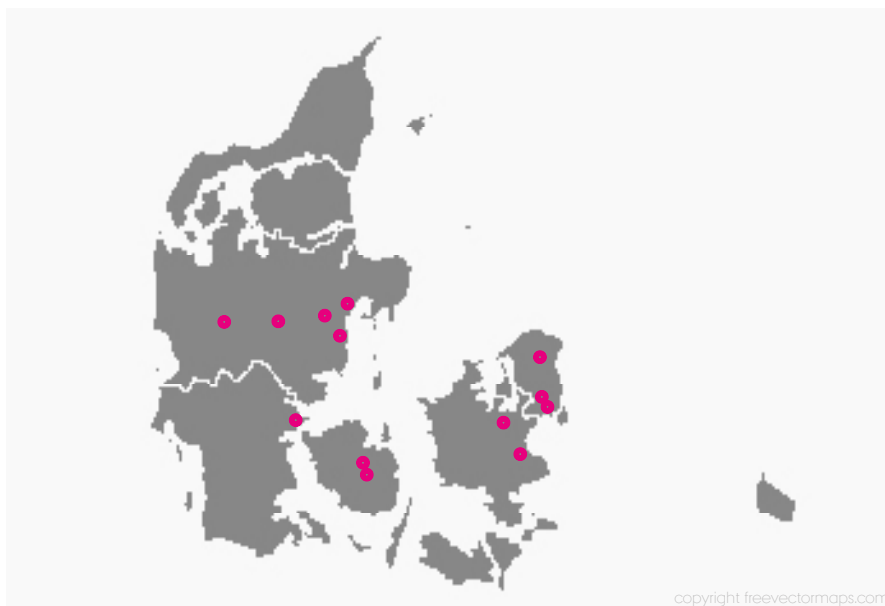
Sideantal 30 sider eksklusiv bilag

0. Resumé.....	2
KAPITEL 1	5
Projektformål	6
1.1. Projektets ramme og formål.....	6
1.2. Projektets metode.....	6-7
1.3. Fælles Mål og nyt fagområde.....	7-8
KAPITEL 2	9
Forsøgsskolerne	10
2.1. Lærerprofiler	10-11
2.2. Udfordringer - den nye lærerrolle.....	12
KAPITEL 3	15
Projektets design	16
3.1. Aktivitetsoversigt.....	17-18
3.2. Erfaringsopsamling.....	18
3.2.1. Lærerinterviews	18-21
3.3. Implementeringsstøtte	21-24
3.4. Konferenceaktivitet.....	24-25
KAPITEL 4	26
Samlende evaluering og status	27
4.1. Foreløbige erfaringer	27-28
4.2. Grundlag for videre evaluering (endelig rapport 2020).....	28
4.3. Status på skoler	28-30
4.4. Tak	30
Bilag	31-

Resumé

0. Resumé

Forsøgsvalgfaget teknologiforståelse i folkeskolen er et udviklingsprojekt, der forløber over en treårig periode fra 2017 til 2020 på 13 udvalgte folkeskoler i Danmark. Til forsøgsvalgfaget er der blevet udarbejdet Fælles Mål og læseplan af en ekspertskrivegruppe, og projektets overordnede formål er en afprøvning af Fælles Mål. Der har gennem projektets to første år været en tæt erfaringsopsamling og kompetencestøtte til de deltagende skoler og de lærere, der har deltaget i udviklingsprojektet. Disse aktiviteter har været varetaget af Center for Computational Thinking & Design på Aarhus Universitet, der også er hovedforfattere til denne rapport. Rapporten indeholder en gennemgang af erfaringsopsamlingen og den tilhørende implementeringsstøtte, der er blevet gennemført i de to første år af udviklingsprojektet.



Figur: Geografisk repræsentation af de 13 deltagende skoler ved projektets start i 2017.

I projektbeskrivelsen for forsøgsvalgfaget er målsætningen om at kunne opfylde projektets formål understøttet af en række aktiviteter, der har fokus på lærernes kompetencer ind i fagligheden for teknologiforståelse som valgfag. Det har været centralt for projektet, at forsøgsvalgfaget kunne udvikle sig inde fra klasseværelserne, og kompetenceudvikling af lærerne har dermed været et stort fokusområde gennem de to første år af projektet. Hensigten med kompetenceudviklingen har været at klæde lærerne på til at gennemføre undervisning på baggrund af de udviklede Fælles Mål. Udgangspunktet for projektet er derfor at støtte de deltagende skoler og lærernes arbejde med det nye fagområde, hvor afprøvningen af Fælles Mål er med til at definere kompetenceudvikling af lærerne. Det har haft den konsekvens, at lærerne i projektet er blevet den primære målgruppe gennem projektets udvikling. Denne rapport udfolder denne udvikling på baggrund af de aktiviteter, der er blevet gennemført og opfyldt ud fra projektbeskrivelsen. Aktiviteter, der har vist sig at have betydning for projektets udvikling, hvor en opfyldelse af projektets formål har vist sig vanskeliggjort grundet manglende kendskab til Fælles Mål blandt lærerne ved projektets start.

Gennem den første erfaringsopsamling i projektet (lærerinterviews i efteråret 2017), bliver det klart, at projektets overordnede formål med afprøvningen af Fælles Mål er vanskeliggjort grundet manglende lærerkompetencer ind i fagligheden ved projektets opstart. Et fåtal af lærerne har haft de nødvendige ressourcer til at sætte sig ind i materialet for valgfaget, hvilket har medført en tendens til at fortsætte indhold fra tidligere valgfag i denne nye kontekst. Deres forhåbninger til at deltage i udviklingsprojektet afspejler også denne tendens, da lærerne overordnet ønsker indsigt i fagligheden, et netværk omkring fagligheden og kompetencer til at kunne varetage fagligheden. Dette har medvirket til et skift i projektets fokus, hvor lærernes forudsætninger for at varetage valgfaget, og dermed hvilken implementeringsstøtte og kompetenceudvikling, der er hensigtsmæssig i forhold til at klæde lærerne på til fremadrettet at kunne varetage fagligheden, har været prioriteret. Projektets overordnede fokus har dermed været på at afklare og imødekomme de udfordringer, der har haft betydning for lærernes rolle gennem udviklingsprojektet. Yderligere var det et ønske fra projektets side, at der undervejs kunne indsamles og deles undervisningsforløb, der var udviklet og gennemført på forsøgsskolerne. Med sit fokus på udvikling af lærerkompetencer og øget kendskab til fagligheden, har projektet endnu ikke været i stand til at generere undervisningsforløb, der ville kunne fungere som undervisningseksempler for andre undervisere. Det har i denne forbindelse heller ikke været muligt at inddrage et relevant elevperspektiv i denne rapport, der kunne afdække, hvorvidt de har gennemgået en progression i forhold til Fælles Mål.

På baggrund af rammerne for projektet, herunder projektets metode, der har fokus på lærernes udvikling gennem lærerinterviews, surveys og observationer ude på skolerne, defineres en række udfordringer i forhold til implementeringen af den nye faglighed i forsøgsvalgfaget teknologiforståelse. Disse udfordringer bliver introduceret gennem en kondensering af surveys udfyldt af de lærere, der har varetaget valgfaget lokalt på skolerne. Disse surveys repræsenterer således lærernes baggrunde, tidligere erfaringer, umiddelbare udfordringer i forhold til implementeringen af valgfaget og deres forhåbninger til at være en del af udviklingsprojektet. Udfordringerne manifesterer sig hovedsagligt i definitionen af den nye lærerrolle, der har vist sig at følge med implementeringen af forsøgsvalgfaget. Fagligheden er bygget op omkring problemorienteret undervisning, der skal kunne fungere på tværs af de to kompetenceområder programmering og design. Det betyder for mange af lærerne, at de skal undervise i en faglighed, der er endnu ukendt og uafprøvet for dem. Den problemorienterede undervisning er bundet op på en designfaglig tilgang, der involverer brugen af en procesorienteret tilgang, der skal kombinere kompetenceområderne i en vekselvirkning gennem et undervisningsforløb. Dette er med til at udfordre lærernes forudgående erfaringer og kompetencer ind i fagligheden, da rollen som underviser kan skifte til en vejleder, der lærer undervejs sammen med eleverne.

Overordnet er de foreløbige erfaringer bundet op omkring tre forhold, der i deres sammenhæng har udfordret implementeringen af valgfaget på forsøgsskolerne gennem de to første år af projektet:

- Manglende kendskab til Fælles Mål. Selve fagligheden i valgfaget lægger op til en undervisningsform, der fungerer som en vekselvirkning mellem de to kompetenceområder gennem procesorienteret undervisning. Lærerne har ikke haft tid eller ressourcer til at sætte sig ind i fagligheden forud for projektets start, hvilket har gjort det vanskeligt at gennemføre undervisning, der er bundet op på Fælles Mål.
- Lærerne har været udfordret på deres eksisterende kompetencer ind i fagligheden. Samtidig med at fagligheden har været ny og uafprøvet, så lægger den også op til problemorienteret

undervisning, der drives gennem en proces. Kombineret med manglende indsigt i Fælles Mål har den procesorienterede undervisning ofte betydet, at lærerne har haft en vejledende rolle i forhold til eleverne. Denne nye rolle har udfordret dem som undervisere, da de ofte har skullet lære sammen med eleverne gennem undervisningsforløbene. Denne øvelse kræver erfaring, tid og flere iterationer af undervisningsforløb, hvilket ikke har været muligt forud for projektstart. - Strukturen i form af et valgfag med 60 lektioner fordelt over et skoleår har været udfordrende for undervisningen. Det manglende kendskab til Fælles Mål kombineret med den nye lærerrolle bliver yderligere udfordret, når andelen af undervisningstimer ikke er mere end 60 lektioner.

Disse tre forhold har indvirket på projektets overordnede design, som det har formet sig gennem erfaringsopsamling og implementeringsstøtten gennem udviklingsprojektet. Erfaringsopsamlingen har gennem de første to år af projektet været centreret omkring lærernes forudsætninger for at varetage valgfaget, og hvilken implementeringsstøtte i form af kompetenceudvikling, der har været nødvendig for at kunne nå projektets overordnede formål, nemlig afprøvningen af Fælles Mål.

I 2020 gennemføres projektets sidste aktiviteter. De indeholder en afsluttende runde lærerinterviews, der skal give et indblik i, hvorvidt de gennemførte aktiviteter har været hensigtsmæssige gennem projektets levetid. Der vil i særlig grad være fokus på lærernes erfaringer med brugen af Fælles Mål i deres undervisning. Derudover vil der blive afholdt en seminardag for lærerne i projektet, hvor de gennem en tematiseret fokusgruppeaktivitet bliver inviteret til at dele erfaringer og viden med hinanden. Forhåbningen er, at aktiviteterne gennem projektet har bidraget positivt til lærernes udvikling ind i fagligheden og dermed afprøvningen af Fælles Mål. Lærerne var også inviteret til at deltage i FabLearn konferencen i april måned i Silkeborg.

Grundet coronasituationen i foråret 2020 var det ikke muligt at gennemføre de ovenfor nævnte aktiviteter (gennemførelse af de sidste lærerinterviews, afholdelse af seminardag og deltagelse i FabLearn konferencen, der blev aflyst). Der vil i stedet blive afholdt virtuelle interviews og en virtuel seminardag, som afvikles i løbet af efteråret 2020. Erfaringer herfra vil blive inkluderet i den endelige projektrapport. Aktiviteterne bliver sammenholdt med erfaringsopsamlingen gjort gennem denne rapport, og vil udgøre den endelige projektrapport, der forventes offentliggjort senere i efteråret 2020. Den endelige projektrapport vil derfor omhandle aktiviteterne fra projektets sidste år, og dermed forsøge at afdække, hvorvidt det er blevet muligt at undersøge afprøvningen af Fælles Mål.

Slutteligt i indeværende rapporten gives en status på forsøgsskolerne i projektet. Der har i skoleårets 2019/2020 været syv aktive skoler i projektet.

KAPITEL 1

Projektformål

Kapitel 1

Projektformål

I dette kapitel vil det overordnede formål med udviklingsprojektet blive gennemgået. Det gøres på baggrund af rammen for projektet, projektets metode og en gennemgang af hvilke elementer, der ligger til grund for den nye faglighed i forsøgsvalgfaget teknologiforståelse. Hensigten med dette kapitel er at give en introduktion til projektets indhold og præmisser, der er udgangspunktet for at blive i stand til at undersøge og definere, hvordan de formulerede Fælles Mål benyttes og fungerer i praksis ude på skolerne. Kapitel 2 indeholder i forlængelse heraf en gennemgang af skoleprofiler.

1.1. Projektets ramme og formål

Det overordnede formål med udviklingsprojektet vedrører implementeringsstøtte og erfaringsopsamling fra forsøgsvalgfaget i teknologiforståelse i folkeskolen. Forsøget forløber over tre skoleår i perioden 2017 - 2020. I forbindelse med udviklingsprojektet er der udarbejdet Fælles Mål, læseplan og vejledning for valgfaget (emu.dk). Der er forud for projektets opstart blevet udvalgt en gruppe på 13 skoler, som deltagere. Skolerne er fra projektets side udvalgt på den baggrund, at de ikke er langt fremme på it-området, men har begrænsede eller ingen erfaringer på området. Det er centralt for projektet, at valgfaget også får mulighed for at udvikle sig inde fra klasseværelserne. Det er således også projektets hovedformål at understøtte de deltagende skolars arbejde med det nye fagområde for at sikre praksisnær og kvalificeret viden. Erfaringer og viden herfra kan være med til at udvikle et relevant og bæredygtigt valgfag, som kan indgå i den faste valgfagsrække i folkeskolen. For at opnå dette mål er projektet metodisk tilrettelagt med et fokus på lærerne og deres opkvalificering af kompetencer i forhold til at blive i stand til at varetage og videreudvikle valgfaget.

Sideløbende med dette udviklingsprojekt er forsøgsprogrammet med teknologiforståelse i den obligatoriske undervisning blevet introduceret på 46 skoler i Danmark. Fagligheden i det projekt adskiller sig fra forsøgsvalgfaget, hvorfor det ikke er de samme Fælles Mål, der afprøves i begge projekter.

1.2. Projektets metode

Den opsatte ramme og formålet for udviklingsprojektet er afhængig af de skoler og de lærere, der er en del af det. Det betyder, at projektet har vægtet en praksisnær erfaringsopsamling, der har fokuseret på lærernes forudsætninger for at varetage valgfaget, og dermed afprøvningen af Fælles Mål. Disse forudsætninger har fokuseret på, hvorvidt lærerne var klædt på til at lave en motiverende og faglig funderet undervisning på baggrund af netop Fælles Mål. For at kunne undersøge dette, har det været nødvendigt med indgående kendskab til lærerne og deres praksis, hvilket har betydet et stort fokus på lærernes rolle gennem udviklingsprojektet. Hensigten er i forlængelse heraf at afsøge, hvilken form for kompetenceudvikling af lærere, der er hensigtsmæssig i forhold til at videreudvikle valgfaget. I den forbindelse har interviews af lærere været metoden til at opnå indsigt i, hvad deres forudsætninger har været for at opstarte og gennemføre undervisning i teknologiforståelse. Disse interviews har ligeledes fungeret som en indgangsvinkel til at undersøge, hvorvidt Fælles Mål blev benyttet af lærerne i forhold til at udvikle og gennemføre undervisning i valgfaget.

Det metodiske udgangspunkt gennem udviklingsprojektet indeholder først og fremmest en evaluering af lærernes forudsætninger for at kunne varetage undervisningen i teknologiforståelse i forhold til de nyudviklede Fælles Mål. Dermed har lærernes hverdag, praksis, erfaringer, succeser og udfordringer med valgfaget løbende været med til at skabe rammerne om dette projekt. Det har været

nødvendigt at undersøge lærernes forudgående viden og kompetencer inden for valgfagets faglighed, og i forlængelse heraf en vurdering af hvilke umiddelbare udfordringer og forhåbninger de har haft i forhold til at deltage i udviklingsprojektet (dette uddybes i kapitel 2 om forsøgsskolerne).

