

LÆRE  
MIDDEL  
DK



# Teknologi- forståelsens fagdidaktik

## 10 Learning Tech

Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi



# **Teknologi- forståelsens fagdidaktik**

## **10 Learning Tech**

Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi

## **Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi**

Udgives af Læremiddel.dk

*Learning Tech* er et forskningstidsskrift, hvor alle artikler er forskerbedømt i form af dobbeltblindt peer review. Tidsskriftet bringer artikler, der rammer genstandsfeltet mellem læremidler, didaktik og teknologi, og hensigten er at spille en betydelig rolle som platform for den voksende skandinaviske læremiddelforskning.

### **Redaktion**

Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole  
(ansvarshavende redaktør)

Bettina Buch, Professionshøjskolen Absalon

Hildegunn Juulsgaard Johannesen, UC Syd

Ove Christensen, Professionshøjskolen Absalon

René Boyer Christiansen, Professionshøjskolen Absalon

Thomas R. S. Albrechtsen, UC Syd

### **Redaktionssekretær**

Trine Ellegaard, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

### **Temareaktion**

Marianne Riis, Professionshøjskolen Absalon

Bjarke Lindsø Andersen, Professionshøjskolen Absalon

Martin Dybdal, Datalogisk Institut, Københavns Universitet

Rasmus Leth Jørnø, Professionshøjskolen Absalon

Marie Falkegaard Slot, Københavns Professionshøjskole

Mikkel Hjorth, VIA University College

### **Design**

Trefold

### **Grafisk tilrettelæggelse**

Kamilla Bjørnskov Madsen

ISSN 2445-6810 (ONLINE)

### **Rettigheder**

© 2021 Læremiddel.dk og forfatterne

### **Kontakt**

Læremiddel.dk, Niels Bohrs Allé 1, 5230 Odense M

www.laeremiddel.dk

LÆRE  
MIDDEL  
ODK

## 15 **Forord**

## 21 **Hvordan integreres teknologiforståelse i dansk?**

Af Marie Falkesgaard Slot, Rasmus Fink Lorentzen  
& Thomas Illum Hansen

## 47 **Teacher professional development in higher education and the Teknosofikum project**

By Magda Pischetola

# 76 **Den teknologisk myndige borger**

– om hvordan kritiske perspektiver på teknologiens rolle i samfundet kan bidrage til teknologiforståelse i folkeskolen

Af Anders Stig Christensen & Morten Velsing Nielsen

# 100 **Krydsende teknologiforståelser i teori og praksis**

Fra problem til potentiale

Af Lars Bo Andersen

# 127 **Technology in the HTX technology subject**

The Higher Technical Examination Programme (HTX), the Technology subject, and the Concept of Technology

Af Mette Møller Jeppesen & Lars Bo Henriksen

# 144 **Uoverensstemmende overensstemmelse**

En narrativ fortolkning af epistemologiske og fagdidaktiske forståelser af teknologiforståelse som fag

Af Susanne Dau, Roland Hachmann & Malte von Sehested

# 169 **Technology Comprehension in a More-than-Human World**

Af Peter Danholt

# 191 **Teknologi- forståelse i fag**

Af Marie Falkesgaard Slot, Stig Toke Gissel & Mikkel Hjorth



# 218 **Science and Technology Studies**

Trin mod en myndiggørende teknologikritik

Af Bjarke Lindsø Andersen & Oliver Alexander  
Tafdrup

# 240 **Virksomheds- former og teknologi- begreber fra læseplan til praksis i og på tværs af tre fag**

Af Lone Nielsen, Dorte Moeskær Larsen, Helle  
Kruse Krossá & Morten Rask Petersen

## **269 Teknologiforståelse på læreruddannelsen**

**Kulturelle forudsætninger for faglig integration og kompetenceudvikling i eksisterende undervisnings- og grundfag**

Af Bjarke Lindsø Andersen, Lone Nielsen, Mads Middelboe Rehder, Lars Bo Andersen, Mikkel Hjorth, Kaj Nedergaard Jepsen & Niels Anders Illemann Petersen

## **296 Teknologiforståelse – en sammenhængende faglighed?**

**En beskrivende analyse af 110 undervisningsforløb**

Af Marie Falkesgaard Slot, Roland Hachmann, Mikkel Hjorth & Malte von Sehested

## **323 Læremidlet som forandringsagent i klasserummet**

– med udgangspunkt i det digitale læremiddel Tekspexperimentet

Af Cecilie Copeland Beksgaard, Lars Seidelin, Naja Lind, Casper Petersen & Kåre Moberg

## **351 Teknologiforståelse for alle?**

– fagdidaktisk analyse af erhvervsuddannelsernes nye grundfag Erhvervsinformatik

Af Marianne Riis, Jens Jørgen Hansen & Peter Holmboe

## **382 ”Har I robotter til at male for jer?”**

Et fagdidaktisk perspektiv på teknologiforståelses fagfornyende potentiale i billedkunst

Af Mie Buhl & Kirsten Skov

# 405 **Computational thinking** karakteriseret som et sæt af kompetencer

En begrebskortlægning

Af Stine Ejsing-Duun, Morten Misfeldt & Daniel Gorm Andersen

LÆRE  
MIDDEL  
ODK

# Forord

Teknologiforståelse er på vej ind i det danske uddannelsessystem som en ny faglighed. Udvikling af denne faglighed har indtil videre været særligt udbredt i grundskolen og den tilhørende læreruddannelse, hvor der siden 2018 er pågået forskellige forsøg med udvikling af faget og fagligheden. På ungdomsuddannelserne gøres ligeledes erfaringer med lignende nye fagligheder så som erhvervsuddannelsernes fag Erhvervs-informatik og gymnasieuddannelsernes fag Informatik. På samme måde giver den nye faglighed også anledning til overvejelser og forsøg på de videregående uddannelser.

I dette temanummer sættes der fokus på faglighedernes identitet, indhold og praksis som den tænkes og kommer til udtryk i forskellige kontekster. Hermed kan artiklerne være med til at kvalificere debatten om teknologiforståelse med både empiriske og teoretiske forankrede bud. Tilsammen viser temanummeret faglighedens eller rettere faglighedernes enhed og mangfoldighed i bidrag til en fagdidaktik for teknologiforståelse.

## **Temanummeret udgøres af 16 artikler:**

I artiklen *Hvordan integreres teknologiforståelse i dansk?* undersøger Slot, Lorentzen og Hansen teknologiforståelse i dansk gennem en fagdidaktisk analyse af læreplaner og udvalgte forløb fra forsøget med teknologiforståelse i grundskolen. Forfatterne peger på muligheder, men også udfordringer med at integrere dansk og teknologiforståelse, der hænger sammen med forskelle i såvel fagforståelser og begrebsbrug som i fagenes metoder og praksis.