I overensstemmelse med projektformål og projektets metode afsøges følgende derfor gennem indeværende rapport:

1. En overordnet evaluering af lærerkompetencer i teknologiforståelse, hvor der fokuseres på lærernes forudsætninger for at lave en motiverende og faglig funderet undervisning i teknologiforståelse. Denne evaluering sker på baggrund af kvalitative interviews af lærere for at afsøge muligheder, trusler, svagheder og styrker ved samspillet mellem lærerens forudgående viden og implementering af det nye fag, herunder Fælles Mål for teknologiforståelse, i lærerens eksisterende praksis.
2. Interviews og observationsstudier fra undervisningen i teknologiforståelse danner fundament for tilrettelæggelse af den vurderede rette kompetenceudvikling og -støtte, der tilbydes lærerne i projektet. Dette udmunder i en anbefaling og vurdering af, hvilken form for undervisning af elever, der er hensigtsmæssig - og som tager hensyn til udviklingsprojektets ønske om, at valgfaget udvikles fra klasseværelserne og dermed bliver et bæredygtigt valgfag.

I det følgende afsnit vil der være en gennemgang af Fælles Mål og en præsentation af fagets identitet og rolle.

1.3. Fælles Mål og nyt fagområde

For at kunne rammesætte projektformålet er det nødvendigt at opridse det overordnede fagformål for valgfaget, herunder de to kompetenceområder design og programmering. Dette gøres for at kunne lave en definition af valgfagets identitet og rolle, der har betydning for de deltagende skolars implementering af valgfaget: Herunder en forståelse for de udfordringer og muligheder, der følger med den nye lærerrolle (jf. kapitel 2).

Fagformål og fagets identitet

Det følgende er uddrag fra Fælles Mål for teknologiforståelse som valgfag.

“Overordnet skal eleven i faget teknologiforståelse udvikle kompetencer til at producere og analysere digitale produkter. Dette opnås gennem:

Stk. 2. Eleverne skal gennem arbejde med remixing, videreudvikling og egenproduktion opnå indsigt i, hvorledes man udvikler, modificerer, evaluerer og raffinerer digitale produkter.

Stk. 3. I teknologiforståelse skal eleverne opnå forståelse af informatikkens muligheder og rolle som katalysator for forandringer i samfundet med henblik på at styrke deres forudsætninger for at forstå og agere meningsfuldt i et demokratisk og digitalt samfund, herunder konstruktivt og kritisk at kunne medvirke til at forme den digitaliserede virkelighed.”

Til dette er der formuleret kompetenceområder, der er opdelt i design og programmering. Inden for området design skal eleven efter 9. klasse kunne analysere og designe enkle digitale produkter og vurdere disse i et samfundsmæssigt perspektiv. Inden for området programmering skal eleven kunne programmere digitale produkter. Kompetenceområderne er yderligere opdelt i en række færdigheds- og vidensmål, som ikke bliver gennemgået her. I stedet fokuseres der på samspillet mellem kompetenceområderne, der skal bidrage til en undervisning, der er rettet mod at bringe teknologiforståelse som valgfag i en samfundsmæssig relevant kontekst.

Dette skal ideelt set ske gennem et dialektisk forhold mellem de to kompetenceområder, hvor opnåede færdigheder inden for de enkelte færdigheds- og vidensmål skal implementeres på tværs af design- og programmeringskompetencer. Dette ville sikre det overordnede fagformål for faget (stk. 3), hvor eleven bliver i stand til at kunne vurdere digitale produkter i et samfundsmæssigt perspektiv på baggrund af opnåede færdigheder inden for konstruktion og dekonstruktion af digitale produkter (programmering). Dette kræver, at eleven opnår en forståelse af centrale design- og programmeringsfaglige begreber for at kunne vurdere disse i en samfundsmæssig kontekst. Omdrejningspunktet for valgfaget er dermed elevernes egenproduktion (fra identifikation af eget eller andres problem til færdigt produkt), hvilket sikrer, at faget skrives ind i en samfundsmæssig relevant kontekst: Nye teknologier, der ændrer vores liv. Det overordnede ønske med valgfaget er, at det vil bidrage til at styrke elevernes evne til at kunne navigere i og forstå den digitale verden. Dette kræver, at både lærere og elever formår at arbejde procesorienteret, hvor der udvikles på en eller flere idéer gennem en iterativ proces.

På baggrund af første kapitels overordnede fokus på projektets ramme og det nye fagområde, vil der i det følgende kapitel være en beskrivelse af de deltagende skoler i projektet. Det har været nødvendigt for projektets opstart og efterfølgende udvikling af aktiviteter at kende udgangspunktet for de lærere, der har varetaget fagligheden. Både for at få indsigt i den aktuelle status af valgfaget, men også for at kunne understøtte udviklingen af deres viden og kompetencer (jf. afsnit 1.2.).

KAPITEL 2

Forsøgsskolerne

Kapitel 2

Forsøgsskolerne

Denne del af rapporten omhandler forsøgsskolerne, eksplicit lærernes forudsætninger for at varetage valgfaget, og dermed deres egen vurdering af de udfordringer og forhåbninger, de har til valgfaget og deltagelse i udviklingsprojektet. Dette kapitel fungerer som en forlængelse af det første kapitels introduktion til projektets formål, metode og fagligheden i valgfaget. Her blev det klarlagt, at netop lærernes rolle i udviklingsprojektet er afgørende for projektets succes, hvilket eksemplificeres gennem lærernes udfordringer og forhåbninger til valgfaget gennem indeværende kapitel. Det udmunder i et forsøg på at definere den nye lærerrolle i forbindelse med varetagelse af valgfaget, hvilket giver en indikation af, hvilken form for kompetenceudvikling, der er relevant og mest effektiv inden for projektets formål (jf. afsnit 1.1.)

Det er nødvendigt med et indgående kendskab til de enkelte skolars og læreres rammer, hverdagspraksis og kendskab til fagområdet forud for at kunne foretage en egentlig kompetenceudbygning af lærerne i henhold til fagligheden i teknologiforståelse. Dermed fungerer dette kapitel som en introducerende indgangsvinkel til at forstå og berettige den efterfølgende gennemgang af aktiviteter, som lærerne er blevet tilbudt gennem udviklingsprojektet (kapitel 3).

2.1. Lærerprofiler

Lærerprofilerne er sammensat på baggrund af det surveymateriale, der blev udfyldt af lærerne forud for kick off dagen i oktober 2017. Målet med at udsende dette survey inden det første møde var at få indsigt i lærernes faglige baggrund og tidligere erfaringer med området. Dernæst var der et ønske om at kende til de overordnede udfordringer og forhåbninger, som lærerne og skolerne havde til valgfaget, og dermed hvilket udbytte de kunne have gavn af ved at deltage i udviklingsprojektet. Den sammenfattede tabel kan findes i bilag 1, der giver et indblik i lærernes faglige profiler på de 13 forsøgsskoler. Tabellen repræsenterer derfor lærerne gennem deres svar, da de udfyldte det tilsendte survey. Dele af besvarelsene er blevet anonymiseret (se Bilag 1).

I det følgende vil en kort skitsering af de tre adspurgte fokusområder gennem surveyet blive kondenseret, og virke til at underbygge behovet for at definere lærerrollen i forhold til udfordringer ved implementeringen af valgfaget (jf. afsnit 2.2.).

Lærernes faglige baggrund og tidligere erfaring inden for området

Ved projektets start var der i alt 16 lærere fordelt på de 13 forsøgsskoler, heraf 13 mænd og tre kvinder. Direkte adspurgt svarer 15 ud af samtlige lærere, at de har en eller anden form for relevant baggrund eller tidligere erfaring i forhold til fagligheden i teknologiforståelse. Kun en lærer nævner, at vedkommende ikke har nogen faglig baggrund, der omfatter it og teknologi. Det kan dermed udledes, at lærerne har et generelt kendskab og erfaring med at inddrage og arbejde med teknologier i deres undervisning: For eksempel nævnes 3D print, laserskæring, LEGO Mindstorm og arbejde med programmering og kodning af mange lærere. Flere af lærerne er ligeledes opsøgende og deltager i kommunale projekter, der orienterer sig mod at udbrede og implementere kendskabet til teknologier og teknologiforståelse i forskellige fag. Nogle lærere har relevant efteruddannelse i form af master i It, Kommunikation og Organisation, en bachelorgrad i Multimedia Design eller benævner sig selv som værende autodidakt it-kyndig. Størstedelen af lærerne har dermed erfaring med og er bevidste om, hvordan og hvorfor teknologiforståelse kan være et vigtigt fag at implementere i deres undervis-

ning. Dette strider umiddelbart imod rammen for projektet, hvor de 13 skoler skulle være udvalgt på baggrund af deres manglende eller begrænsede erfaring på området (jf. afsnit 1.1.).

Lærernes umiddelbare udfordringer ved implementering af valgfaget

Til trods for at de fleste lærere som udgangspunkt har en faglig baggrund og/eller en tidligere erfaring med undervisning inden for området at trække på, er der en overordnet tendens at spore i forhold til, hvad de ser som umiddelbare udfordringer. Tid bliver nævnt af mange lærere, som den største udfordring i forhold til at få opstartet og implementeret den nye faglighed på deres egne skoler. Det er især tid til forberedelse, tid til fordybelse i teknologier og tid til at kunne dele og sparre om tanker og idéer med et netværk, der bliver nævnt. I forlængelse af dette nævnes manglen på et netværk og muligheden for at sparre lokalt på skolerne, som en stor udfordring for mange af lærerne. De føler det overvældende at stå alene med en ny faglighed, der udfordrer dem, hvilket for mange af lærerne betyder, at de skal lære sammen med eleverne og dermed bliver en slags facilitator eller vejleder ind i fagligheden, frem for autoriteten med mest viden. Dette hænger både sammen med valgfagets opbygning (at fagligheden er ny, den er ikke prøvet før, og der er lagt op til eksperimenterende undervisning jf. afsnit 1.3.), men også med den manglende tid til at blive introduceret til og blive fortrolig med fagligheden i valgfaget. Lærerne udtrykker, at de mangler inspiration til at udvikle undervisningsforløb, da de er usikre på selve fagligheden i valgfaget. Dermed bliver den største udfordring og usikkerhed i forhold til projektets formål, at lærerne ikke kender Fælles Mål eller føler, at de har tid eller ressourcer til at udforske dem.

Lærernes forhåbninger til valgfaget og udviklingsprojektet

I forlængelse af udfordringerne, er der også en række forhåbninger fra lærernes side til at være med i udviklingsprojektet. Overordnet ønsker lærerne at blive introduceret til fagligheden i valgfaget og dermed få større viden om Fælles Mål. De ønsker inspiration, netværksdannelse, idéer, teori og eksempler på problemorienterede undervisningsforløb, der kan fungere på tværs af fag. Der er et ønske om at blive klogere på kompetenceområdet for design i valgfaget, og hvordan dette kan indgå i en procesorienteret undervisning. De ønsker tid til fordybelse og tid til at kunne lære sammen med eleverne.

Opsummering

Ovenstående kondensering kan give en indikation af, hvilken lærertype, der varetager valgfaget på de enkelte forsøgsskoler. Det er svært at sige noget entydigt om lærerne, da deres udfordringer, forhåbninger og ønsker er forskellige - men de tre sammendragspunkter giver et overordnet billede af et behov for dybere indsigt i valgfagets faglighed, behov for netværksdannelse (inspiration og viden-delning) og et generelt behov for fordybelse og tid til at opnå fortrolighed i den nye faglighed. Hvordan dette er imødekommet gennem udviklingsprojektet vil blive behandlet yderligere i kapitel 3 omhandlende projektets design, erfaringsopsamling og den senere implementeringsstøtte.

2.2. Udfordringer - den nye lærerrolle

På baggrund af ovenstående kondensering af lærersurveys, kan der antydes en generel udfordringer i forhold til den lærerrolle, der følger med valgfaget.

Den nye faglighed fordrer nye og andre kompetencer, som lærerne ikke nødvendigvis føler sig klædt på til at kunne omfavne. Som ovenstående afsnit belyser, så er det en generel udfordring, at lærerne ikke har fået introduktion eller tid til at sætte sig ind i den nye faglighed forud for opstart. Kombineret med valgfagets struktur, der lægger op til en problemorienteret og eksperimenterende undervisningsform, har lærerne følt sig udfordret i forhold til deres eksisterende kompetencer. Lærerne har dermed ikke nødvendigvis følelsen af at besidde den rette viden for at kunne gennemføre undervisning, hvilket kan betyde, at de nogle gange føler, at de lærer sammen med eleverne. Deres rolle bliver en form for vejleder eller facilitator gennem undervisningen, hvilket for mange kan være nyt og dermed udfordrende. Dette kan ligeledes være en indikator for de manglende lærerkompetencer, der er identificeret gennem erfaringsopsamlingen. Dette bliver behandlet yderligere i afsnit 3.3. vedrørende implementeringsstøtten.

Med ovenstående udfordringer kategoriseret vil kapitel 3 gennemgå projektets design i forhold til at imødekomme udfordringerne for at kunne yde den optimale kompetencestøtte til lærerne.

KAPITEL 3

Projektets design

Kapitel 3

Projektets design

Rammen for udviklingsprojektet var en afprøvning af Fælles Mål, både i perspektiv af lærerne og af elevernes faglige udbytte af undervisningen i teknologiforståelse. Der viste sig dog hurtigt fra projektets opstart en række uforudsigelige forhold, der krævede en justering af fokus gennem projektets første to leveår. Gennem den første runde lærerinterviews stod det klart, at lærerne ikke havde haft mulighed for at blive introduceret til, eller haft forberedelsestid til at sætte sig ind i materialet for valgfaget. Dette betød at Fælles Mål ikke direkte blev benyttet som rettesnor i deres undervisning med teknologiforståelse. Hvis de blev brugt var det kun dele af dem, og ofte dem, der forholder sig til programmeringsdelen af kompetencerne i faget, da det var her lærerne havde forudgående erfaring. Der var ikke en konsekvent introduktion til de enkelte færdigheds- og vidensmål gennem undervisningen med eleverne, men i højere grad en løsrevet faglighed, der byggede på lærernes forudgående viden og kompetencer inden for design og programmering. Derfor har projektet i højere grad haft fokus på lærernes forudsætninger for at varetage valgfaget, og herigennem deres behov for kompetenceløft og støtte gennem projektet. Det har ikke været oplagt eller muligt at foretage egentlige målinger af elevernes udbytte af Fælles Mål, eftersom de overordnet ikke er blevet introduceret til disse. Det har for projektledelsens side været vigtigt at imødekomme lærernes umiddelbare udfordringer i forhold til implementeringen af valgfaget, før elevperspektivet bør inddrages.

For at kunne imødekomme lærernes umiddelbare udfordringer, bekymringer og forhåbninger ved at deltage i udviklingsprojektet er erfaringsopsamlingen og den efterfølgende implementeringsstøtte designet ud fra ønsket om at støtte lærerne. Erfaringsopsamlingen har derfor et naturligt fokus på lærerne i forhold til at undersøge deres forudsætninger for at varetage valgfaget. Dette er i overensstemmelse med projektets metode (jf. afsnit 1.2.), hvor netop varetagelse af undervisning i teknologiforståelse og de nyudviklede Fælles Mål danner rammen om projektets fokus. Implementeringsstøtten sker i naturlig forlængelse af og i kombination med erfaringsopsamlingen gennem projektet.

Dette kapitel starter med en aktivitetsoversigt, der illustrerer samtlige initiativer gennem projektet. Dernæst følger et sammendrag af erfaringsopsamlingen, der har dannet fundament for kompetenceudviklingen gennem projektet. Dette skal understøtte kapitel 2's fokus på forsøgsskolerne og deres forudsætninger for at deltage (aktivt) i projektet, og senere bidrage til en forståelse for den aktuelle status af valgfaget (kapitel 4).

Selve designet af erfaringsopsamling og senere implementeringsstøtte er et mix af metoder, der løbende er blevet tilføjet og formuleret i takt med projektets progression. Det overordnede fokus har været på at møde hovedformålet for udviklingsprojektet, samtidig med, at der er taget hensyn til lærernes hverdagspraksis og evne til opnå ejerskab i valgfaget.

3.1. Aktivitetsoversigt

Nedenstående er en overordnet gennemgang af samtlige aktiviteter, der har fundet sted i projektets første to leveår, samt en skitsering af planlagte aktiviteter for 2020.

2017

Oktober

Kick off dag i projektet, Odense. Deltagelse fra forsøgsskolerne (lærere og ledere) og kommunkonsulenter. Faglige oplæg fra Ole Sejer Iversen og Michael Caspersen. Fokus på netværksdannelse og videndeling skolerne imellem (se Bilag 2).

Oprettelse af Facebookgruppe for de deltagende skoler, der fungerer som et sted at dele viden og inspiration, primært benyttet af lærerne.

November og december

Projektledelsen på første skolebesøg på de 13 forsøgsskoler. Behovsafdækning og interviews.

December og januar (2018)

Udvikling af kompetencestøtte på baggrund af skolebesøg og lærerinterviews. Udmunder i undervisningstilbud i form af to workshops, der tilbydes lærere, ledere og kommunkonsulenter at deltage i.

Forskning

I efteråret 2017 udarbejdelse af forskningsartikel til konferencen FabLearnEU 2018, Trondhjem, Norge: "Technology Comprehension - Scaling Making Into a National Discipline". Forfattere: Ari Tuhkala, Marie-Louise Wagner, Nick Nielsen og Ole Sejer Iversen. Denne blev præsenteret på FabLearnEU konferencen 2018.

2018

Januar

Undervisningsudvikling fortsat.

Februar og marts

Afholdelse af undervisning i form af to dages workshop afholdt på ITU i København for skolerne på Sjælland, og to dages workshop afholdt på Aarhus Universitet for skolerne på Fyn og i Jylland.

Fokus på Fælles Mål gennem faglige oplæg, gruppearbejde, videndeling og udvikling af undervisningsforløb til egen undervisning. Den

sidste workshopdag havde ligeledes fokus på udarbejdelse af poster over undervisningsforløb i grupper til bidrag på FabLearnDK 2018 i Kolding.

April

Deltagelse i FabLearnDK 2018 på Innovationsfabrikken i Kolding. Teknologiforståelse bidrog med en postersession og var repræsenteret med 25 tilmeldte lærere til konferencen.

Juni

Gratis tilbud til lærere fra forsøgsskolerne om at deltage i kurset "Designprocesser og fabrikationsteknologier" afholdt på Aarhus Universitet i efteråret 2018. Kurset var ikke en del af udviklingsprojektet. Fem lærere fra forsøgsskolerne deltog i kurset, der indeholdt tre seminar dage faciliteret på Aarhus Universitet, tre læsegruppedage og tre dage i laboratorie/makerspace.

Oktober, november og december

Projektledelsen på andet skolebesøg på de 13 forsøgsskoler. Behovsafdækning og interviews.

2019

Januar og februar

Undervisningsudvikling. Planlægning af seminar dag for lærerne med fokus på conferencebidrag (FabLearnDK 2019), videndeling og information om progressionen i projektet.

Marts

Afholdelse af seminar dag, herunder planlægning af workshopbidrag til FabLearnDK 2019. Deltagelse i Danmarks Læringsfestival d. 13/3 2019, hvor undervisningserfaringer eksemplificeret i konkrete undervisningsforløb i valgfaget præsenteres for interesserede tilhørere.

April

Deltagelse i FabLearnDK 2019 i Spinderihallerne, Vejle. Udviklingsprojektet bidrog med en workshop, der havde fokus på at dele erfaringer og konkrete undervisningsforløb fra valgfaget.

August/september

Status på valgfaget indsamles fra deltagende skoler. Skolebesøg for skoleåret 2019/2020 planlægges.

Oktober og frem til februar 2020

Projektledelsen på sidste runde skolebesøg. Fokus på lærerinterviews og lærernes udbytte af de to første år af udviklingsprojektet.

Udarbejdelse og aflevering af første projektrapport med foreløbige erfaringer fra projektets to første år.

2020

Januar

Gennemførelse af lærerinterviews.
Planlægning af forårets afsluttende aktiviteter i projektet.

Marts og april

Aktiviteter i marts og april blev aflyst grundet corona og er angivet i det følgende med kursiv. Deltagelse i FabLearnDK 2020 på Campus

Bindsevsplads, Silkeborg. Lærerne får som afslutning på udviklingsprojektet tilbud om at deltage i konferencen, uden at skulle bidrage med oplæg i år.

Afholdelse af afsluttende seminardag for lærerne i projektet på Aarhus Universitet. Fokus på videndeling, erfaringer gjort gennem projektet og Fælles Mål.

Juni

Offentliggørelse af første rapport om foreløbige erfaringer i forsøgsvalgfaget teknologiforståelse.

Efterår 2020

Afholdelse af virtuel seminardag for lærerne i projektet, der erstatter forårets aflyste aktiviteter grundet corona.

Udarbejdelse og offentliggørelse af endelig projektrapport.

3.2. Erfaringsopsamling

For at kunne målrette indholdet af kompetenceudviklingen til lærerne i projektet, vil der gennem den løbende erfaringsopsamling blive gjort relevante nedslag, der har haft direkte betydning for udformningen af implementeringsstøtten. Derfor vil alle aktiviteter ikke blive gennemgået i det efterfølgende kapitel, men de aktiviteter, der har haft relevans for den samlede evaluering af valgfaget og de foreløbige erfaringer vil blive inddraget (jf. kapitel 4).

Erfaringsopsamlingen er sket løbende gennem projektet, og fokus har dermed været på at tilpasse metoder og indsamlingen til de deltagende skoler og samtidig sikre, at det overordnede formål for projektet imødekommes. Den metodiske fremgangsmåde bærer præg af både kvantitative såvel som kvalitative metoder. Benyttelse af surveys i forhold til at afdække de enkelte skolers profiler, samt benyttelse af surveys til at undersøge lærernes udbytte af interventionerne gennem workshops er af kvantitativ karakter. Derudover har der været to omgange af lærerinterviews, der har fokuseret på en kvalitativ indsamling af erfaringer baseret på lærernes umiddelbare oplevelser med valgfaget. Erfaringsopsamlingen har bidraget til udformningen af den implementeringsstøtte, der er blevet ydet gennem projektet i form af workshops og deltagelse i FabLearnDK konferencen i 2018 og 2019.

I det følgende vil generelle overvejelser i forbindelse med lærerinterviews blive gennemgået, og en kondensering af de to interviewrunder har bidraget til at kvalificere baggrunden for den udformede implementeringsstøtte.

3.2.1. Lærerinterviews

Interviews af lærere gennem projektet har fungeret som en illustration på den progression, der er sket gennem udviklingsprojektets to første år. Der er tilbudt interviews af primær underviser i valg-

faget teknologiforståelse til alle deltagende skoler i projektet. Første interviewrunde fandt sted umiddelbart efter projektets opstart i efteråret 2017, og tog udgangspunkt i hvordan undervisningen blev tilrettelagt i forhold til de nyudviklede Fælles Mål for valgfaget, og hvordan den enkelte skole og lærer(e) håndterede den nye faglighed ud fra eksisterende viden og didaktiske praksis. Anden interviewrunde fandt sted i efteråret 2018 efter lærerne var blevet tilbudt og havde deltaget i workshops og været på FabLearn 2018.

Til begge interviewrunder blev der forud formuleret en interviewguide, der skulle virke til at give et så ensartet indblik i lærernes håndtering af valgfaget, som muligt. I nedenstående vil en kort gennemgang af de to interviewguides finde sted, og enkelte spørgsmål vil blive gennemgået for at illustrere behovet for at kende lærernes udgangspunkter for deltagelse og afvikling af valgfaget. Interviews har også fungeret som en måde at oparbejde kendskab og fortrolighed med de involverede lærere i projektet, hvilket er essentielt når de skal åbne op for deres egen praksis, og hvordan de arbejder ud fra en faglighed, der for mange er ny og ukendt.

Lærerinterviews første runde (skoleåret 2017/2018)

Første interviewrunde havde fokus på lærernes håndtering af valgfaget, herunder deres kendskab til fagligheden og hvordan denne blev formidlet til eleverne. Ønsket var derudover at kunne afdække, hvordan de enkelte skoler havde opsøgt og senere valgt at implementere valgfaget. Det følgende er en kondensering af i alt 13 interviews.

Direkte adspurgt gennem interviewet svarede størstedelen af lærerne, at de ikke havde orienteret sig i materialet for forsøgsvalgfaget. Årsagerne til dette var hovedsageligt mangel på tid, da det i de fleste tilfælde ville ligge ud over deres normale forberedelsestid. Derudover var der variation på skolerne i, hvordan og på hvilket grundlag, de havde tilmeldt sig forsøget: Nogle lærere havde selv opsøgt forsøget i samarbejde med ledelsen, og andre var blevet orienteret om, at de var en del af forsøget fra ledelsen umiddelbart inden skoleårets begyndelse. Manglen på en overordnet introduktion til den nye faglighed i teknologiforståelse koblet med en forholdsvis kort forberedelsestid op til projektets start, har vist sig at være en gennemgående udfordring for de deltagende skoler. Tendensen blev, at mange af skolerne havde tilrettelagt undervisningen i teknologiforståelse på baggrund af den enkelte lærers forudgående viden, og dermed er fagligheden ikke blevet bundet op på de nyformulerede Fælles Mål for valgfaget. Man har derimod fortsat et eksisterende valgfag, hvor enkelte elementer har været genkendelige i fagligheden for teknologiforståelse. Det var typisk inden for STEM-orienterede valgfag. Enkelte skoler adskilte sig og havde i første omgang valgt at fokusere udelukkende på design i kontekst af innovation og entreprenørskab, for senere at implementere udvalgte teknologier eller programmeringsfærdigheder. Innovation og entreprenørskab er imidlertid ikke en del af fagligheden i valgfaget, og kan måske karakteriseres som en fejlfortolkning, da lærerne ikke har haft indgående kendskab til kompetenceområdet design. Fælles for skolerne var dog, at de ikke beskæftigede sig bevidst med Fælles Mål, herunder de enkelte færdigheds- og vidensmål for de to kompetenceområder i valgfaget.

På baggrund af ovenstående kunne der udledes, at lærerne havde udfordringer med at identificere og implementere Fælles Mål for valgfaget i deres undervisning, da de ikke var blevet introduceret til disse eller havde haft tid til at sætte sig ind i fagligheden. Konsekvensen blev, at fagligheden i valgfaget kom til at stå løsrevet fra det overordnede formål med faget (jf. afsnit 1.3.), og at der overordnet

blev fokuseret på programmeringsfærdigheder. En forklaring på dette kunne være, at programmering umiddelbart virker mere konkret og i større grad kan eksemplificeres gennem STEM-orienteret undervisning, som mange af lærerne havde forudgående erfaring med. Design virkede derimod mere abstrakt og diffust for lærerne at inkorporere i deres undervisning og dermed præsentere for eleverne. De følte, at de manglede konkrete eksempler, metoder eller modeller, der meningsfuldt kunne tilføjes deres eksisterende praksis.

Lærernes manglende indsigt i fagligheden og dermed Fælles Mål, koblet med usikkerheden omkring kompetenceområdet for design, og hvordan de to kompetenceområder generelt kunne spille sammen, dannede grundlaget for det kompetenceløft, der blev implementeret henover foråret i 2018. Disse workshops og deres metodiske udgangspunkt er beskrevet senere i dette kapitel (jf. afsnit 3.3.).

Lærerinterviews anden runde (skoleåret 2018/2019)

Anden interviewrunde fandt sted i løbet af efteråret 2018. Disse interviews er gennemført efter lærerne var tilbudt workshops, deltagelse i FabLearn 2018 og et gratis kursus faciliteret af Aarhus Universitet. Det overordnede fokus ved dette skolebesøg var at undersøge, hvorvidt lærerne havde haft mulighed for at inddrage og arbejde videre med metoderne i egen praksis. Det var interessant at undersøge, om der for lærerne var sket en progression i forhold til at kunne udvikle undervisningsforløb, der kunne fungere på tværs af kompetenceområderne for valgfaget. Det var hensigten at finde ud af, om lærerne havde opnået en større fortrolighed med fagligheden i valgfaget.

I det andet skoleår af udviklingsprojektet, var der allerede sket en større udskiftning af lærere i valgfaget på de enkelte skoler. Det gør det problematisk at drage direkte konklusioner på effekten af de tilbudte aktiviteter gennem projektet, men kan stadig give en indikation på de generelle tendenser, der udfordrede valgfaget gennem det andet leveår.

Størstedelen af lærerne havde inkorporeret en form for designramme omkring deres undervisningsforløb, der skulle bidrage til at kunne arbejde problemorienteret gennem færdigheds- og vidensmålene for begge kompetenceområder. Dette betød, at eleverne blev præsenteret for virkelighedsnære problemstillinger, der skulle søges løst gennem udforskning og inddragelse af teknologi. Altså, en vekselvirkning mellem både design og programmering gennem et procesorienteret forløb, som blev illustreret for lærerne og arbejdet med på de tilbudte workshops. Denne form for undervisning viste sig dog at blive vanskeliggjort på grund af dels valgfagsformatet: Valgfaget er estimeret til 60 undervisningslektioner fordelt over et skoleår. Det er individuelt for skolerne, hvordan disse timer er fordelt, og kan variere mellem ugentlig undervisning til intensiv undervisning, hvor valgfaget bliver afviklet over en enkelt uge i efteråret og en uge i foråret. I forlængelse af dette nævnte flere lærere, at deres manglende kendskab til eleverne på valgfagsholdene gjorde det svært at tilrettelægge undervisning, der var relevant for dem og deres faglige niveau. Eksempelvis kan en lærer, der primært underviser i indskoling eller på mellemtrinnet, der kun møder eleverne i valgfagstimerne, have svært ved at danne en betydelig relation til eleverne. Denne manglende indsigt betød for flere af lærerne, at de havde tilrettelagt undervisning, der var svært for eleverne at identificere sig med, og dermed ikke blev gennemført.

I forhold til at opnå fortrolighed med fagligheden i valgfaget, blev den manglende tid til forberedelse igen nævnt som altafgørende faktor for de fleste lærere: De fleste af lærerne bruger egen tid på at søge

viden og dygtiggøre sig inden for især teknologier og programmeringssprog. Dette hænger sammen med den nye lærerrolle, der følger med valgfaget og introduktionen af en ny faglighed (jf. afsnit 2.3.). Der er en risiko for, at lærerne føler sig utilstrækkelige, når de skal integrere en faglighed, de ikke tidligere har beskæftiget sig indgående med. Denne utilstrækkelighed kan tolkes som manglende ejerskab for lærerne ind i fagligheden for valgfaget.

Dog kan det nævnes, at samtlige af de fem lærere, der sideløbende deltog i kurset på Aarhus Universitet, der netop omhandlede designprocesser og fabrikationsteknologier, drog paralleller til kursets indhold og deres egen undervisning i teknologiforståelse. På kurset fik de mulighed for at arbejde ud fra deres egen didaktik ind i en designmæssig faglighed, der inddrog brugen af teknologi. I forhold til de udbudte workshops inden for udviklingsprojektets rammer, kan kurset ses som en udbygning heraf. Lærerne har fået mere tid til at arbejde specifikt med en ny faglighed, og tiden viser sig at være en afgørende faktor for lærerne, når de skal tilegne sig og udvide denne.