I artiklen *Teacher professional development in higher education and the Teknosofikum project* præsenterer Pischetola en socio-materiel tilgang til udvikling af indhold i teknologiuddannelse på videregående uddannelse. Studiet bidrager med empiriske indblik i processen med udvikling og afprøvning af forløb og indhold.

I *Den teknologisk myndige borger* argumenterer Christensen og Nielsen for, at den digitale myndiggørelse, som den er formuleret i folkeskolens forsøgsfag, er for snævert orienteret mod (re-)design. På baggrund heraf fremlægger artiklen en tilgang med borger- og ekspertanalyser, der understøtter elevernes kritiske stillingtagen til teknologi.

I *Krydsende teknologiforståelser i teori og praksis* tager Andersen udgangspunkt i forskellige positioner og deres bud på, hvad teknologiforståelse er og bør være. Med udgangspunkt i studier af videnskab og teknologi (STS) analyseres det, hvordan flere forståelser og fortolkninger kan sameksistere og mangfoldiggøre den fagdidaktiske udvikling.

Jeppsen og Henriksen beskæftiger sig i artiklen *Technology in the HTX technology subject* med begrebet teknologi i HTX's profilfag. Den såkaldte 'teknologimodel', der udgør fagenes ramme, analyseres i forhold til dens potentiale, begrænsninger og hvorvidt den understøtter fagenes formål og læringsmål.

I *Uoverensstemmende overensstemmelse* anlægger forfatterne et kritisk-hermeneutisk perspektiv i analysen af narrativer fra projektet Teknologiforståelse i Folkeskolen. Dau, Hachmann og von Sehested identificerer epistemologiske og fagdidaktiske positioner i beskrivelser af forløb fra projektet. Herved kastes lys over transformationen af faglighed fra de teoretisk forankrede styringsdokumenter til fagudviklernes formgivning af prototyper.

Danholt analyserer i artiklen *Technology Comprehension in a More-than-Human World* folkeskolens teknologiforståelsesfag og dets implicite forståelse af teknologi ud fra et STS-perspektiv og argumenterer derigennem for, at eleverne skal kunne mere end at mestre teknologi.

I artiklen *Teknologiforståelse i fag* tager Slot, Gissel og Hjorth udgangspunkt i interview med faglige udviklere af prototyper til teknologiforståelse i eksisterende fag. I analysen undersøges de faglige udvikleres fortolkning af teknologiforståelse, og forfatterne identificerer på den baggrund fire barrierer i fagmødet mellem teknologiforståelse og eksisterende fag.

I bidraget *Science and Technology Studies – trin mod en myndiggørende teknologikritik* præsenterer Andersen og Tafdrup tre nedslag i forskningstraditionen STS. Formålet er at anskueliggøre, hvordan og hvorfor denne tradition kan bidrage til og nuancere det faglige og begrebslige indhold i kompetenceområdet digital myndiggørelse.

Afprøvningen af Teknologiforståelse som ny faglighed har kastet flere projekter af sig. I projektet 'Børnene i robotbyen' er styredokumenter for forsøgsfagligheden blevet oversat og didaktiseret fra ministerielle diskurser til konkrete praksisforløb for elever i tre fag. Artiklen *Virksomhedsformer og teknologibegreber fra læseplan til praksis i og på tværs af tre fag* af Nielsen, Larsen, Krossá og Petersen følger casestudier fra projektet for at forstå, hvordan en relativ snæver og analytisk tilgang til teknologiforståelse i styredokumenterne udfolder sig mere nuanceret i praksis.

I artiklen *Teknologiforståelse på læreruddannelsen* præsenterer Andersen et al. et empirisk funderet begrebsligt bidrag til, hvordan det kulturelle møde mellem teknologiforståelse og eksisterende fag på læreruddannelsen kan beskrives. Med inspiration fra akkulturations-teori beskrives det, hvordan teknologiforståelse kan assimileres, separeres og integreres.

Med udgangspunkt i 110 prototypeforløb fra Forsøg med teknologiforståelse i Folkeskolen undersøger *Teknologiforståelse – en sammenhængende faglighed?* af Slot, Hachmann, Hjorth og von Sehested, hvorvidt der er udviklet en sammenhængende faglighed samt de sammenhænge og brudflader der er mellem de fire kompetenceområder i teknologiforståelse både som selvstændigt fag og integreret i eksisterende skolefag.

I *Læremidlet som forandringsagent i klasserummet* fokuserer Beksgaard et al. på et forsøg med et læremiddel, der er møntet på fremme af problemløsning og teknologiske kompetencer. I undersøgelsen fremhæves lærerens rolle og kompetencer som noget af det, der giver udfordringer og muligheder i undervisningen i teknologiforståelse.

I artiklen *Teknologiforståelse for alle?* undersøger Riis, Hansen og Holmboe erhvervsuddannelsernes nye grundfag Erhvervsinformatik. Gennem en fagdidaktisk analyse af fagets læreplan ser forfatterne nærmere på, hvordan faget og dets intenderede praksis tilgodeser erhvervsuddannelsernes særkende og de intentioner, der er med fokus på teknologiforståelse i denne kontekst.

I artiklen *"Har I robotter til at male for jer?"* undersøger Buhl og Skov teknologiforståelsesfaglighedens fagfornyende potentiale i billedkunst. Ud fra en analyse af undervisningsforløb (prototyper) peger forfatterne på samspillet mellem computationel tankegang, digital myndiggørelse og programmering som afgørende for en potentiel fagfornyelse, som både kan bidrage med nye æstetiske udtrykskvaliteter og bidrage til opfyldelsen af formålene for billedkunst såvel som skolen generelt.



I artiklen *Computational thinking* karakteriseret som et sæt af kompetencer bidrager Duun, Misfeldt og Andersen med et overblik over, hvilke kompetencer der er defineret og fremhævet i forskningslitteraturen om computational thinking i perioden 2013-2018.

Vi ønsker jer rigtig god læsning!

Temareaktionen,

Marianne Riis, Bjarke Lindsø Andersen, Martin Dybdal, Rasmus Leth Jørnø, Marie Falkesgaard Slot og Mikkel Hjorth

LÆRE  
MIDDEL  
ODK

# Abstract

---

Artiklen undersøger med udgangspunkt i det igangværende Forsøg med teknologiforståelse (UVM, 2018-2021), hvordan forsøget på at integrere teknologiforståelse i dansk rammesættes i styredokumenter (Fælles Mål, læseplan og undervisningsvejledning) og didaktiseres i udvalgte undervisningsforløb. Det empiriske grundlag for artiklen er dokumentstudier af læreplaner og forløb.