3.3. Implementeringsstøtte

For at adressere de udfordringer, der havde vist sig gennem projektets første aktiviteter (kondensering af survey fra kick off dagen og den første runde af lærerinterviews) blev implementeringsstøtten tilrettelagt efter at kunne: (1) imødekomme manglende kompetencer hos lærerne, samt det manglende kendskab til Fælles Mål og (2) imødekomme behovet for netværksdannelse lærerne imellem, og give dem mulighed for at sparre, dele viden, inspiration og generelle erfaringer med hinanden.

Workshops - som metodisk kompetenceløft

Som behandlet i rapportens første kapitel fokuserer projektet på lærernes forudsætninger for at lave motiverende og faglig funderet undervisning i teknologiforståelse. Dette har imidlertid vist sig at være udfordret blandt andet grundet manglende lærerkompetencer (jf. kapitel 2). Gennem udviklingsprojektet var der indlagt "praksisnær vidensudvikling", som en del af implementeringsstøtten løbende fra januar til april 2018. Fra projektledelsens siden blev det besluttet, at denne praksisnære vidensudvikling skulle indeholde teori og introduktion til computational thinking og digitale designprocesser. Dette betød i praksis, at lærerne blev inviteret til at deltage i to heldagsworkshops, hvor computational thinking og digitale designprocesser var udgangspunktet for at kunne introducere en konkret måde at arbejde med kompetenceområderne for valgfaget. Hensigten var at give lærerne en tilpas mængde teori og konkrete øvelser, der kunne illustrere et fokus på en mere eksperimentel måde at arbejde med fagligheden på.

Det metodiske grundlag for begge workshops blev lagt ud fra, at vi som projektledelse ikke har eksakt viden om lærernes praksis og deres didaktiske rammer. Det har kun lærerne selv. Derfor vurderede vi, at det ikke ville fungere, hvis vi kom med prædefinerede undervisningsforløb, og bad lærerne om at appropriere disse i deres egen undervisningskontekst. Hvis undervisningsforløb skal være meningskabende for den enkelte lærer, og hvis de skal opnå en form for ejerskab i forløbene, så er vi nødt til at indarbejde deres pædagogiske ramme for at arbejde didaktisk med teknologier og designprocesser. Vi kan tilbyde dem teori og viden om forskellige teknologier, vi kan bidrage med en model for designproces og dermed begynde at definere indhold i undervisningsforløb. I fællesskab kan der diskuteres og vurderes i forhold til den enkeltes hverdagspraksis, og hvad der er meningsgivende og muligt for den enkelte lærer i de enkelte undervisningsforløb.

I alt to fulde workshopdage blev udarbejdet og afholdt med cirka en måneds mellemrum. Workshopsene er blevet tilbudt alle deltagende skoler som en del af udviklingsprojektet. I håb om stor tilslutning blev begge workshops afholdt i både Aarhus (Aarhus Universitet) og København (IT Universitet). På denne måde kunne lærerne fra de enkelte skoler selv afgøre, hvor i landet de ville deltage i to workshopdage. I det følgende vil der blive redegjort for indhold og aktiviteter på de enkelte workshopdage. Der vil også blive inddraget data i form af uddrag fra surveys, som lærerne udfyldte efter hver workshop. Disse benyttes til at belyse, hvorvidt workshopindholdet har indvirket positivt på lærernes egen opfattelse af tilegnede kompetencer.

Første workshop

Gennem idégenereringsfasen til denne workshop, ville vi som udgangspunkt ikke introducere lærerne for én bestemt teknologi, da vi frygtede niveauet ikke ville matche mangfoldigheden i lærernes forudgående kendskab til specifikke teknologier. Samtidig ville det være uoverskueligt ikke at sætte en ramme for, hvad indholdet til dagen skulle være. Dermed blev lærerne introduceret til en metafor for bjergbestigning: Hvis de stod for foden af Mount Everest ville det synes uoverskueligt at skulle klatre til toppen med din nuværende viden. Men hvis de blev placeret 100 meter fra toppen og selv skulle bestige den forholdsvis korte distance, ville de hurtigere opnå en succesoplevelse. Fra toppen ville de kunne overskue landskabet og mulighederne. Evnen til at skabe med teknologi er denne følelse af succes, og udbuddet af teknologier er Mount Everest.

Workshoppen indledtes med en introduktion til fagligheden i teknologiforståelse, herunder gennemgang af Fælles Mål. Dernæst var der fire introducerende moduler til computational thinking og digital designprocesser, micro:bit, kodning og slutteligt en åben designopgave, der involverede teorien fra dagens workshop. Den åbne designopgave var et eksempel på, hvordan lærerne kunne bringe teorien inden for computational thinking og designprocesser ind i en kontekst, der kunne tilpasses deres egen praksis, og dermed den virkelighed, de underviser i til hverdag. At arbejde parallelt med de to kompetenceområder for valgfaget gav lærerne et indblik i hvilke problemorienterede forløb, der kunne skabes omkring deres egen og elevernes hverdag - og hvordan diskussionerne kunne have sit afsæt heri, og dermed blive bragt op på et samfundsrelevant niveau, der var til at engagere sig i, både for lærerne selv, men også for eleverne.

Det ønskede udbytte af workshoppen var at bringe fagligheden for teknologiforståelse i et perspektiv, der anskueliggør for lærerne, hvordan de selv kan indarbejde og arbejde med deres interesser, faglighed og unikke viden om didaktik, og herigennem opnå en større fortrolighed med fagligheden i teknologiforståelse.

Lærernes udbytte af første workshop

Direkte adspurgt efter den første workshop, svarede lærerne overvejende, at de syntes, at workshopens indhold var meningsfuldt for dem. Endnu vigtigere er følelsen af, at de havde tilegnet sig ny viden, der kunne benyttes direkte i deres egen undervisning.

Ovenstående diagrammer understøttes af udsagn fra lærerne.

Hvad har du lært i workshoppen? (spørgsmål fra survey)

Citat fra lærer: "Fået idéer til at arbejde med virkelighedsnære problemstillinger for eleverne og fået

idéer til at inddrage forskellige teknologier i dette.”

Citat fra lærer: “Har fået lidt mere styr på designdelen.”

Citat fra lærer: “Vi blev præsenteret for en model, som hjalp til at strukturere et undervisningsforløb.”

Fra projektledelsens side ønskede vi at undersøge, om vores intention med ikke at bringe dem en række skræddersyede undervisningsforløb, havde haft en betydning. I stedet valgte vi at introducere og gennemgå de to kompetenceområder for faget, og sammen med dem diskutere og evaluere på, hvordan disse kan få betydning for hinanden i et dialektisk forhold. Vi ønskede at inddrage lærerne i en sådan grad, at deres egne visioner for faget kunne få en afgørende betydning, når de kom hjem til skolerne igen.

Hvordan vil du arbejde videre med det, du har lært, når du kommer hjem? (spørgsmål fra survey)

Citat fra lærer: “Tænke design og programmeringsdelen mere sammen.”

Citat fra lærer: “Jeg vil prøve at inkludere design-tankegangen i min undervisning.”

Citat fra lærer: “Give mit valghold nogle små hverdagsproblemer, som de skal løse ved hjælp af teknologi.”

Overordnet for den første workshop kunne det udledes, at lærerne umiddelbart havde opnået en forståelse af, at der kan arbejdes på tværs af færdigheds- og vidensmål inden for faget.

Anden workshop

Den anden fase af workshops bygger videre på den første, og bringer det samfundsmæssige perspektiv i teknologiforståelse i spil i form af lærerdiskussioner og inspirationsoplæg omkring teknologiens indvirke på samfund og individ. Der var fokus på sparring lærerne imellem, og de fik tid og rum til at dele erfaringer, frustrationer og succes historier med hinanden. Netværksdannelsen lærerne imellem er unik for et udviklingsprojekt, da de her kan søge hjælp og inspiration mellem hinanden. Dette falder igen ind under ønsket om at lærerne oparbejder en ejerskabsfølelse over valgfaget, der også skal få dem til at række bredere ud, og eventuelt inddrage kollegaer i deres lokale skoler.

Slutteligt i workshoppen var der afsat tid til at lærerne i grupper kunne forberede bidraget til FabLearnDK 2018 konferencen i form af posters over udvalgte undervisningsforløb.

Lærernes udbytte af anden workshop

Læringsudbyttet i denne workshop har en mere samfundsrelevant karakter, og lærerne pointerer, at dette også har stor betydning for fagligheden i teknologiforståelse.

Hvad har du lært i workshoppen? (spørgsmål fra survey)

Citat fra lærer: “Spændende snak om disruption og hvad mennesker skal arbejde med i fremtiden. Altid spændende at høre om andre praksis og hvilke sejre og nederlag man møder. Jeg er bedre klædt på til at diskutere faget teknologiforståelse berettigelse.”

Citat fra lærer: “En større afklaring omkring designprocesser og valg af problemstilling.”

Citat fra lærer: “Jeg har lært mere om, hvordan man kan inddrage kodning/programmering i undervisningen. Det har været meget værdifuldt, idet min egen forståelse på dette område hidtil har været en hæmsko for mig.”

Hvordan vil du arbejde videre med det, du har lært, når du kommer hjem? (spørgsmål fra survey)

Citat fra lærer: "Jeg var i forvejen inspireret til at lave et oplæg for mine kolleger og udbrede, hvad "teknologiforståelse" går ud på, og hvad det handler om. I dag fik jeg endnu mere lyst til at tage hjem og holde et oplæg."

Citat fra lærer: "Oplæg for mine elever - især på fablab-holdet."

Citat fra lærer: "Bruge erfaringerne i kommende forløb."

Ønsket med anden runde workshop var at give lærerne en viden, som de kunne bruge direkte i deres egen hverdag. Responsen fra lærerne bærer præg af, at flere af dem har fået lyst til at udbrede kendskabet til teknologiforståelse på tværs af fagligheder hjemme på skolen.

Forskningsartikel baseret på lærerdiskussioner gennem anden workshop

En samlende evaluering for de interventioner, der har fundet sted gennem projektet, bearbejdes i forskningsartiklen "Technology Comprehension - Scaling Making into a National Discipline", der blev præsenteret på den internationale konference FabLearn Europe 2018 i Trondhjem, Norge (se Bilag 3). Artiklens forfattere inkluderer projektledelsen fra Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet. De overordnede temaer i artiklen udspringer af databearbejdning fra lærerdiskussioner på anden workshop, hvor styrker og svagheder i valgfaget blev diskuteret ud fra lærernes perspektiv.

3.4. Konferenceaktivitet

I tillæg til workshopdeltagelse er lærerne blevet tilbudt en række initiativer, der har bidraget med netværk, vidensdeling og muligheden for at fremvise og diskutere udviklede undervisningsforløb for andre.

FabLearnDK 2018

"Computational Empowerment i læringsfællesskaber".

Onsdag d. 25. april 2018, Innovationsfabrikken, Kolding.

Lærerne i projektet fik tilbudt at deltage aktivt i FabLearnDK 2018 konferencen. Udviklingsprojektet bidrog med en postersession: "Teknologiforståelse 1.0 - Fælles Mål og de første erfaringer fra de 13 forsøgsskoler", hvor der fra projektledelsens side var en introduktion til projektet og fagligheden teknologiforståelse. Herefter præsenterede lærere fra forsøgsskoler posters, der illustrerede undervisningsforløb, de havde udviklet og arbejdet med gennem projektet.

Beskrivelse af bidraget: "Omdrejningspunktet for denne session er forsøgsvalgfaget teknologiforståelse. Vi vil redegøre for fagets berettigelse i den danske folkeskole, samt oversætte Fælles Mål til konkrete afprøvede undervisningsforløb præsenteret af de 13 forsøgsskoler. De første forskningsbaserede resultater fra projektet vil danne rammen, og vi vil invitere til dialog om fagets nuværende og fremtidige rolle. Denne session er særligt relevant for lærere, som allerede eller påtænker at arbejde med teknologiforståelse - både valgfag eller som mediepædagogisk værktøj i den daglige undervisning."

Forskningsbaseret kursus i "Designprocesser og fabrikationsteknologier"

Tilbud om gratis efteruddannelse på Aarhus Universitet.

Efterår 2018.

Fra projektledelsens side var der et ønske om at tilbyde skolerne fra udviklingsprojektet at sende en lærer fra hver skole afsted på forskningsbaseret kursus i "Designprocesser og fabrikationsteknologier" faciliteret og afholdt af Aarhus Universitet. Kurset blev udbudt af Aarhus Universitet, og blev afholdt i efteråret 2018. Dette ønske blev imødekommet af STUK/UVM, og i alt fem lærere fra skolerne var med. Kurset var en naturlig forlængelse og udbygning af de aktiviteter, der var blevet tilbudt gennem udviklingsprojektet, og gav de deltagende lærere mulighed og rammer for at udforske fagligheden i teknologiforståelse yderligere.

Danmarks Læringsfestival 2019

Nationalt netværk om teknologiforståelse.

Tirsdag d. 13. marts 2019, Bella Center, København.

Tre lærere fra forsøgsskolerne tilbød at deltage på Danmarks Læringsfestival, hvor de delte ud af deres erfaringer og undervisningsforløb gennem udviklingsprojektet.

Beskrivelse af bidraget: *"Hør erfaringer fra skoler, der har arbejdet med teknologiforståelse som valgfag siden 2017. Stand med oplæg fra skoler fra valgfagsprogrammet i teknologiforståelse; mulighed for at indgå i dialog"*.

FabLearnDK 2019

"Fremtidens fagligheder - fra famlende eksperiment til forskningsfunderet praksis".

Torsdag d. 25. april 2019, Spinderihallerne, Vejle.

På FabLearn 2019 bidrog projektet med en workshop session, hvor forsøgsskolerne præsenterede afprøvede undervisningsforløb. Hertil var der udarbejdet beskrivelser af forløbene, så deltagerne på workshoppen senere kunne søge inspiration i de enkelte oplæg.

Beskrivelse af bidraget: *"Introduktion til procesorienterede undervisningsforløb afprøvet gennem forsøgsvalgfaget Teknologiforståelse". Workshoppen giver en introduktion til at arbejde med design i en procesorienteret kontekst, hvor der vil blive inddraget forskellige teknologier i form af programmeringssprog og microcontrollers. Der vil undervejs være korte faglige oplæg, der guider workshopdeltagerne gennem designprocessen, og det er derfor ikke nødvendigt at have forudgående kendskab til designprocesser eller teknologier. Som deltager på denne workshop vil du møde lærere fra skolerne, der deltager i forsøgsvalgfaget teknologiforståelse, der startede i 2017. Du vil få indblik i de aktiviteter og undervisningsforløb, de har arbejdet med lokalt på skolerne gennem projektet. Workshoppen bygger på den faglighed, der ligger til grund for faget, og vil derfor have fokus på kompetenceområderne for design og programmering."*

Oversigten over forløbene kan findes på denne hjemmeside: kortlink.dk/xq9k

FabLearnDK 2020

Denne aktivitet blev ikke gennemført grundet corona.

"Digital myndiggørelse og livsduelighed".

Onsdag d. 29. april 2020, Campus Bindslevsplads, Silkeborg

Lærerne fra projektet tilbydes at deltage i FabLearnDK 2020, som afslutning på udviklingsprojektet.

KAPITEL 4

Samlende evaluering og status

Kapitel 4

Samlende evaluering og status

Dette kapitel vil bidrage med en samlende evaluering af de erfaringer, der er gjort gennem projektets to første år. Dette gøres ved at inddrage formålet for projektet, og hvordan de gennemførte aktiviteter har været hensigtsmæssige i forhold til afprøvningen af Fælles Mål. Hensigten er at kunne belyse, hvordan der er blevet arbejdet med kompetenceudvikling af lærerne ud fra projektets rammer, og dermed vurdere, hvorvidt dette har kunnet kvalificere en relevant undervisning af eleverne.

4.1. Foreløbige erfaringer

De foreløbige erfaringer i projektet knyttes an til formålet for projektet ved at fokusere på lærernes forudsætninger for at varetage valgfaget. Da det gennem projektet blev tydeligt, at lærerne ikke direkte benyttede Fælles Mål for faget, betød det en fokusering på lærernes forudsætninger for at varetage valgfaget. Ved at undersøge dette, blev det vurderet, hvilken form for kompetenceudvikling, der var relevant i forhold til at gøre lærerne i stand til at implementere Fælles Mål i egen undervisning. De foreløbige erfaringer vedrører dermed ikke direkte afprøvning af Fælles Mål, men i stedet de omstændigheder, der har vanskeliggjort, at dette var muligt. De foreløbige erfaringer i indeværende rapport anskueliggør dermed de udfordringer, der har fulgt med implementeringen af valgfaget. Kompetencestøtten gennem projektet har virket til (forhåbentligt) at kunne ansprede lærerne til at arbejde mere bevidst med Fælles Mål for valgfaget i det afsluttende år af projektet (jf. afsnit 4.2.).

Som det er blevet klarlagt gennem erfaringsopsamlingen, har lærerne især været udfordret på deres eksisterende kompetencer ind i fagligheden, der har været afgørende for indholdet i deres undervisning. Tendensen har overvejende været, at lærerne gjorde det, de plejede at gøre med valgfaget (fokuserede særskilt på programmeringsfærdigheder) inden de deltog i projektet, og sjældent eller aldrig forholdte sig til materialet formuleret herfor (Fælles Mål, vejledning og læseplan). Det har gjort valgfaget skrøbeligt ude på skolerne, da fagligheden har været bundet op på den/de enkelte lærere, der har varetaget faget og dermed ikke den formulerede faglighed. Kombineret med at fagligheden har været ny og endnu uafprøvet, har det været vanskeligt for skolerne at rekruttere nyt personale til at varetage valgfaget, hvilket muligvis kan forklare en del af frafaldet blandt de deltagende skoler i projektet (jf. afsnit 4.3.). I forlængelse af, at fagligheden ikke har fundet rodfæste i undervisningen, har det udfordret den problemorienterede karakter, som valgfaget er bundet op omkring. Her er det især samspillet mellem kompetenceområderne design og programmering, der har været med til at udfordre lærernes kompetencer. Resultatet har været, at der på mange skoler er blevet undervist i programmeringsfærdigheder, og at designprocessen har været vanskelig at gennemføre eller er blevet minimeret til simpel opgaveløsning. Udeblivelsen af den procesorienterede undervisning har udfordret valgfagets evne til at favne kompleks problemløsning, hvorfor det er vanskeligt at løfte faget til refleksioner over teknologiens indvirkning i et samfundsmæssigt perspektiv.

Dertil har fagligheden i valgfaget været begrænset af sin praktiske udformning, som værende et valgfagstilbud med 60 lektioner fordelt over et skoleår. Det har været forskelligt, hvordan de 60 timer er fordelt på skolerne: Nogle skoler har afholdt det intensivt over en uge i efteråret og en uge i foråret, andre har fordelt timerne over et halvt år eller et helt år. Udfordringen er sammenhængen mellem antallet af timer og den tid, det strækker sig over; faget bliver på nogle skoler ikke afholdt kontinuerligt og forhindrer undervisningen i at være procesorienteret, og lærerne udtrykker, at de ofte ikke når at lære eleverne på holdet at kende. Det kræver øvelse og erfaring at gennemføre procesorienteret

undervisning, hvilket har været en udfordring for de lærere, der har afholdt valgfaget over fx to uafhængige uger i løbet af et skoleår. Det kan være en stor fordel at gennemføre undervisningen over en længere periode, hvor lærerne undervejs kan justere og tilegne sig flere erfaringer i forhold til at drive en designproces. Sammenholdt med den nye lærerrolle, hvor lærerne ofte føler, at de skal tilegne sig og lære fagligheden sammen med eleverne, kan dette have bidraget til yderligere manglende overskud til at forholde sig til og implementere de Fælles Mål, der var formuleret for valgfaget.

Forhåbningen er, at de aktiviteter, der er blevet udviklet og gennemført gennem projektets første to år, har bidraget positivt til lærernes egen udvikling ind i fagligheden for valgfaget, og dermed benyttelse af Fælles Mål. Denne forhåbning vil blive undersøgt gennem projektets sidste og tredje år, hvorfor der ikke kan defineres endegyldige konklusioner i indeværende rapport. Den endelige projektrapport vil på baggrund af disse foreløbige erfaringer undersøge, hvorvidt det er blevet muligt at imødekomme projektformålet på baggrund af den implementeringsstøtte, der er givet gennem projektet. Bidraget vil have fokus på, hvilken kompetenceudvikling og -støtte, der er relevant for lærere, der skal varetage teknologiforståelsesfagligheden, både som valgfag men også som obligatorisk fag. Grundlaget for den videre evaluering og afsluttende projektrapport vil blive uddybet i nedenstående afsnit.

4.2. Grundlag for videre evaluering (endelig rapport 2020)

Der foreligger endnu en runde skolebesøg med lærerinterviews i det sidste år af projektet (i løbet af efteråret og vinteren 2019/2020), hvor de oplyste erfaringer i ovenstående afsnit er udgangspunkt for at afdække, hvorvidt interventionerne gennem projektet har haft indvirkning på lærernes håndtering af valgfaget. Der vil være fokus på, hvorvidt Fælles Mål i højere grad er en del af lærernes bevidsthed, og hvordan disse eventuelt er indarbejdet i undervisningsforløb ude på skolerne. Dette vil give et indblik i, hvordan lærernes aktuelle forudsætninger er for at varetage valgfaget, og dermed afprøvningen af Fælles Mål.

Derudover vil der i efteråret 2020 blive afholdt en virtuel seminardag for lærerne i projektet, som erstatter de aflyste aktiviteter i foråret 2020 grundet coronasituationen. Målet med seminardagen er videndeling blandt lærerne gennem en tematiseret fokusgruppeaktivitet, der kan styrke lærernes netværk og inspirere dem til at fortsætte med udviklingen af teknologiforståelsesfagligheden hjemme på deres skoler. En opsummerende erfaringsopsamling fra seminardagen vil bidrage til de endelige anbefalinger, der vil foreligge i den afsluttende projektrapport.

Den endelige projektrapport forventes offentliggjort i efteråret 2020, hvor de erfaringer, der er gjort gennem denne rapport vil danne grundlaget for en vurdering af hvilke anbefalinger, der kan videreføres og være retningsgivende. Både i forhold til fremadrettet at implementere teknologiforståelse som valgfag, men også med et fokus på, hvilken kompetenceudvikling og -støtte, der er relevant for de lærere, der eventuelt ville skulle varetage teknologiforståelse som obligatorisk fag.

4.3. Status på skoler

Udviklingsprojektet startede med 13 skoler fordelt i Danmark. Undervejs er der sket en reduktion af skoler, da der i indeværende projektår er syv skoler, der aktivt deltager i projektet. Disse skoler er illustreret i nedenstående tabel.

Forsøgsvalgfaget teknologiforståelse skoleåret 2019/2020	Navn på valgfaget	Elevfordeling
Præstemarkskolen	Teknologiforståelse	20 elever tilmeldt
Katrinédals Skole	Teknologiforståelse	11 elever tilmeldt
Lundgårdskolen	Digitalt design	60 elever tilmeldt
Holluf Pile Skole	Bio/Tek	19 elever tilmeldt
Mørkhøj Skole	Teknologiforståelse	25 elever tilmeldt
Skødstrup Skole	FabLab	9 elever tilmeldt
Endrupskolen	Bliv klar til fælles faglige fokusområder med microcontrollere	20 elever tilmeldt

Der er forskellige årsager til, at de skoler, der ikke længere deltager, har været nødsaget til at melde sig ud af projektet. Disse kan findes i nedenstående tabel.

Udmeldte skoler/deltager ikke i aktiviteter	Har ikke deltaget siden/været udmeldt siden	Årsag
Højby Skole	August 2019	Faget er blevet udbudt, men der har ikke været nok tilmeldte elever til, at det blev oprettet.
Beder Skole	August 2019	Udmeldt grundet personaleudskiftning og det har ikke været muligt at finde en erstatning og oprette valgfaget. Valgfaget udbydes ikke.
Buskelundskolen	Efterår 2018	Skolen er kommet med i det obligatoriske forsøg med teknologiforståelse, og ønsker derfor ikke længere deltagelse i valgfaget. Valgfaget udbydes ikke.
Smidstrup-Skærup Skole	Efterår 2018/Forår 2019	Lærerrollen som underviser i teknologiforståelse er ikke længere forankret på skolen. Deltager ikke i aktiviteter.
Sct. Jørgens Skole	Forår 2018	Der har været to udskiftninger på lærerposten inden for meget kort tid, og det er ikke lykkedes at finde en ny lærer med rette kompetencer til at overtage. Valgfaget udbydes ikke.

Ellemarkskolen	Forår 2018	Personaleudskiftning, og endnu ikke endelig afklaring på, hvem der skulle overtage valgfaget. Deltager ikke i aktiviteter.
----------------	------------	--

Det er gennemgående for de udmeldte skoler, at de ikke har haft succes med at rekruttere personale, der har kunnet overtage valgfaget. Dette har i sidste ende betydet, at de ikke har kunnet udbyde valgfaget på skolerne. Dette vidner om, at et initiativ som dette udviklingsprojekt ikke kun handler om skolernes ønske om at deltage, men i ligeså høj grad manglende lærerkompetencer.

4.4. Tak

Tak til Børne- og Undervisningsministeriet, forsøgsskolerne og de engagerede lærere i udviklingsprojektet.

BILAG

BILAG

Bilag 1. Skoleprofiler ved projektstart 2017.....	
Bilag 2. Referat kick off dag for projektet.....	
Bilag 3. Forskningsartikel publiceret ved FabLearn EU 2018.....	

Skole Kommune	Lærer(e)	Faglig baggrund Tidligere erfaring	Udfordringer ved implementering af valgfaget	Forhåbninger til valgfaget
Beder Skole Aarhus Kommune	Lærer 1	Lærer og læringsvejleder. + Master i It, Kommunikation og Organisation. + Har taget flere it-kurser. + Har udarbejdet undervisningsmateriale om kodning og undervisningsforløb om brug af robotter i undervisningen.	At der kommer elever på holdet, som ikke gider faget. Kollegaer at sparre med: Nej.	Inspiration, ideer, netværk og deling af undervisningsmaterialer.
Buskølundskolen Silkeborg Kommune	Lærer 1	Lærer. + Har været et år på pioneruddannelsen ved FabLab Silkeborg. + Har arbejdet med forskellige opgaver med udgangspunkt i designcirkel (primært arbejdet med 3d printing, vinylskæring og simpel programmering).	Tid for underviseren: Nye områder man skal sætte sig ind i. Tid til undervisning: Skal sørge for at give det tid, da det er et nyt valgfag. Som skole skal man turde satsse, selvom holdet kan være lille: Vil der være elever nok til at vælge valgfagsmodul? Manglende sparring med kollegaer, har jeg teknologier nok?	Håber, at det bliver spændende + få arbejdsredskaber, der er med til at kunne fremme brugen af teknologiforståelse.
Ellermærkskolen Køge Kommune	Lærer 1	Lærer (ingen faglig baggrund, der omfatter it og teknologi).	Manglende inspiration/viden og sparring mellem kollegaer lokalt på skolen og i kommunen. Kollegaer at sparre med: Nej.	Større viden om Fælles Mål og tegn på læring.
Endrupskolen Fredensborg Kommune	Lærer 1	Lærer. + Autodidakt webdesigner, kompetencer indenfor en del programmeringssprog. + Har i de seneste 13 år beskæftiget sig med it i undervisning: for nylig implementeret Computational Thinking i forbindelse med valghold de seneste 2 år. + Har benyttet sig af programmering i forbindelse med matematik, hvor problemløsningsalgoritmer er blevet benyttet.	Balancen imellem at nå de faglige mål og stimulere den innovative og kreative nerve hos eleverne. Usikkerheden om, hvad faget skal, kan bruges til (blandt ledelse, elever og forældre). Hænger også sammen med, at vi er kommet lidt snublende i gang uden alt for meget info og vejledning. Kollegaer at sparre med: Nej.	At lande et sted, hvor læringsmål og kompetencerne hos alle parter ender med at have den rigtige balance, samt at det bliver et fag, som eleverne bliver glade for og føler er vigtigt.

Skole Kommune	Lærer(e)	Faglig baggrund Tidligere erfaring	Udfordringer ved implementering af valgfaget	Forhåbninger til valgfaget
Holluf Pile Skole Odense Kommune	Lærer 1	Lærer. + Har afprøvet forsk. udstyr fx Micro:Bits fra BBC. + Bidraget til Odense Kommunes arbejde med at udvikle et tværgående tema: "Programmering og Teknologiforståelse". + Diverse kurser primært meget med fokus på programmering samt brug af it i undervisning. + Holluf Pile Skole er med i projektet DSOE "digital schools of Europe".	Forberedelsestiden er en udfordring: Man skal have/finde de gode ideer, hvor det giver mening at inddrage ny teknologi. Det er vigtigt at flere lærere hurtigt kommer i gang med at bruge ny teknologi på skolen, ellers bliver det kun "firstmovers" som bruger det. Kollegaer at sparre med: Ja.	Det bliver spændende, hvis dette forløb kan være med til at vise de muligheder, som findes. Det er vigtigt at vores elever bliver kreative, nysgerrige og i stand til at udnytte teknologi til at udtrykke sig med.
Højby Skole Odense Kommune	Lærer 1	Lærer. + Har i flere år arbejdet med LEGO Mindstorm, microbits m.m.	Tidskrævende: Tid til forberedelse, samt manglende sparring og erfaring er en udfordring. Ikke nervøs for det faglige i faget. Kollegaer at sparre med: Nej.	Viden og inspiration.
Katrinebjergs Skole Københavns Kommune	Lærer 1	Lærer og leder af PLC. + Bachelor i Multimedia Design, .net udvikler og programmerer. + Har arbejdet fokuseret omkring emnet siden opstart af digitalt-valgfrag for 4 år siden.	Primær udfordring, når det er et valgfrag på 7.-9. klassetrin: Antallet af piger (vi skal sætte tidligere ind for at få pigerne med., fx på 4.-6. klassetrin). Vi er godt i gang på 4. år: Sparring og teknologi samt inspiration har vi helt styr på med interne og eksterne samarbejdspartnere. Kollegaer at sparre med: Ja.	Samarbejde på landsplan, yderligere strukturering omkring mål og rammer. Idéer og sparring.
Lundgårdsskolen Herring Kommune	Lærer 1	Lærer. + 25 års erfaring med computere/it. + Er de seneste år begyndt at kode og har anvendt det aktivt i egen undervisning. Det er grundlaget for hvordan der undervises i mine fag.	Udfordringer ikke primært faglige, men "kollegiale" og pædagogiske udfordringer; Andres (manglende) viden om teknik og teknologi. Kollegaer at sparre med: Nej.	At elever skal stifte bekendtskab med kodning og lære at arbejde systematisk og problemorienteret. At teknologi og teknologiforståelse kan blive lige så grundlæggende som læsning, skrivning og regning.