På et generelt niveau konkluderer undersøgelsen, at udfordringerne med at integrere dansk og teknologiforståelse hænger sammen med forskelle i såvel fagforståelser og begrebsbrug som i fagenes metoder og praksis. På et konkret niveau undersøges det via analyser af læreplaner og udvalgte forløb, hvordan danskfagets tekstbegreb og analysemetoder udfordres, når man bl.a. analyserer robotter som tekster, forsøger at navigere mellem forskellige måder at begrebsliggøre digital dannelse og myndiggørelse på samt beskæftiger sig med meget basale betingelser for produktion, brug og udveksling af data som del af en digital kommunikation.

In this paper, the ongoing Experiment with Technology Comprehension (UVM) is analyzed in order to understand how technology comprehension is integrated into Danish as subject on a curriculum level and on a learning design level. The empirical basis for the analysis are studies of the official documents on curricula level (curriculum and syllabus) and of selected learning designs in Danish as a subject.

On a general level, the study concludes that the challenges of integrating the subject and technology comprehension are related to differences in both professional understandings and terminology and in the applied methods and actions. On a specific level, the analysis of both the syllabus and the learning designs indicates that both the perceptions of texts and the analytical methods are challenged. This is the case when robots are introduced as subject matter and when teachers have to navigate between digital empowerment and more basic conditions for production, use and data exchange as part of digital communication in the subject of Danish.

# Hvordan integreres teknologiforståelse i dansk?

## Teknologiforståelse – et nyt fag og en ny faglighed i skolen

I disse år udvikles og afprøves en ny faglighed i folkeskolen ved navn teknologiforståelse. Denne faglighed har især afsæt i datalogi og informatik, og det er en større diskussion, hvorvidt den skal fortolkes inden for rammerne af STEM-fagligheden eller endnu bredere STEAM-fagene. Fortolkningen af den nye faglighed er præget af en række toneangivende eksperter med viden om især science, teknologi og design-tænkning, blandt andet inden for gymnasieområdet (Iversen, 2019; Caspersen, Iversen, Nielsen, Hjorth & Musaeus, 2018). Teknologiforståelse blev præsenteret i Undervisningsministeriet i foråret 2018 som et selvstændigt fag. Samme år satte UVM et treårigt afprøvningsforsøg i gang på 46 danske grundskoler fra 1. klasse - 9. klasse, hvis formål er at afprøve den nye faglighed. Ud over det selvstændige fag er teknologiforståelsesfagligheden forsøgsvis integreret i syv skolefag med henblik på at undersøge, hvordan teknologifagligt indhold kan integreres i eksisterende fag; et af disse fag er dansk. Formålet med denne artikel er at undersøge muligheder og udfordringer i udviklingen af teknologiforståelse i dansk med afsæt i styredokumenternes bud på en rammesætning og forsøgsprogrammets bud på en didaktisering af teknologiforståelse som danskfagligt indhold.

I Danmark blev begrebet teknologiforståelse udbredt med det 5-årige forsknings-projekt Technucation (2011-2015). Technucation er relevant i denne sammenhæng, fordi det undersøgte læreres teknologiforståelse og knyttede begrebet til udøvelse af en profession. Projektets arbejdsdefinition på teknologiforståelse var således:

1 STEM anvendes på engelsk som akronym for Science, Technology, Engineering, Mathematics. STEAM med tilføjelsen af Art.

”

Den tillærte evne til at tilegne sig og kombinere teknisk hand-  
leviden med andre former for social og kulturel forståelse, som gør  
professionsuddannede i stand til at hjælpe hinanden med at iden-  
tificere og kvalificere muligheder for brug, anvendelse og innovati-  
on af og alternativer til teknologiske løsninger, der forandrer prak-  
sis i en professionskontekst.

(Haase & Andersen, 2012, s. 23)

I forbindelse med Technucation blev der gennemført et review med fokus på policy-litteratur og forskning i relation til det beslægtede be-  
greb på engelsk ”technological literacy” (Wallace, 2011), og på den bag-  
grund kunne projektet tegne et billede af de internationale tendenser.  
Disse var især knyttet til STEM-fag og bestræbelser på at udvikle og  
implementere standarder på tværs af disse fag som en ny form for tek-  
nologi-faglighed (ITEA, 2000 & 2007). ITEA (International Technology  
Education Association) definerer denne faglighed som en kapacitet til  
at anvende, styre, evaluere og forstå teknologi (ITEA, 2007, s. 9), men  
standarderne rummer også et perspektiv på hverdagslivet: ”A techno-  
logically literate person understands the significance of technology in  
everyday life and the way in which it shapes the world” (ITEA, 2007, s.  
33). Det er dette antropologiske perspektiv, der blev styrket med Te-  
chnucation-projektet. I stedet for at definere teknologiforståelse som  
STEM-faglighed alene med tilhørende standarder og kompetencer,  
vægtede projektet udviklingen af fortrolighed med teknologi i men-  
neskets livsverden (Ihde, 2010) samt det menneskelige samspil med  
teknologier (Dakers, 2005; Ingerman & Collier-Reed, 2011; Hasse &  
Andersen, 2012). Teknologier opfattedes ikke kun som nyttebetonede  
redskaber, men som indgribende agenter eller aktører.

Technucation-projektet markerede et nybrud i tilgangen til  
teknologi og var med til at henlede opmærksomheden på, at den  
teknologiske udvikling skaber et behov for fagligt kvalificerede begre-  
ber og analyser af samspillet mellem menneske og teknologi. Denne  
kritiske opmærksomhed var ikke blot et videnskabsfagligt anliggende,  
men blev en del af den politiske offentlighed og i forlængelse heraf en  
væsentlig begrundelse for, at man sidenhen har udviklet teknologifor-  
ståelse som selvstændigt fag (UVM, 2019a; UVM, 2019b).

## Den nye faglighed teknologiforståelse

Det selvstændige fag er bygget op om fire kompetenceområder: ”Di-  
gital myndiggørelse”, ”Digital design og designprocesser”, ”Computa-  
tionel tankegang” og ”Teknologisk handleevne” (UVM, 2018, s. 10-13;  
Caspersen, Iversen, Nielsen, Hjorth & Musaeus, 2018).

I fagligheden har man prioriteret designtænkning som en privilegeret tilgang til teknologiforståelse. Idéen synes at være, at elever udvikler teknologiforståelse ved at tage udgangspunkt i kendte teknologier, analysere dem og komme med bud på, hvordan man kan redesigne dem. Derudover lægger designtænkning op til, at eleverne selv skal udtænke og designe nye teknologier.

Et eksempel på et centralt videns- og færdighedsmål er ”Konsekvensvurdering” af digitale artefakter, der sætter fokus på teknologiers betydning for individ, fællesskab og samfund. Et væsentligt mål, men det er symptomatisk for fortolkningen af den nye faglighed, at det ikke understøttes af humanistiske tilgange i læreplanen, der ellers ville muliggøre en bredere teknologiforståelse ved hjælp af eksempelvis historiske perspektiver, sammenlignende kulturstudier, sociologiske problematiseringer, fiktive fremstillinger eller filosofisk behandling af etiske dilemmaer.