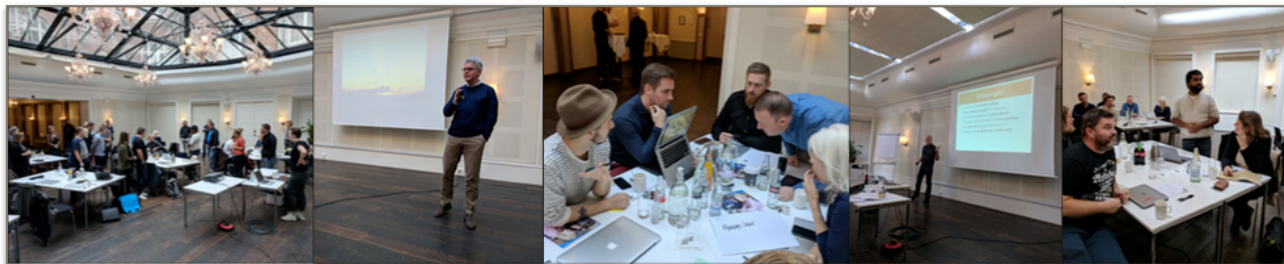
Skole Kommune	Lærer(e)	Faglig baggrund Tidligere erfaring	Udfordringer ved implementering af valgfaget	Forhåbninger til valgfaget
Mørkhøj Skole Gladsaxe Kommune	Lærer 1 Lærer 2 Lærer 3	Lærer 1: Lærer. + Har arbejdet intensivt med undervisning og teknologi gennem det sidste år. Lærer 2: Lærer. + Kandidatuddannelse, cand.pæd i Generel Pædagogik.	Lærer 1: Der er ikke mange kollegaer man kan sparre med. Eleværne er ikke vant til at bruge teknologier og finder det ikke umiddelbart interessant. Lærer 2: Skal lære sammen med eleverne. Tid er dog en faglig udfordring: Der er i dagligdagen ikke tid nok til selv at sidde og arbejde med teknologierne inden eleverne kaster sig ud i dem. Forberedelsestid. Det er et nyt fag, og en ny måde at tænke i folkeskolen på, hvilket kræver yderligere forberedelsestid end de "almindelige" fag.	Lærer 2: Vision(er) at arbejde med formål og læringsmål fra valgfagets Fælles Mål. Derudover, Michael Fullans 6 C'er, idet en anden vision med faget også er, at oparbejde 21. århundredes kompetencer hos eleverne. Håber at få en større teoretisk indsigt samt erkendelsesgrad ift. arbejdet med teknologi, dels større praktisk erfaring med at integrere det i andre fag i folkeskolen.
			Kollegaer at sparre med: Ja.	

Skole Kommune	Lærer(e)	Faglig baggrund Tidligere erfaring	Udfordringer ved implementering af valgfaget	Forhåbninger til valgfaget
Præstemærkskolen Favrskov Kommune	Lærer 1 Lærer 2	Lærer 1: Lærer. + Har arbejdet med 3D print, laserskæring, programmering i Scratch, LEGO mindstorm i undervisningen samt micro:bit og makey makey. Lærer 2: Lærer og pædagogisk it-vejleder. + Har arbejdet med LEGO Mindstorm og 3D print i forbindelse med undervisning.	Lærer 1: Tid er en udfordring til fordybelse i forhold til de enkelte teknologiers muligheder. Føler ikke, at jeg kender alle mulighederne ved de forskellige teknologier. Lærer 2: Ved ikke. Kollegaer at sparre med: Ja.	Lærer 1: Manglende tid til forberedelse af undervisning og fordybelse af teknologier. Jeg har meget begrænset mulighed for at mødes med min samarbejdspartner. Håber at få inspiration til udvikling af valgfaget samt introduktion til nye teknologier. Lærer 2: Er nysansat på skolen og blevet kastet ud i dette fag. Meget diffust hvad målene er for faget og hvad det skal indeholde. Har brug for inspiration og viden om mål og indhold til faget. Håber at få udviklet et spændende valgfag, med en blanding af teoretiske og praktiske arbejdsprocesser, hvor eleverne oplever en dybere forståelse af den teknologi der omgiver os.
Sct. Jørgens Skole Roskilde Kommune	Lærer 1	Lærer og it-didaktisk vejleder. + Underviser på alle klassetrin, og forsøger at udvikle forløb der passer til den allerede tilrettelagte undervisning. + Del af ekspertskrivegruppen for valgfaget.	Egne erfaringer/viden en udfordring: mangel på uddannelse inden for området. Primært mangel på inspiration til udvikling af egen undervisning. Den største udfordring er ofte troen på egne evner, og at man som lærer gerne vil have kontrol over situationen - men det er helt umuligt i dette fag. Kollegaer at sparre med: Ja. Er med i PLC, men fokus i PLC er desværre ikke på teknologiforståelse.	Udvikling af sig selv som lærer, samt udvikling af eleverne - opnå en sjovere mere inspirerende og vedkommende undervisning.

Skole Kommune	Lærer(e)	Faglig baggrund Tidligere erfaring	Udfordringer ved implementering af valgfaget	Forhåbninger til valgfaget
Skødstrup Skole Aarhus Kommune	Lærer 1	Lærer: + Uddannet skolebibliotekar med speciale i bl.a. mediepædagogik fra VIA i Aarhus. + Opbygget et FabLab i skolens/byens kombibibliotek. Ugentligt valghold for 7.-9. klasse og tilbyder derudover kurser for lærere og elever i de forskellige teknologier. Vi har også et + Samarbejde med Coding Pirate-gruppe på skolen. + Medlem af "De 32" (it-taskforce) i Aarhus Kommune.	Den største udfordring er at få eleverne til at tænke kreativt og innovativt, eksperimentere. Håber derfor at blive klogere på designprocesser. Bruget tid på at blive klog på den tekniske del, nu er næste skridt at fokusere på didaktikken. Forberedelsestid er altid en knap faktor - har derfor ofte spædet til at egen fritid i en blanding af behov og interesse for feltet. Kollegaer at sparre med: Ja.	Få styr på didaktikken og blive klogere på fagets "hvorfor" og "hvordan". Håber at blive klogere på designprocesser og hvordan man udvikler elever til at blive eksperimenterende og innovative.
Smidstrup Skærup Skole Vejle Kommune	Lærer 1	Lærer: + Autodidakt it-kyndig. + Har tidligere varetaget valgfag med lignende fokus. + Har været med i lokale projekter om implementeringen af it i forskellige fag.	Udfordret ift. forberedelsestid og ressourcer lokalt på skolen, samt redskaber der hjælper med programmering (den tekniske del af faget). Kollegaer at sparre med: Nej.	Opnå mere sparring omkring teknologi.

Referat fra kick off møde d. 27/10 - 2017

First Hotel Grand, Odense, kl. 10.00 - 15.00



Ole Sejer Iversen: Teknologiforståelse - i børnehøjde.

Børneperspektivet og at forberede os på en fremtid, vi ikke kender.

Dannelseaspektet i teknologiudviklingen. Teknologiforståelse handler om dannelse, om at træffe valg og fravalg. Medskabere af teknologien og samtidig af samfundet; Fremtiden er ikke noget, der kommer, men noget vi skaber. Pædagogisk/didaktisk udfordring: Lærerkollegiets ansvar at brede teknologiforståelse ind i alle fag og ikke overlade det til et enkelt fag eller en enkelt lærer med særlige kompetencer - dette fordrer kommunikation.

Michael E. Caspersen: Teknologiforståelse - i voksenhøjde.

Teknologiforståelse er det første tiltag til at indføre selvstændig it-fag i folkeskolen. Vision for it-faglighed i skolen. Udfordring: Individuelle fortolkninger af, hvad it i folkeskolen skal indeholde.

Fælles Mål og læseplanen herfor: Design, programmering og samfundsmæssig betydning. Programmering er det 21. århundredes skrivning og digital design er det 21. århundredes kreative fag.

Marie-Louise Wagner: Introduktion til projektet og udvikling af poster.

Generel information om opstart af praksisnær erfaringsopsamling i form af skolebesøg (følge undervisningen og interview af lærere og enkelte elever) i løbet af november, december og januar. Skal bidrage til at afsøge svagheder og styrker, samt muligheder i forsøgsvalgfaget.

Datoer for praksisnær vidensudvikling (undervisning i designprocesser og programmering):

d. 2/2 - 2018 for skoler på Fyn/Jylland og d. 6/2 - 2018 for skolerne på Sjælland. Gruppearbejde, hvor deltagerne udviklede en poster, der illustrerede de enkelte skolars placering i projektet frem til nu.

Inspirationsoplæg fra lærere fra deltagende skoler.

Tre oplæg á 20 minutters varighed, hvor fokus var på at inspirere og informere. Hvordan kan man gå i gang med at undervise inden for forsøgsvalgfaget, og hvordan kan et undervisningsforløb se ud? - fokus på forskellige teknologier i forskellige undervisningskontekster.

Præsentation af poster.

De enkelte skoler præsenterede sig selv gennem undervisningseksempler indenfor valgfaget.

Generelt er alle skoler forholdsvis langt i deres overvejelser og implementering af forskellig teknologi i deres undervisning i forsøgsvalgfaget. Vi fornemmede et stort engagement og en gejst for at være en del af projektet, og i forlængelse heraf en lyst til at danne netværk skolerne imellem. Netværksdannelse og deling af inspiration og undervisningsforløb vil derfor være i fokus i den kommende fremtid, og der arbejdes på etablering af platform til dette.

Technology Comprehension - Scaling Making into a National Discipline

Ari Tuhkala

University of Jyväskylä
Faculty of Information Technology
P.O. Box 35 (Agora)
Jyväskylä FI-40014, Finland
ari.tuhkala@jyu.fi

Marie-Louise Wagner

Aarhus University
Center for Computational Thinking
and Design
Helsingforsgade 14
Aarhus DK-8200, Denmark

Nick Nielsen

Aarhus University
Center for Computational Thinking
and Design
Helsingforsgade 14
Aarhus DK-8200, Denmark

Ole Sejer Iversen

Aarhus University
Center for Computational Thinking
and Design
Helsingforsgade 14
Aarhus DK-8200, Denmark

Tommi Kärkkäinen

University of Jyväskylä
Faculty of Information Technology
P.O. Box 35 (Agora)
Jyväskylä FI-40014, Finland

ABSTRACT

We account for the first research results from a government-initiated experiment that scales Making to a national discipline. The Ministry of Education, in Denmark, has introduced Technology Comprehension as a new discipline for lower secondary education. Technology Comprehension is first experimented as an elective subject in 13 schools. The discipline combines elements from computing, design, and the societal aspect of technology and, thus, resonates with the existing FabLearn and Making initiatives in Scandinavia. We report the identified opportunities and challenges based on interviews, surveys, and a theme discussion with experienced teachers from the 13 schools. The main takeaways are: First, the teachers did not perceive Technology Comprehension as a distinguished discipline, which calls for more research on how Making is scaled into a national discipline. Second, Technology Comprehension opens up for interdisciplinary and engaging learning activities, but teachers need scaffolding and support to actualise these opportunities. Third, Technology Comprehension challenges teachers' existing competencies in relation to the discipline and students' prerequisites

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than the author(s) must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.
FabLearn'18, June 18th, Trondheim, Norway

© 2018 Copyright held by the owner/author(s). Publication rights licensed to Association for Computing Machinery.

ACM ISBN 978-1-4503-5371-7/18/06...\$15.00

<https://doi.org/10.1145/3213818.3213828>

and needs. Teachers need pedagogical means to take the societal aspect into account within the discipline. Finally, we argue for further research on supporting teachers when scaling Technology Comprehension on a national level.

KEYWORDS

technology comprehension, computational thinking, design, education, teachers, national, scaling, making, discipline

ACM Reference format:

Ari Tuhkala, Marie-Louise Wagner, Nick Nielsen, Ole Sejer Iversen, and Tommi Kärkkäinen. 2018. Technology Comprehension - Scaling Making into a National Discipline. In *Proceedings of FabLearn Conference, Trondheim, Norway, June 18th (FabLearn'18)*, 9 pages. <https://doi.org/10.1145/3213818.3213828>

1 INTRODUCTION

We present the opportunities and challenges of scaling *Making* into a nationwide discipline, which is called as "*Technology Comprehension*" (translated from "*Teknologi Forståelse*", hereafter referred as TC). The new discipline is initiated by the Danish Ministry of Education and will be incorporated into the national lower secondary education curriculum (13-15 y.o. students). TC comprehends three main learning objectives: Students understand the core concepts in computing, such as programming, algorithms, pattern recognition, and abstraction. Students specify and articulate a problem and utilise an iterative design process to develop a digital solution. Students reflect and evaluate the problem solution, its applicability, impact, and ethical concerns, from the societal perspective. During the implementation of the new discipline, we conducted interviews, surveys, and a theme discussion with teachers from 13 Danish secondary schools to investigate how the discipline is actualising and what opportunities

and challenges the teachers perceive. For this purpose, we address two research questions: **How is Technology Comprehension perceived as a discipline by experienced teachers** and **what opportunities and challenges teachers face when introducing TC in lower secondary education?**

Making considers hands-on activities, collaboration, prototyping, and iterative design to create digital and physical artefacts and to promote self-cultivation and democratisation [Ball et al. 2017; Blickstein 2013; Blickstein and Krannich 2013; Schelhowe 2013; Smith et al. 2016]. Thus, Making is strongly connected with previous research on design of technology and learning activities with children [e.g. Iivari and Kinnula 2016; Rode et al. 2003; Scaife et al. 1997; Soloway et al. 1994]. Much of the research, that is carried out particularly under the concept of Making, examines opportunities and challenges of Making activities in out-of-school context [e.g. Ryoo et al. 2016; Tan et al. 2016]. However, more research in formal education context is emerging [Berman et al. 2016; Chu et al. 2017; Eriksson et al. 2017; Hjorth et al. 2016; Tan and Barton 2017, e.g.]. Hence, our study contributes to research in formal education context by scaling Making into national policy level through TC.

TC is inspired by extracurricular activities in Denmark, such as Fablab at School [Smith et al. 2015], Coding Class [Hansbøl and Ejsing-Duun 2017], and Coding Pirates [Nørgård and Paaskesen 2016]. Consequently, we consider TC as a Scandinavian alternative for CS4all¹, Code.org², and the curriculum defined by the Computer Science Teacher Association³. These are heavily grounded on *computational thinking*, which was made popular by Wing [2006], and later clarified by Aho [2011] as: "*thought processes involved in formulating problems so their solutions can be represented as computational steps and algorithms*". In national educational policies, such as in the United Kingdom, computational thinking is positioned as a necessity for students' future careers [The Royal Society 2012]. In contrast, TC combines computing, design, and a societal aspect as an interdisciplinary discipline, where the learning goals are understood as means, instead of end-goals, to engage creatively in technology development, understand the role of technology in society, and critically reflect the role of technology in one's life.

The paper reads as follows: Section 2 overviews the current research about Making in formal education context. Section 3 presents the goals and learning objectives of TC, as defined by the Danish Ministry of Education. Section 4 describes the research context, research questions, and the

data collection and analysis methods. We present and discuss the findings in sections 5 and 6. Finally, we conclude the findings, present the limitations, and propose further research.

2 MAKING IN EDUCATION

Making has gained a lot of attention in recent years [see Blickstein 2013; Katterfeldt et al. 2015; Martin 2015; Papavasopoulou et al. 2017]. *Making* refers to the process of adopting a "*maker mindset*" through the creation of meaningful, significant, and shareable artefacts [Giannakos et al. 2017; Martin 2015]. *Maker mindset* relates to the definition of *technologically fluent*: developing adaptive skills in technology and computation to empower people to manipulate the medium to their advantage and to handle unexpected problems [National Research Council 1999]. Making manifests Dewey's democratisation, Papert's constructionism, and Freire's critical pedagogy by incorporating democratisation and empowerment into classical learning-by-doing approaches, such as project-based, student-centred, and constructionist learning [Blickstein 2013].

The possibilities of Making are recognised in education context. Katterfeldt et al. [2015] argues that Making provides opportunities to interact with concrete objects-to-think-with, link students' personal interests and learning activities, and develop self-efficacy through affecting the surrounding environment. Blickstein [2013] states that Making provides an environment for working in a design process with an interdisciplinary approach. Martin [2015] proposes that Making provides sophisticated tools for students to build and think and a tolerant environment for experimenting, play, and making errors. Chu et al. [2017] found that students acquired, through scaffolding, sufficient technical skills, mental models related to troubleshooting and problem decomposition, and understanding the possibilities and practices of sharing ideas and responsibilities.