Det bemærkes tillige, at teknologi som begreb ikke defineres i styredokumenterne. Som nævnt lægges der vægt på at udvikle digitale artefakter, men uden at det defineres, hvad et digitalt artefakt er, eller hvilken videnskabelig tradition, der ligger til grund for begrebet. Artefaktbegrebet i styredokumenterne for teknologiforståelse fremstår derfor flertydigt, fordi det hverken defineres eller forankres i en bestemt teoretisk tradition.

## Integration af en ny faglighed

Gennem skolefagernes historie har det været en tilbagevendende opgave at integrere nye fagligheder. Fx var ”Det grønne islæt” i 2000-2001 et presserende tema, som skulle give mulighed for fagligt og tværfagligt samspil omkring miljø og drivhuseffekt, som det hed dengang. I de fleste tilfælde har nye og ofte fagudviklende del-fagligheder ikke taget afsæt i eksisterende fag eller nye fag, men har været fælles epokale nøgleproblematikker, som de eksisterende skolefag skulle udfolde med afsæt i faglige systematikker.

Teknologiforståelse adskiller sig ved både at være formuleret som en ny faglighed og samtidig være en nøgleproblematik, der skal integreres i fagene, fordi den vedrører menneskehedens omgang med teknologi i en epoke i verdenshistorien, hvor computerens udvikling og anvendelse har gennemgribende betydning for alle dele af samfundet. Teknologiforståelse som faglighed bliver derfor en anledning til at undersøge, hvilke indholdsområder der kan bidrage til en øget forståelse af teknologiens betydning og rolle i skolefaget dansk, og hvilke fagdidaktiske problemstillinger der skal udvikles for at forstå hvorfor, med hvad og hvordan fagligheden kan integreres i fagets eksisterende mål.

Det er derfor relevant at undersøge de styredokumenter, det vil sige tillæg til Fælles Mål, Læseplan for dansk samt Læsevejledning, UVM har udviklet til dansk, og subsidiært de fremstillede undervisningsforløb, som i forsøget benævnes prototyper. Vores antagelse er, at styredokumenternes fortolkning af den nye faglighed bør revideres og kvalificeres med afsæt i en humanistisk tilgang til teknologi som en integreret del af menneskets livsverden. En humanistisk udvidelse af tilgangen til teknologi er en forudsætning for en meningsfuld kobling af teknologiforståelse som ny faglighed og dansk som fagtradition. Det bør dog bemærkes, at vi samtidig ser et potentiale i en gensidig berigelse, da teknologiforståelse dels kan være didaktisk anledning til en genfortolkning af danskfagets mål, indhold og metoder, og dels kan blive beriget med danskfaglige perspektiver på både praktisk-kommunikativ brug og æstetisk-fortolkningsmæssig oplevelse af teknologi.

Hvis vi genkalder os nogle af de genstandsfelter og delfagligheder, som tidligere er blevet integreret i dansk, er eksemplerne blandt andet, at det, vi inden for faget betegner med overordnede termer som dels it og medier, dels multimodalitet og literacy, har været med til at ændre fagets indhold og stofområder (Hansen, 2015; Elf, 2017). Her er det for omfattende at gå ind i, hvordan og på hvilke måder dette er sket, men karakteristisk er, at der er tale om indholdselementer, man har kunnet fortolke som fagligt legitime og meningsfulde inden for rammerne af dansk som et fortolknings- og kommunikationsfag. Med den nye teknologifaglighed er det anderledes; teknologi optræder fire gange i den oprindelige læseplan, og det sker altid i forbindelse med området it og kommunikation:

”

Undervisningen omfatter brugen af digital teknologi i kommunikationssituationer i hverdagen og modtagerrettet kommunikation. Undervisningen bør fokusere på kombination af modaliteterne ord, billede og lyd og på variation af disse.  
(UMV, 2019a, s. 7)

Der er langt fra en forståelse af teknologi som et redskab eller et værktøj til brug i kommunikation til den nye teknologifaglighed. Teknologi oversættes oftest i fagdidaktiske tekster til fx redskaber til kommunikation, digitale tekster og medier og digitalisering. Den danske udgave af ICILS-undersøgelsen har i den seneste udgave undersøgt elevers teknologiforståelse som en del af deres it-kompetencer. Derfor findes her en del resultater omhandlende elevers brug af teknologi og holdninger til egne kompetencer (Bundsgaard, Bindslev, Caeli, Pettersson

& Rusmann, 2019) (Bundsgaard, Petterson & Puck, 2014). Derimod er begrebet teknologiforståelse som sådan ikke slået igennem endnu i skolefagets praksis. På baggrund af ovenstående indkredsning er vi derfor interesserede i at undersøge det aktuelle forsøg på at integrere teknologiforståelse som indhold i læreplanen for dansk og fortolkningen heraf, som den materialiseres i udvalgte undervisningsforløb til folkeskolen, hvorfor vi formulerer følgende forskningsspørgsmål:

På hvilke måder rammesættes integrationen af teknologiforståelsesfagligheden i dansk i styredokumenter, dvs. Tillæg til Fælles Mål, Læseplan og Undervisningsvejledning for dansk, og hvordan didaktiseres teknologiforståelsesfagligt indhold i undervisningsforløb tilknyttet afprøvningsforsøget i teknologiforståelse i dansk i folkeskolen?



## Metode og undersøgelsesdesign

Artiklen bygger derfor på dokumentanalyse af to typer af dokumenter: De foreløbige udkast til styredokumenter for dansk, der blev nævnt i ovenstående, og to eksempler på undervisningsforløb i dansk, som er udviklet til Forsøg med teknologiforståelse.

Dette empiriske materiale bliver analyseret som del af en større kontekst: Afprøvningsforsøget som helhed og det omfattende review-arbejde, der indgik som en metodisk integreret del af forsøget (Rambøll, 2019). Mikala Hansbøl og Marie Slot stod således i spidsen for en review-proces, der omfattede i alt 108 forløb i afprøvningsforsøget, heraf 18 i dansk (derudover indgår dansk i fire tværfaglige forløb). Der er udarbejdet review af alle forløb med følgende opmærksomhedspunkter:

- teknologibegrebet i forløbet,
- sprog og begrebsbrug,
- progression,
- elevcentreret læring,
- komplekse problemstillinger,
- differentiering og
- evaluering.

- 2 ICILS står for International Computer and Information Literacy Study og er en international sammenlignende undersøgelse af 8. klasses elevers it-kompetencer.



Det samlede review tilvejebringer et første overblik over, hvordan teknologiforståelse som faglighed fortolkes inden for rammerne af forsøgsprogrammet. På den baggrund har vi valgt de to forløb i dansk, som stammer fra 1. og 2. afprøvningsfase, ud fra et ønske om at belyse, hvad der sker, når den nye faglighed skal integreres i en etableret faglighed. Det bagvedliggende selektionskriterie kan sammenfattes som et valg af usædvanlige cases, hvor grænserne for gængs praksis i dansk udfordres mest muligt (Flyvbjerg, 2010, s. 474). På baggrund af resultaterne af casestudierne, fortolker vi dem som ekstreme cases. Man kunne også argumentere for, at der var tale om kritiske cases, da det er vanskeligt at integrere fagligheden på trods af en større indsats med ekstra ressourcer og involvering af didaktiske konsulenter. Heri ligger et større potentiale for generalisering, hvis man på den baggrund kan udlede, at man ikke kan integrere teknologiforståelse i dansk, herunder især ikke i en daglig praksis, hvor der ikke er ekstra ressourcer. Vi vælger dog at tolke de to cases som ekstreme, da vi ikke mener, at mulighederne for at integrere og genfortolke teknologiforståelse som faglighed er udtømte.

Den første case er forløbet: *Kan man være ven med en robot?*

Casen er ekstrem, selv om den også rummer et kritisk potentiale. På mange måder lykkes det at rammesætte et fokus på litteratur og teknologi, der er meningsfuld inden for en danskfaglig optik, men de faglige elementer fra teknologiforståelse er ikke desto mindre for fremmedartede og vanskelige at integrere.

Den anden case er forløbet: *Dage med data*. Casen er ekstrem, fordi den sætter fokus på ret basale betingelser for kommunikation i et digitaliseret samfund, der dels har en teknisk karakter og dels knytter an til samfunds-faglige temaer som fx overvågning og markedsgørelse. For en umiddelbar betragtning bidrager forløbet med indblik i mulighedsbetingelser for digital kommunikation, der har en vis danskfaglig relevans. Udfordringen er, at det kræver en del mellemregninger at forbinde generel viden om data og sikkerhed med konkrete kommunikationssituationer i dansk. Derfor er der tale om en ekstrem case, der har et begrænset generaliseringspotentiale, men den rummer også et kritisk potentiale. Den kan bl.a. bruges til at eksemplificere grænserne for, hvad der lader sig genfortolke inden for danskfagets rammer, og så rummer den ansatser til, hvordan man i et videre perspektiv kan arbejde tværfagligt med datasikkerhed i dansk og samfundsfag.

Metodisk har vi arbejdet med line-by-line-analyse af ovenstående dokumenter (Creswell, 2008). Både styredokumenter og forløb er blevet nærlæst på sætningsniveau med henblik på at forstå de begreber og antagelser om sammenhænge, som udtrykkes heri. Dette indhold har vi løbende sammenholdt med vores egen viden om og forståelser af danskfagets historik og danskfaglighed. Der er således tale om en

hermeneutisk tilgang, hvor analysen er blevet til i vekselvirkningen mellem beskrivelser af den nye faglighed og vores egne forforståelser af danskfaget (Gadamer, 2007, s. 285).

I vores dokumentstudier er vi især optaget af, hvilke valg der er truffet i forhold til, hvilken faglighed der kommer til syne i måloversigt, læreplan og undervisningsvejledning, og hvordan disse valg kan tænkes at få betydning for skolefagernes praksis. En kortlægning af styredokumenterne for teknologiforståelse gør det muligt at rette et fagdidaktisk blik på teknologiforståelsesfagligheden i fagene, men under hensyntagen til at teknologiforståelsesfagligheden ikke er udviklet i samme grad som etablerede fagligheder. Det betyder også, at man med en vis ret kan problematisere, om der allerede nu kan etableres et fagdidaktisk blik på teknologiforståelse, når faget og fagligheden er under afprøvning, og når der reelt ikke findes en velbeskrevet praksis i skolen (Krogh, Qvortrup & Christensen, 2016). Der er således ikke tale om en realiseret fagdidaktik, men om en didaktik som udvikles i flere led gennem læseplan, undervisningsvejledning og konkrete forløb. Som van den Akker, Kuiper & Hameyer (2003) har argumenteret for, så foreskriver styredokumenterne en didaktisk praksis. Vores analyse tegner derfor konturerne af en fagdidaktik in spe, der er intenderet i styredokumenterne og aktualiseret med forløbenes didaktiske fortolkning af mulige realiseringer.

## Analyse af styredokumenter: Teknologiforståelsesfaglighed i dansk

Teknologiforståelse som faglig dimension i dansk tager form efter teknologiforståelse udviklet som selvstændigt fag. Det rejser et spørgsmål om, hvad der tæller som grundlæggende væsentligt indhold i en danskfaglig tilgang til teknologi. Efter redegørelsen for teknologiforståelse som fag, følger her en analyse af styredokumenterne for teknologiforståelse i dansk. Den nye faglighed blev med Forsøg med teknologiforståelse integreret i fagene dansk, matematik, natur/teknologi, fysik/kemi, billedkunst, håndværk og design samt samfundsfag (UVM, 2018). I det følgende behandles kun dansk. Teknologiforståelse i dansk består af kompetenceområderne digital myndiggørelse og digitalt design og designprocesser. Derudover inddrages enkelte mål fra teknologisk handleevne omkring digital sikkerhed.

I det følgende undersøger vi først integrationen af en ny faglighed i dansk som helhed, hvorefter vi kigger nærmere på henholdsvis design og designprocesser, digital myndiggørelse og digital sikkerhed som selvstændige områder.

I præamblen til danskfaget står der, at teknologiforståelses-faglighed i dansk er:

”

[...] en delmængde af en noget større faglighed, som samlet set har til formål at danne og uddanne eleverne til at deltage som aktive, kritiske og demokratiske borgere i et digitaliseret samfund.  
(UVM, 2019b, s. 4)

At integrere en delmængde i danskfaget af en noget større faglighed synes at være en vanskelig opgave. Formuleringen fra læseplanen lægger op til, at udviklingen af den nye faglighedsforståelse i dansk skal ske i en parallelbevægelse eller pendulering mellem de udvalgte kompetencer fra det selvstændige fag og de danskfaglige kompetencer, som færdigheds- og vidensmål vedrørende teknologiforståelse er indlejret i.