Despite the opportunities, unfolding Making is challenging due to the incompatibility between obscure processes and the formality of educational settings [Smith et al. 2015, 2016]. Hjorth et al. [2016] point out that teachers need to be able to navigate a complex process, manage digital and analogue materials, and balance different modes of teaching. Smith et al. [2016] emphasise understanding Making technologies as reflective tools instead of outcomes, developing language to express the quality in Making, and creating means to handle insecurity, contingency, and possible lack of authority. Consequently, teachers are too often left alone after the first stage of introducing Making for schools [Blickstein and Krannich 2013].

Eriksson et al. [2017] examined a national level distributed Makerspace project as a single case study by using thematic

¹CS4All, www.cs4all.io, retrieved 14.3.2018

²Code.org, code.org, retrieved 14.3.2018

³Computer Science Teacher Association, www.csteachers.org, retrieved 14.3.2018

analysis of a set of heterogeneous material. They summarise five main considerations: Procurement practices to identify tools, materials, and kits in partnership. Teacher and leader perspectives emphasizing professional training and knowledge sharing with mutual understanding between teachers and school leaders. Informing national policy-making to support general management, for example, of joint teaching material and curriculum development. Creating equal opportunities on both Making and computing for both genders, especially for girls. And finally, creating initial interest, later supported by knowledge creation, through challenging and more advanced projects.

Despite the previous findings, research on Making in the formal education setting is still scarce [Berman et al. 2016; Giannakos et al. 2017; Martin 2015]. Furthermore, a great extent of studies considers Making in the STEM, Computer Science, or Natural Sciences [e.g. Ball et al. 2017; Fields et al. 2017; Tan and Barton 2017; Tan et al. 2016]. Only a few studies have examined Making in an up-scaled version, which reaches beyond a municipality or a school district [for examples, see Bødker et al. 2017; Eriksson et al. 2017]. Hence, there is a crucial need for examining Making as a part of an established and nationwide discipline.

3 TECHNOLOGY COMPREHENSION

The Danish Ministry of Education initiated TC as a new discipline for lower secondary education. The curriculum was formulated by three experts representing teaching and research. TC was first piloted in 13 schools as an elective course during fall 2017. The teachers, who are assigned to teach TC, had not received supplementary or in-service training to teach the discipline. Between summer 2018 and 2021, TC will be experimented in over 40 schools to investigate three implementation options: *i*) an independent subject running from first to ninth grade, *ii*) an integrated discipline to existing subjects or *iii*) combination of both, where TC is integrated into other subjects between first to sixth grades and then as an independent subject from third to ninth grades.

The Danish Ministry of Education [2018a] has defined four mandatory topics that TC needs to address: *i*) The implications of technology and automation on society, including an understanding of security, ethical and consequences of digital technologies. *ii*) Computing as a knowledge area, including basic knowledge of networks, algorithms, programming, logic and algorithmic thinking, abstraction and pattern recognition, data modelling as well as testing. *iii*) Iterative design process as an interaction between gaining an understanding of the world that is being designed to and gaining an understanding of the digital technologies that are being designed with. *iv*) Complex problem solving, where children create

new digital solutions and, hence, learn to argue for their relevance through an understanding of design processes.

The Danish Ministry of Education [2018b] has also defined three learning objectives for TC: *i*) Students learn to produce and analyse digital products. *ii*) Students learn to develop, modify, evaluate and refine digital products through work with remixing, refinement, and production. *iii*) Students learn the possibilities and role of informatics as a catalyst for changes in society, in order to strengthen the capabilities for acting in a meaningful way in a democratic and digital society, including constructive and critical contribution in shaping the digital society.

TC has some intersections with computational thinking and computational concepts, practices, and perspectives [as defined in Brennan and Resnick 2012; Kafai et al. 2014; Wing 2006]. However, TC differs significantly from computational thinking in the following areas: Firstly, it treats computing and design as equal competency areas. Secondly, these two areas are dependent on each other, in order to develop students' capabilities to analyse, design, and develop digital products. Thirdly, it integrates the societal aspect, meaning the critical reflection of the societal impact of technology, as a part of the learning objectives. In this sense, TC is related to Schelhowe [2013]'s "Bildung", as a way of considering complex and sustainable learning. These three standpoints are all related to, but different from similar initiatives, such as CS4all in the United States, CoolThink in Hongkong, and Computing in the United Kingdom.

4 METHOD

The research is carried out as a co-financed research project, in collaboration between the Center for Computational Thinking and Design at Aarhus University and the Danish Ministry of Education, initiated in October 2017 (Figure 1). The overall goal is to investigate whether TC is appropriate for Danish lower secondary education. The research centre will develop support for the projects' schools and teachers, in order to pursue successful implementation of TC. This support includes establishing an understanding of professional competencies of TC and facilitating peer support among the teachers. Thus, the research perspective is focused on teachers' perceptions.

During winter 2017, we familiarized with the study context by conducting semi-structured interviews with 14 teachers, by following classroom activities of TC in 12 schools, and by sending a survey about the support that teachers would need [Merriam 2009]. Based on these preliminary investigations, we defined the following research questions: *i*) "How is Technology Comprehension perceived as a discipline by experienced teachers" and *ii*) "What opportunities and challenges teachers face when introducing TC in lower secondary education?"

Figure 1: Specifications of TC in lower secondary education.

- Trial period from 2017 to 2020
- 13 public schools in Denmark, selected by the Ministry of Education to represent different geographical areas and socio-economic diversities
- 20 teachers and 303 students in the first year of the project
- In 2019, 45 schools will have TC as a compulsory program
- In 2021, TC will be compulsory for K-9 students

We designed a six-hour workshop to provide support for the teachers and to collect data for the study. At the beginning of the workshop, we informed all participants about the data collection. The workshop was executed two times at different regions of Denmark, once in Aarhus (19th February, 2018) and once in Copenhagen (21st February, 2018). In Aarhus, there were nine participants from seven schools: eight teachers and one pedagogical consultant. In Copenhagen, we also had nine participants, of which seven were teachers and two school principals (Table 1).

Our first research question holds the assumption that the workshop participants have previous knowledge and expertise in TC related contents, even though they have not received specific training for teaching TC. Thus, we needed to validate this assumption. We designed a self-assessment questionnaire and provided it to the teachers at the beginning of the workshop. The questionnaire consisted of four Likert scale question sets [Cohen et al. \[2013\]](#). To find how the participants perceive their competence in using digital tools in education, we accustomed the first question set from the digital competence model [Røkenes and Krumsvik \[2016\]](#). The digital competence model does not consider programming, thus, the second question set examined participants perceived programming skills. Two final question sets examined the participants' perceived capability to teach design and computing related concepts.

Answers to the Likert scale questions were analysed with IBM SPSS Statistics. First, "I don't know" answers were excluded as missing answers. Then, frequencies, frequency distributions, and portions were calculated. The question sets were combined into four Likert scale constructs to calculate the means and standard deviations. However, the internal consistency of the constructs could not be verified, due to the small sample size. We also compared the two workshops using the Mann-Whitney test and found no statistically significant differences.

Table 1: Participants' teaching background (n = 18)

#	Subjects	Teaching experience
Workshop 1 - Aarhus		
1	IT pedagogy	over 10
2	Math, physics, chemistry, history	3-5
3	History, societal, physics, chemistry, IT	over 10
4	Math, physics, chemistry, TC	over 10
5	Languages, math, sports, household, nature and technology	3-5
6	Math, sports, IT/Fablab	over 10
7	Math, nature and technology, religion, crafts and design, TC	over 10
8	Danish, music, fablab	over 10
9	Math, nature and technology, science	over 10
Workshop 2 - Copenhagen		
10	English, history, crafts and design	5-10
11	Nature and technology, TC	0-2
12	Music, english, TC	0-2
13	Danish, religion, sports, music, TC	0-2
14	History, religion, nature and technology, biology	0-2
15	Math, physics, chemistry, TC	5-10
16-18	Unknown	unknown

The qualitative data consisted of open questions in the self-assessment survey and a theme discussion during the workshop. The open questions were about learning methods, positive or negative experiences, needed skills, and contents of TC. The theme discussion was arranged within the workshop and it served as our main data source. The topics of the theme discussion were: What is TC as an elective course for you, how do you incorporate TC in your current teaching, how do you perceive the competence goals, and what should TC be in future? For the theme discussion, we supplied the participants with a handout of TC learning objectives. The discussion was moderated by one of the authors and recorded with two video-cameras.

The theme discussion was translated and transcribed into English because all authors are not fluent in Danish. To answer the research questions, we conducted a collaborative content analysis [\[Cohen et al. 2013\]](#). First, we negotiated the high-level objective of the analysis. Then, we watched the discussion on a video and made individual notes. After watching the video, we discussed different interpretations and constructed themes that answer the research questions.

Finally, we went back to the answers in the self-assessment survey and further developed the themes.

5 RESULTS

We start by describing the competency of the participants and then continue by reporting the findings for the research questions.

Participants' perceived competency

15 participants answered the self-assessment questionnaire. As can be found in Table 1, seven participants had more than ten years, four participants had three to ten years, and four participants had less than two years of teaching experience. The participants had taught the following subjects: TC, Math, Physics, Chemistry, History, Crafts and Design, Social studies, IT, Danish, Sports, Fablab, Nature and Technology, Religion, German, Music, Biology and Food Literacy.

The participants perceived their competence to use digital tools in education high (Table 2). 90.7% of the answers to the five questions were either competent or highly competent. As mentioned earlier, the digital competence model does not include questions about computing skills. In programming competence questions, Almost all (14) participants answered that they had at least some competence with visual programming languages, such as Scratch. On the other hand, most of the participants (10) had no competence in programming with text-based language. This reveals that, while the participants considered themselves as digitally competent, most had expertise only in using visual programming language. We also asked how the participants perceive their competence to teach TC concepts. Over 60% of the answers to teaching the design concepts were at least competent. In contrast, only 31.1% were at least competent in computing concepts. Consequently, the participants perceived their competence to teach design concepts higher than computing concepts.

Besides the presented competencies, it is worth noting that two of the participants had been part of the expert group in Danish Ministry of Education, which had formulated the exact competency areas, competency goals, proficiency goals and knowledge goals for TC. As a conclusion, the participants perceived high digital competence and most of the participants had a lot of teaching experience and from a broad range of subjects. The participants considered themselves more competent in teaching design concepts than computing concepts.

Participants' perceptions of TC as a discipline

Two of the Danish Government's implementation options positions TC as an individual discipline. Despite this, the participants addressed TC as a part of some other subject. For example, a participant reduced TC as mere programming

or other separate skill: *"We created programming and math course that starts in the first grade and runs through all grades. Programming is okay, but should not be a standalone subject, it should be part of the other subjects. A tool."* Likewise, when the participants discussed TC in the context of integrating it into other subjects, they considered TC as a tool for learning other subjects' content: *"I think a lot about how it can be part of the natural science subjects. Currently, I am also teaching crafts, where I think that it could fit in. But, as I said, I also think that having it as a part of the natural science would be very exciting for me."* This also became apparent when the participants talked about the tasks that they involve the students in, as noted by a participant: *"they [students] created math games."* Another participant had integrated other subjects, such as entrepreneurship, into TC: *"I tend to focus on the Design part of the subject because that is what I find awesome, this entrepreneurship and I try to keep asking the students questions if they claim that they are done 'Design a Logo', 'Find a company name', 'Create a business model.'" As a conclusion, these perceptions indicate that the participants lacked formalised ways of addressing TC as a distinct discipline, as explicitly coined by one of the participants: "This new thing that is starting, I think about it as part of the existing subjects."*

As indicated by the previous examples, the participants explicated mainly episodic knowledge of TC. The participants' arguments derived from their own, or others, practices of using technology in education. Even when the learning goals of TC were handed out to the participants, the arguments manifested personal beliefs, experiences, and interests. When considering the learning objectives of TC, the participants with design background emphasised design goals, participants with computing background computing goals, and participants with humanistic background societal goals. Thus, the participants did not have a mutual understanding what TC is currently, or what it should be in the future, but instead relied on personal preferences and episodic knowledge.

Opportunities of TC

Most of the discussed opportunities were confused with technology-supported education. The participants referred to examples how technology can support students: *"I can have students that are creating a paper booklet, and right next to them another group that works with creating a blog. Both make equal sense. Then you do have students that are able to concentrate for more than 25 minutes because you have access to different technologies."* Another example was using technology to engage students with special needs: *"I had an experience, where mother of a dyslexic child contacted me. Usually, when the girl had to make presentations, she was embarrassed by doing it. She used the computer to make the*

Table 2: Perceived competencies of the participants ($n = 15$).

		1	2	3	4	Σ	Mean	SD
Digital competence	f	0	7	26	42	75	3.47	.48
5 questions	f/n (%)	0.0	9.3	34.7	56.0	100		
Programming competence	f	18	13	9	2	42	1.93	.64
3 questions	f/n (%)	40.0	28.9	20.0	4.4	93.3		
Teaching design concepts	f	3	11	27	1	42	2.62	.60
3 questions	f/n (%)	6.7	24.4	60.0	2.2	93.3		
Teaching computing concepts	f	27	30	28	2	87	1.76	.68
6 questions	f/n (%)	30.0	33.3	31.1	2.2	96.6		

Scale: 1=not competent, 2=little competent, 3=competent, 4=highly competent

presentation and felt more capable of presenting due to the auto-correction tools." In addition, the participants brought up the opportunity to motivate students, who use digital tools in spare time or to concretise abstract topics, such as perceiving the coordinate system using Scratch.

The participants presented several narratives how TC engages different students. For example, a participant said: "We have had some boys that were very hard to engage in other subjects, that have been very engaged and therefore also very cooperative on this matter." This was followed up by an example in special education context: "I have never gotten them to focus for more than 25 minutes, now they have been working for 90 minutes". In general, the participants agreed on the fact that TC is an engaging discipline, as concluded by a participant: "[TC] is fun, and a lot of students get engaged by it."

A recurring theme was that TC opens up for more student-centred learning. A participant elaborated on the 9th graders' sense of ownership towards making Math games to 1st graders: "We were making math games with Scratch, it was obvious that older students had a sense of ownership to this assignment. The 9th graders were supposed to make a math game for 1st graders. The day before, 9th graders used their lunch break to go 1st graders and check if the level was too hard. Then 9th graders went back and adjusted the games. That's very uncommon to 9th graders to do something like that in own time." This was also exemplified by another participant, highlighting how TC integrates topics that are relevant to students: "My focus is to have a starting point that the students can relate to, for example, in the Odense municipality we are establishing the new light-rail. The students were concerned about what if a blind person should cross the light-rail, can we be sure that

the train will stop. So they tried to build some sensors with Micro:bits. This was the classical problem-solving setting that the students could relate to." These examples demonstrate the opportunity to actualise TC as a design process that integrates computing, the societal aspect, and problem-solving.

As illustrated by the previous quotes, the participants appreciated the fact that TC combines computing, design, the societal aspect, and problem-solving together. They pointed out that, normally, computing-related curricula are designed by people with the computing background. Hence, the learning objectives tend to address mere computing goals. TC opens up for holistic discipline goals when it is designed by stakeholders from various disciplines.

Challenges of TC

Several challenges emerged from the data. The participants' conceptions indicated uncertainty about the meaning of the societal aspect in TC. The participants discussed the societal aspect primarily as a means to contextualise the subject with real-world problems. They referred to topics that were familiar from previous teaching experiences in other subjects, such as "fake news" in social media, election meddling, and the earlier example about the light-rail track in Odense. Thus, the participants considered the societal aspect of TC as a means to contextualise classroom activities, instead of a learning objective as such.

The participants proposed students' varying skills as a major challenge. A participant told that: "I have some boys in my elective course and even before I started the teaching they had downloaded the files we should use. At the same time, I had a girl who did not know what a file is. The students had very different skills for participating in this field." Another

participant noted that if TC is first introduced in seventh grade, the prerequisites of the subject are necessarily low. Otherwise, lack of basic skills, such as basic computer use, will prevent those students to pursue the actual learning goals: *"I would like to be better at presenting the students with a problem as a starting point, where they can analyse, design and develop. Currently, they have mostly worked with learning the different technologies."* A participant concluded that if the basic computing skills are to be taught in TC, it leaves less space and time for other learning objectives.