## Design og designtænkning

*I Dansk. Måloversigt* udpeges, som nævnt, tre videns- og færdigheds-mål fra kompetenceområderne ”Digital design og designprocesser” og ”Digital myndiggørelse” samt ”Digital sikkerhed”. I oversigten over færdigheds- og vidensmål efter 2. klasse er få videns- og færdigheds-mål integreret fra kompetenceområdet ”digital design og designprocesser”. I kompetenceområdet for dansk fremstilling er digital design og designprocesser integreret (UVM, 2019a, s. 18). I kompetenceområdet for dansk kommunikation er der tale om tre videns- og færdigheds-mål: Digitalt design og designprocesser, digital myndiggørelse og efter 4. kl. digital sikkerhed knyttet til kompetenceområdet for kommunikation (UVM, 2019a, s. 18). Som nævnt, spiller designtænkningen en særlig rolle i form af en elevcentreret tilgang, hvor eleverne arbejder med digital fabrikation og design med det mål at blive kritiske og konstruktive borgere (Smith, Iversen & Hjort, 2015). Designtilgangen kan på overfladen minde om de didaktiske tilgange, vi kender fra procesorienterede skriveforløb i danskfaget. Her skal eleverne udarbejde tekster fra idé til færdigt resultat gennem flere gennemskrivningsfaser. Fælles med designtænkningen er, at begge tilgange bygger på et princip om udvikling gennem iterative processer.

En række nye begreber er med til at definere, hvordan design-fagligheden skal slå igennem som løftestang for indholdsudvikling og elevinddragelse i det eksisterende fag. I læseplanen er de tre færdigheds- og vidensmål beskrevet:

”

Digital design og designprocesser omhandler tilrettelæggelse og gennemførelse af en iterativ designproces under hensyntagen til en fremtidig brugskontekst. Eleverne lærer at rammesætte komplekse problemstillinger med henblik på at tilrettelægge, gennemføre og argumentere for design af egne digitale artefakter. (UVM, 2019a, s. 8)

Læseplanen definerer ikke begreberne og udfolder ikke, hvordan de skal sættes i forbindelse med hinanden i dansk, hvilket kan skyldes, at flere af begreberne ikke umiddelbart taler sammen med typiske begreber i dansk, fx iteration, brugskontekst og digitale artefakter. Det er derfor centralt, hvordan disse nye begreber i dansk bliver omsat til en didaktisk praksis i samspil med fagets øvrige faglige metoder og begreber.

Eksempler på en didaktisk fortolkning af disse problemstillinger kan iagttages i de prototyper, som er blevet udviklet i forsøgsfaget. Her har fagudviklerne arbejdet med at oversætte de forskellige begreber og sammentænke faglighederne. Det kan eksempelvis dreje sig om proces- og produktskabelse, modtagerbevidsthed samt tekst og kontekst. På den måde forsøger fagudviklerne at imødekomme de intentioner med styredokumenterne for dansk, der fremgår af tillæg til læseplanen: ”Danskfaget bidrager med mange metoder, færdigheder og kompetencer, som eleverne direkte kan overføre til arbejdet med de gennemgående tværfaglige forløb i teknologiforståelse” (UVM, 2019b, s. 9).

Danskfaget skal altså levere de kompetencer og metoder, som skal anvendes i arbejdet med teknologi, uden at man dog angiver hvilke. Derfor er tillægget ikke specielt vejledende. Arbejdet med at integrere faglighederne er overladt til praksis og til det aktuelle forsøg med teknologiforståelse uden videre handleanvisninger.

## Digital myndiggørelse

Et andet nyt fagligt element er kompetenceområdet digital myndiggørelse, som beskrives således: ”Digital myndiggørelse består inden for teknologiforståelsesfagligheden af en række enkeltdele: Teknologianalyse, formålsanalyse, brugsstudier, konsekvensvurdering og re-design” (UVM, 2018, s. 7). Disse analytiske tilgange skal forstås ud fra et større perspektiv, idet teknologiforståelsesfagligheden har som mål, at eleverne lærer at: “[...] forstå digitale artefaktens betydning i hverdags- og arbejdslivet og til at vurdere artefaktets betydning for individ, fællesskaber og samfund” (UVM, 2018, s. 19-20).

Med begreber som teknologianalyse, formålsanalyse, brugsstudie m.fl. peger læseplanen nye steder hen i faget: dels er formålet med at analysere teknologier at opnå en form for handlekompetence, og dels skabes der i det teknologifaglige tekstarbejde nye muligheder for at tematisere kritiske vinkler på teknologi og samfund. Hensigten med disse typer af analytiske tilgange er, at afkodning og konsekvensvurdering kan udvikle elevers dømmekraft i forhold til at vurdere teknologiens betydning og konsekvenser. En tydelig ambition for faget er imidlertid også, at elever skal lære "ikke blot gennem analyse, men i høj grad også gennem deres egne erfaringer med at designe og skabe digitale artefakter" ved at have "fingrene i teknologien" (UVM, 2019b, s. 7). Det rejser spørgsmålet om, hvad et danskfagligt relevant indholdsvalg er. Hvad er det, eleverne skal erfare ved at have fingrene i teknologien? Set i vores optik udvikles og kvalificeres et danskfagligt indholdsvalg ikke med ordvalg som disse, fordi det forbliver uklart, hvilket indhold der er relevant, når eleverne i faget "skal have fingrene i teknologien". Skal eleverne fx erfare, at produktion af digitale artefakter er en form for kommunikation eller en æstetisk frembringelse, der kan sammenlignes med andre typer af tekster i dansk – og hvad vil det egentlig sige? Hvad er sammenligningens grundlag, og hvordan kan det legitimere, at artefaktet tæller som et danskfagligt kvalificeret indhold?

### **Det samme som digital dannelse i dansk?**

Danskfaget har tradition for at forholde sig til digital dannelse, og man kan spørge, hvordan digital myndiggørelse adskiller sig fra dette? Digital dannelse, har fyldt meget i debatten om skolens rolle i forhold til børn og unges hverdagsliv med digitale medier (se Bundsgaard, 2017). Begrebet handler ifølge Bundsgaard om at anvende og opføre sig ansvarligt over for andre med teknologi (fx ansigtsløs kommunikation, som foregår løsrevet fra tid og rum); deltage engageret i debatten om teknologiers muligheder og udfordringer, både i et individ- og i et samfundsperspektiv, og om at erkende, at teknologier spiller en stadig vigtigere rolle i vores fælles liv (Bundsgaard, 2017, s. 12). Sidstnævnte betoner erkendelsesaspektet og synes dermed at pege frem mod en digital myndiggørelse, hvor idéen også er, at eleverne skal erkende større sammenhænge mellem teknologier, menneske og samfund. Fælles for digital dannelse og teknologiforståelse er således et ønske om at børn og unge via selvvirksomhed dannes til at forholde sig til teknologier i verden omkring dem.

Der er imidlertid også tale om forskelle mellem begreberne. Digital dannelse i en danskfaglig kontekst lægger vægt på adfærd og opførsel og bruges overvejende i forbindelse med børn og unges brug af sociale medier, computerspil og andre medier. Her er fokus ofte på kommunikation, adfærd og identitetsdannelse. Med fokus på digital

myndiggørelse kommer teknologien derimod i forgrunden i undervisningen, idet der lægges op til at undersøge algoritmer og kunstig intelligens og deres betydninger. Resultatet er en anden og udvidet vinkel på dannelse i forhold til digitale teknologier, men det er uvist, hvordan denne vinkel skal realiseres inden for en danskfaglig optik. I læseplanen formuleres digital myndiggørelse snarere parallelt med dansk end som et bidrag til et eksisterende arbejde med elevernes dannelse.

### **Et humanistisk frigørelsesperspektiv**

Det store fokus på teknologi og designfaglig tænkning i digital myndiggørelse er inspireret af både Paolo Freires og Paolo Bliksteins empowerment-begreb. Sidstnævnte er optaget af at gøre eleverne til forandringsagenter, som kan tænke kritisk om teknologi i verden, forandre den og dermed anvende teknologier til at adressere konkrete lokale behov, frem for en mere ureflekteret anvendelse af teknologier. Blikstein (2008) hævder fx, at de elever, han besøgte i sin forskning i Brasilien, som udgangspunkt er umyndige i forhold til teknologier, fordi det er teknologiernes indbyggede mekanismer, som styrer eleverne og ikke omvendt. Det er nok blandt andet i lyset heraf, at teknologifaglighedens lidt uklare begreb 'intentionalitet' skal ses. Begrebet er ellers klart defineret inden for fænomenologien og har de seneste hundrede år været brugt inden for filosofi om det forhold, at menneskets bevidsthed altid er rettet mod og altid allerede er engageret i verden og optaget af fænomener. Dette brede begreb om intentionalitet reduceres med den nye teknologifaglighed til et spørgsmål om den intention, der fra producentens side er lagt ind i en given teknologisk design. På den måde reduceres intentionalitet til et resultat af en rationel og målrettet handling. I den ordliste, der er udarbejdet af ministeriet som ledsager til forsøgsprojektet, hedder det således at:

”

Intentionalitet betegner de holdninger eller værdier, som designere har indlejret i et digitalt artefakt. Alle digitale artefakter sigter efter noget særligt eller har noget særligt til hensigt [...]. Den eller de mennesker, som har designet et digitalt artefakt, har således gjort det ud fra en intention, og artefaktet bærer dermed en intentionalitet.

(Caspersen & Iversen, 2019, s. 10)

Der ligger således et dybt kritisk frigørelsesperspektiv i forsøgsprojektet, som relaterer sig til fagformålet om at forstå teknologiers rolle i et individ- og samfundsperspektiv. Derfor er det også ærgerligt, at man opererer med så snævert et begreb om intentionalitet. Menneskers

Menneskers måder at forstå, handle og skabe i verden, sker altid i en social, kulturel og historisk situation og kontekst, der har betydning for værdier, valg og handlinger. Derfor vil et design og de affordances, der kendetegner dette design, altid være resultat af en lang række valg, handlinger, kulturelle værdier og historiske betingelser, som rækker ud over det enkelte menneskes rationelle måltænkning. Problemet med, at man ikke lykkes med at integrere en humanistisk faglighed i det aktuelle begreb om teknologiforståelse, kommer således særligt tydeligt til udtryk i den snævre definition af begreb intentionalitet, der afspejler en forestilling om, at man altid skaber produkter og herigen- nem forsøger at omskabe verden ud fra et rationelt menneskebillede.

## Digital sikkerhed

Digital sikkerhed er skrevet ind i kompetenceområdet kommunikation i dansk, hvor der især arbejdes med elevers kommunikative og multimodale udtryk, og hvor elever skal lære at være skabende og aktive brugere af digital kommunikation. Sikkerhed er et færdigheds- og vidensområde i faget teknologiforståelse under kompetenceområdet teknologisk handleevne. Digital sikkerhed er også et tværgående emne, som kommer til udtryk med underbegreber som "risici", "trusler", "sikker adfærd" og en generisk kompetence, som egner sig til at udfoldes i både samfundsfag, fremmedsprog og flere af de naturvidenskabelige fag. I dansk skal eleverne således:

”

[...] lære at begå sig sikkert i et virtuelt univers med særligt fokus på kommunikation. Det nye færdigheds- og vidensområde udvider begrebet digital sikkerhed ifm. kommunikation, herunder identifikation af trusler og risici samt viden om sikkerhedsmæssige aspekter ved færden i den digitale verden.

(UVM, 2019b, s. 7)

I danskfagets styredokumenter findes der ikke noget begreb om digital sikkerhed, så begrebsudvidelsen må stamme fra et andet fagligt domæne. Spørgsmålet er derfor, hvordan det skal kvalificeres og didaktiseres inden for en danskfaglig horisont. Et danskfagligt bud er, at digital sikkerhed ikke er en generisk og fagovergribende kompetence, men derimod et fænomen, der skal opleves og undersøges med afsæt i den måde, det fremtræder på i menneskets livsverden. Udfordringen er, at sikkerhed let bliver reduceret til et uvedkommende spørgsmål om teknikalitet og digital hygiejne. I dansk kan man alternativt tage fat i de eksistentielle og relationelle konsekvenser af brud på sikkerhed,

der kan motivere beskæftigelsen med digital sikkerhed, da det som fænomen er forbundet med blandt andet angst, udsathed, tillid og mistillid, udnyttelse, magtrelationer og markedsgørelse. Der er således mange muligheder for at gøre det danskfagligt relevant, men de aktuelle målformuleringer gør det vanskeligt, da de er formuleret som en grammatik for sikker adfærd:

**Figur 1.**

*Uddrag fra Færdigheds- og vidensmål i dansk for kompetenceområdet Digital handleevne. Her lægges der vægt på teknisk viden og instrumentelle færdigheder.*

Efter 4. klasses trin

Digital sikkerhed			
Eleven kan identificere risikoadfærd i forbindelse med brug af digitale teknologier	Eleven har viden om typiske risici ved brug af digital teknologi		X

Efter 6. klasses trin

Digital sikkerhed			
Eleven kan forholde sig til sikker adfærd ved brug af computere og netværk i konkrete situationer	Eleven har viden om hvordan aktuelle, specifikke typer af trusler fungerer	X	

Efter 9. klasses trin

Digital sikkerhed				
Eleven kan handle sikkert og hensigtsmæssigt i interaktionen med digitale teknologier	Eleven har viden om sikkerhedsmæssige aspekter ved færden i den digitale verden	X	X(F)	

Denne del af teknologiforståelse kan karakteriseres som en digital version af det obligatoriske emne færdselslære. Man kan i forlængelse heraf spørge, om der er tale om en form for digital trafikssikkerhed, der ligesom de andre ”timeløse fag” er vanskelig at integrere med fagene. Den didaktiske udfordring er, at læreplanen forholder sig til sikkerhed som et problem, der kalder på teknisk viden og instrumentelle færdi-



heder, frem for at behandle det som et fænomen, man skal undersøge og fortolke med afsæt i enten egne erfaringer med at kommunikere i forskellige kontekster eller de fremmederfaringer, man kan få del i ved at beskæftige sig med æstetiske tekster. Digital sikkerhed og persondata forekommer derfor indtil videre som faglige fremmedelementer i dansk, og spørgsmålet er, hvor koblingen til eksisterende faglige begreber og fænomener skal findes, når det i læseplanen ikke er defineret, hvor begreber som ”trussel” ”sikkerhed” og ”risiko” hører til?