Another challenge was that students have different needs regarding the structure and guidance of TC learning activities. Some students want to be challenged and to be provided with less guidance, while others are incapable of acting without clear structure and instructions: *"Some of them expect to be challenged, some of them expect to get everything served on a silver plate. That is one of the biggest challenges I have to get them to be better."* This indicates that TC, as a new discipline, calls for high level of individual differentiation of the learning activities.

Finally, other identified challenges were: gender issue, teachers' need for time and peer support. As manifested by the earlier quotes about students' varying skills, gender issue is an existing topic also in TC. A participant stated: *"A lot of students want to participate in 4-6th grade, in 7-9th grade, it is primarily boys."* The participants' conceptions distinguished between boys, as being interested and knowledgeable, and girls as not necessarily interested, or engaged, in TC. The participants pointed out that teachers need more time, peer support, and scaffolded teaching instructions to be able to implement TC as a new discipline. As concluded by one participant: *"[TC] is a new subject and a new way of thinking in primary school. It requires more preparation time than the 'normal subjects', where you can adopt a lot of existing teaching material from various learning portals into your own work."*

6 DISCUSSION

Our findings derive from the first year of scaling TC into a national initiative. Despite the fact that we are early in the project, the teachers provided us with important practice-based knowledge for scaling TC and, thus, to our research questions: How is TC perceived as a discipline by experienced teachers and what opportunities and challenges teachers face when introducing TC in lower secondary education? Consequently, our empirical findings suggest that: *i)* teachers do not perceive TC as a distinguished discipline, *ii)* TC opens up for interdisciplinary and engaging learning activities, and *iii)* TC challenges teachers' existing competencies in relation to the discipline and students' prerequisites and needs.

Teachers do not perceive TC as a distinguished discipline. Technology Comprehension is a term coined by the Ministry of Education and, thus, not well-known among teachers or in research. Our research results reveal that teachers do not see TC as a distinct discipline, but rather as a set of skills that can be integrated into other disciplines. This finding can be related to what Smith et al. [2016] considered as the impediments to integrating making into K12-education. Whereas Smith et al. [2016] found that teachers generally lack a sufficient understanding of digital technology and complex problem solving, our study indicates that teachers do not possess an understanding of the disciplines (computing/design/societal aspect) related to digital technology. The insufficient understanding of the disciplines is not a challenge to the teachers, but rather, it is a challenge to the entire TC initiative and ultimately to research.

TC opens up for interdisciplinary and engaging learning activities. As stated above, TC has similarities with current research incorporating computing and design into curriculum based and formal education [Smith et al. 2015]. We found that teachers identified several opportunities in implementing TC: it encourages children to be creative with digital technology, to work with authentic and complex problems and to take responsibility for their learning process. Moreover, the participants thought that students perceive TC learning activities as engaging, inspiring, and fun. TC shares Schelhowe [2013]'s reasons for introducing making in curriculum-based education: developing skills related to computing and computational thinking, but also to digital citizenship, in relation to a digitized and post-modern society. In this way, TC embraces digital competencies as well as critical and reflective personal skills that relate to Schelhowe [2013]'s "Bildung", Iversen et al. (2018, in press) Computational empowerment, Blikstein [2013]'s empowerment, and also Brennan and Resnick [2012]'s and Kafai et al. [2014]'s computational perspectives. The opportunities to address digital technology from a critical and societal point of view are discussed by the teachers. However, the teachers do not feel capable of bridging between hands-on activities and more abstract discussion of computational perspectives. To fulfil the opportunities, scaffolding activities such as in-service training of teachers, development of textbook material, and online resources are required to support this effort.

TC challenges teachers' existing competencies in relation to the discipline and students' prerequisites and needs. We identified the following challenges: lack of shared understanding of the meaning of the societal aspect in TC, students' varying skills and needs, and paradox between instructional structure and freedom, and lack of girls' involvement. The challenge of balancing between creative Making

activities and formal education's structure is already known in research considering Making in education [Hjorth et al. 2016; Smith et al. 2015, 2016]. Furthermore, some of the challenges, such as the need for teachers' support to use digital tools and to teach computing concepts, students' varying skills, and gender issues, are well known in other fields [see Cox 2013; Hsu 2017; Uluyol and Şahin 2016; Wastiau et al. 2013]. Our study contributes by pointing out the imminent need for considering how the societal aspect, including topics like ethics, empathy, responsibility, and accountability, are defined as concrete learning objectives to provide teachers with tools to assess how they are being met.

7 CONCLUSION

This study contributed to the FabLearn community by reporting the first research results from the government-initiated research about introducing Technology Comprehension into a national curriculum. Based on interviews, surveys, and theme discussion with highly experienced teachers, we found that teachers do not perceive TC as a distinguished discipline, TC opens up for interdisciplinary and engaging learning activities, and TC challenges teachers' existing competencies in relation to the discipline and students' prerequisites and needs.

We identify the following shortcomings in our study: Our findings derive solely from interactions with teachers and does not include principals, policy-makers, or students. We have not taken into consideration that many teachers will ultimately teach TC without prior experiences or any compulsory education in TC. This will inarguably further emphasise the need for better means to support teachers. Due to the scope of this paper, we have not conducted an in-depth and systematic literature review that goes beyond the recent literature in Fablearn and Making. A next step would be to systematically survey on literature within Computer Science Education, Technology Design with Children, and other relevant research communities to identify what could be gained from similar studies in these areas of research.

The challenges of implementing the political agenda to offer TC to all students in Denmark, even by the highly experienced teachers, should be addressed merely as a general lack of research about TC. Consequently, our study raises several questions for researchers within Fablearn and Making fields: What is TC as a discipline and how do we merge previous research on computing and design education to develop TC? How do we develop a curriculum and supplementary training for pre-service and in-service teachers to support their TC teaching practices? How do we incorporate the critical and societal approach of TC as concrete learning objectives, of which accomplishment could be assessed?

How do we balance between the obscure structures of Making, computing, and design with the formal curriculum in education?

ACKNOWLEDGEMENTS

We want to thank the Danish Ministry of Education and, especially, the teachers who participated in the study.

REFERENCES

- Alfred V. Aho. 2011. Ubiquity symposium: Deputation and Computational Thinking. *Ubiquity* 2011, January (jan 2011), 1. <https://doi.org/10.1145/1922681.1922682>
- Douglas Ball, Colby Tofel-Grehl, and Kristin A. Searle. 2017. Sustaining Making in the Era of Accountability: STEM Integration Using E-Textiles Materials in a High School Physics Class. In *Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (FabLearn '17)*. ACM, New York, NY, USA, Article 2, 7 pages. <https://doi.org/10.1145/3141798.3141801>
- Alexander Berman, Brittany Garcia, Beth Nam, Sharon Chu, and Francis Quek. 2016. Toward a Making Community of Practice: The Social Aspects of Elementary Classroom-Based Making. In *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (FabLearn '16)*. ACM, New York, NY, USA, 9–16. <https://doi.org/10.1145/3003397.3003399>
- Paulo Blikstein. 2013. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*, J. Walter-Herrmann and C. Buching (Eds.). Bielefeld: Transcript Publishers, 1–21. <https://doi.org/10.1080/10749039.2014.939762>
- Paulo Blikstein and Dennis Krannich. 2013. The makers' movement and FabLabs in education. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '13*. ACM Press, New York, New York, USA, 613. <https://doi.org/10.1145/2485760.2485884>
- Susanne Bødker, Christian Dindler, and Ole Sejer Iversen. 2017. Tying Knots: Participatory Infrastructuring at Work. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 26, 1-2 (feb 2017), 245–273. <https://doi.org/10.1007/s10606-017-9268-y>
- Karen Brennan and Mitchel Resnick. 2012. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *annual American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada* (2012), 1–25. <https://doi.org/10.1.1.296.6602>
- Sharon Lynn Chu, Francis Quek, Elizabeth Deuermeier, and Rachel Martin. 2017. From Classroom-Making to Functional-Making: A Study in the Development of Making Literacy. In *Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (FabLearn '17)*. ACM, New York, NY, USA, Article 3, 8 pages. <https://doi.org/10.1145/3141798.3141802>
- Louis Cohen, Lawrence Manion, and Keith Morrison. 2013. *Research methods in education*. Routledge.
- M. J. Cox. 2013. Formal to informal learning with IT: research challenges and issues for e-learning. *Journal of Computer Assisted Learning* 29, 1 (feb 2013), 85–105. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00483.x>
- Danish Ministry of Education. 2018a. Kommissorium for den rådgivende eksperterkrivegruppe for forsøgsprogram for styrkelse af teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning. (2018). <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/folke/pdf18/jan/180124-kommissorium-for-raadgivende-eksperterkrivegruppe-teknologiforstaaelse.pdf>
- Danish Ministry of Education. 2018b. Teknologiforståelse valgfag – Fælles mæl og læseplan. (2018). <https://www.emu.dk/modul/teknologiforst>
- Eva Eriksson, Carl Heath, Peter Ljungstrand, and Peter Parnes. 2017. *Mak-erspace in school—Considerations from a large-scale national testbed*.

- International Journal of Child-Computer Interaction* (2017), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.10.001>
- Deborah A. Fields, Yasmin B. Kafai, Tomoko Nakajima, and Joanna Goode. 2017. Teaching Practices for Making E-Textiles in High School Computing Classrooms. In *Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (FabLearn '17)*. ACM, New York, NY, USA, Article 5, 8 pages. <https://doi.org/10.1145/3141798.3141804>
- Michail N. Giannakos, Monica Divitini, and Ole Sejer Iversen. 2017. Introduction for the Special issue on 'Maker technologies to foster engagement and creativity in learning'. *Entertainment Computing* 18 (jan 2017), 143–144. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.11.001>
- Mikala Hansbøl and Stine Ejsing-Duun. 2017. Hovedrapport: Coding Class - Dokumentation og Evaluering. (2017). <https://itb.dk/sites/default/files/Rapport>
- Mikkel Hjorth, Rachel Charlotte Smith, Daria Loi, Ole Sejer Iversen, and Kasper Skov Christensen. 2016. Educating the Reflective Educator: Design Processes and Digital Fabrication for the Classroom. In *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (FabLearn '16)*. ACM, New York, NY, USA, 26–33. <https://doi.org/10.1145/3003397.3003401>
- Shihkuan Hsu. 2017. Developing and validating a scale for measuring changes in teachers' ICT integration proficiency over time. *Computers & Education* 111 (aug 2017), 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.001>
- Netta Iivari and Marianne Kinnula. 2016. Inclusive or Inflexible: A Critical Analysis of the School Context in Supporting Children's Genuine Participation. In *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction (NordiCHI '16)*. ACM, New York, NY, USA, Article 63, 10 pages. <https://doi.org/10.1145/2971485.2971531>
- Yasmin B. Kafai, Eunyoung Lee, Kristin Searle, Deborah Fields, Eliot Kaplan, and Debora Lui. 2014. A Crafts-Oriented Approach to Computing in High School: Introducing Computational Concepts, Practices, and Perspectives with Electronic Textiles. *Trans. Comput. Educ.* 14, 1, Article 1 (March 2014), 20 pages. <https://doi.org/10.1145/2576874>
- Eva-Sophie Katterfeldt, Nadine Dittert, and Heidi Schelhowe. 2015. Designing digital fabrication learning environments for Bildung: Implications from ten years of physical computing workshops. *International Journal of Child-Computer Interaction* 5 (sep 2015), 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.08.001>
- Lee Martin. 2015. The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)* 5, 1 (apr 2015). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>
- Sharan B. Merriam. 2009. *Qualitative Research - A Guide to Design and Implementation* (3rd ed.). Jossey-Bass, San Francisco. 320 pages.
- National Research Council. 1999. *Being Fluent with Information Technology*. National Academies Press, Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/6482>
- Rikke Toft Nørgård and Rikke Berggreen Paaskesen. 2016. Open-ended education: how open-endedness might foster and promote technological imagination, enterprising and participation in education. *Conjunctions : transdisciplinary journal of cultural participation* 3, 1 (2016), 1–25.
- Sofia Papavlasopoulou, Michail N. Giannakos, and Letizia Jaccheri. 2017. Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing* 18 (jan 2017), 57–78. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.09.002>
- Jennifer A. Rode, Mark Stringer, Eleanor F. Toye, Amanda R. Simpson, and Alan F. Blackwell. 2003. Curriculum-focused Design. In *Proceedings of the 2003 Conference on Interaction Design and Children (IDC '03)*. ACM, New York, NY, USA, 119–126. <https://doi.org/10.1145/953536.953553>
- Fredrik Mørk Røkenes and Rune Johan Krumsvik. 2016. Prepared to teach ESL with ICT? A study of digital competence in Norwegian teacher education. *Computers & Education* 97 (jun 2016), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.014>
- Jean J. Ryoo, Lianna Kali, and Bronwyn Bevan. 2016. Equity-Oriented Pedagogical Strategies and Student Learning in After School Making. In *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (FabLearn '16)*. ACM, New York, NY, USA, 49–57. <https://doi.org/10.1145/3003397.3003404>
- Michael Scaife, Yvonne Rogers, Frances Aldrich, and Matt Davies. 1997. Designing for or Designing with? Informant Design for Interactive Learning Environments. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '97)*. ACM, New York, NY, USA, 343–350. <https://doi.org/10.1145/258549.258789>
- Heidi Schelhowe. 2013. Digital realities, physical action and deep learning-FabLabs as educational environments. *FabLab: Of Machines, Makers and Inventors* (2013), 93–103.
- Rachel Charlotte Smith, Ole Sejer Iversen, and Mikkel Hjorth. 2015. Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction* 5 (sep 2015), 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.10.002>
- Rachel Charlotte Smith, Ole Sejer Iversen, and Rune Veerasawmy. 2016. Impediments to Digital Fabrication in Education: A Study of Teachers' Role in Digital Fabrication. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence* 7, 1 (jan 2016), 33–49. <https://doi.org/10.4018/IJDLDC.2016010103>
- Elliot Soloway, Mark Guzdial, and Kenneth E. Hay. 1994. Learner-centered design: the challenge for HCI in the 21st century. *interactions* 1, 2 (apr 1994), 36–48. <https://doi.org/10.1145/174809.174813>
- Edna Tan and Angela Calabrese Barton. 2017. Designing for Rightful Presence in STEM-rich Making: Community Ethnography As Pedagogy. In *Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (FabLearn '17)*. ACM, New York, NY, USA, Article 8, 8 pages. <https://doi.org/10.1145/3141798.3141807>
- Edna Tan, Angela Calabrese Barton, Myunghwan Shin, and Carmen Turner. 2016. Probing Participatory Partnerships: Equitably-consequential Making by, for and with Marginalized Youth. In *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (FabLearn '16)*. ACM, New York, NY, USA, 1–8. <https://doi.org/10.1145/3003397.3003398>
- The Royal Society. 2012. *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. Technical Report. 1–122 pages.
- Çelebi Uluyol and Sami Şahin. 2016. Elementary school teachers' ICT use in the classroom and their motivators for using ICT. *British Journal of Educational Technology* 47, 1 (2016), 65–75. <https://doi.org/10.1111/bjet.12220>
- Patricia Wastiau, Roger Blamire, Caroline Kearney, Valerie Quittre, Eva Van de Gaer, and Christian Monseur. 2013. The Use of ICT in Education: a survey of schools in Europe. *European Journal of Education* 48, 1 (mar 2013), 11–27. <https://doi.org/10.1111/ejed.12020>
- Jeannette M Wing. 2006. Computational thinking. *Commun. ACM* 49, 3 (mar 2006), 33. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> arXiv:=-



AARHUS UNIVERSITET