## Sammenfatning – Styredokumenter for teknologiforståelse i dansk

Vi har i analysen redegjort for, at teknologiforståelsesfagligheden i dansk medfører en terminologi, som i sagens natur dels er fremmed for danskfaget, og dels har brug for at blive didaktiseret og kvalificeret teoretisk, som det blev vist med de kritiske analyser af begreberne artefakt, intentionalitet og digital sikkerhed. Derudover beskrives fagligheden som en selvstændig delmængde, der skal integreres i dansk, hvilket lægger op til et større fagdidaktisk udviklingsarbejde.

Vilkårene er komplicerede, når styredokumenter skal udfærdiges uden en praksis at referere til eller et fagdidaktisk stillads at bygge på. Som vi har redegjort for, bærer læseplanen for dansk præg af, at det har været vanskeligt at komme ud over det generaliserende niveau. Analysen peger på, at alle tre kompetenceområder bør didaktiseres yderligere. I tilfældet digital myndiggørelse er der tale om en relativ snæver definition med teknologi som fokus og frigørelse som sigte. Analysen viste, at begrebet med fordel kan åbnes mod de humanistiske dannelsesaspekter, der i forvejen arbejdes med i begrebet digital dannelse i dansk.

Som det ses i beskrivelsen af teknologiforståelsesfagligheden, er det vanskeligt at pege på specifikke danskfaglige fænomener, genstande og stofområder, der kan fremhæves, som havende et særligt potentiale i forhold til teknologiforståelse. Dette kan forklares med, at man ikke i tilstrækkelig grad har formået at bringe social- og humanvidenskaberne i spil som basisfag, eller med tilpas tyngde vægtet den del af teknologiforståelsesfagligheden som trækker på den del af professionernes forståelse af teknologi, der ikke udspringer af STEM-tænkningen eller af et naturvidenskabeligt paradigme. Det er noget af dette, man må arbejde videre med.

## Eksempler fra undervisningsforløb i dansk

I det næste afsnit vender vi os mod forløbene i afprøvningsforsøget,

som har vores særlige interesse, fordi de integrerer de nye typer af faglige fænomener, indhold, stof, mål, faglige aktiviteter, metoder og generelle teknologifaglige refleksioner og overvejelser i faget. Vi vil med afsæt i to ekstreme cases give eksempler på de vanskeligheder, der opstår, når integrationen ikke helt lykkes. De to forløb er rettet mod henholdsvis 5. kl og 7. kl og integrerer danskfaglige kompetenceområder og centrale faglige delelementer: Forløbet *Kan man blive ven med en robot?* (Godtliebsen, Nielsen, Kjær, Lorentzen & Nissen, 2018) (herefter case A) integrerer således færdigheds- og vidensområder inden for kompetenceområderne fortolkning, læsning og kommunikation og teknologisk handleevne. I forløbet *Dage med data – digitale fodspor og datasikkerhed* (Nissen, Godtliebsen, Kjær, Lorentzen & Nielsen, 2018-2021) (herefter case B) integreres bl.a. kompetenceområder for læsning, skrivning og fremstilling. De nye teknologifaglige elementer er datasikkerhed og digitalt selvforsvar, og målet er at udvikle elevernes kritiske sans i forhold til egen og andres digitale sikkerhed.

For at give et indtryk af, hvor vanskelig en opgave der er tale om, når strukturer i en fagtradition forstyrres og udfordres, koncentrerer vi os i analysen om de dele af forløbene, hvor det ikke lykkes at integrere teknologiforståelsesfagligheden.

I begge forløb er der arbejdet med at integrere teknologiforståelse som et egentligt nyt indhold: I forløbet *Kan man blive ven med en robot* skal eleverne læse fiktions- samt fagtekster om bl.a. venskab og om kunstig intelligens for til sidst i forløbet at udarbejde en teknologianalyse af en chatbot. En tillægsaktivitet er desuden, at elever i programmet Scratch selv skal skabe en chatbot. Denne sidste del af forløbet er set som ekstremcase den mest interessante del. Det viser sig, at chatbot som ”skole-teknologi” i sig selv udgør, hvad man kan kalde for et ekstremt element, idet robotens svar på de spørgsmål eleverne stiller, opleves som ”upassende”. Det gøres i forløbet (selvfølgelig) til en faglig pointe, fordi problemstillingen rammer lige ind i teknologiens intentionalitet og algoritmen, der teknisk set styrer robotens svar. Eleverne skal derfor diskutere følgende:

- *Hvad det betyder, at en ”intelligent” chatbots fremtidige svar ændres på baggrund af det, som folk har skrevet til den tidligere?*
  - *I klassen diskuteres det, hvordan en chatbot bliver formet af de input, den får, og at dens svar ikke nødvendigvis knytter sig på en logisk måde til det spørgsmål, som man stiller.*
- (Godtliebsen, Nielsen, Kjær, Lorentzen & Nissen, 2018, s. 13)

I case B er teknologiens skyggesider i centrum. Eleverne skal ikke skabe en teknologi, men udvikle et kritisk handleberedskab, som kan

beskytte mod en uhensigtsmæssig, ja måske ligefrem farlig brug af teknologi. Forløbet er ekstremt i den forstand, at det sætter fokus på træk ved digital sikkerhed, der er vanskelige at knytte til konkrete situationer i en danskfaglig kontekst. Brud på den digitale sikkerhed kan have vidtrækkende etiske konsekvenser for det enkelte menneske. Det er en kendt problematik både i den politiske offentlighed og mange elevers livsverden, men et fokus på sikkerhed får let en udvendig og teknisk karakter, der indebærer, at koblingen til kommunikative erfaringer bliver overfladisk. Man kan fortælle, at der er risici forbundet med digital kommunikation, men det er vanskeligt at gøre de tekniske problemstillinger nærværende og kvalificere dem danskfagligt.

I lyset af, at der ikke er udviklet en fagdidaktisk begrundelse for, hvorfor og hvordan der kan arbejdes problembaseret med et robot-tema i dansk i 5. kl., illustrerer case A et andet ekstremt fremmedelement i danskfaget: Udfordringen ved at gøre programmering til et relevant afsæt for det litterære fortolkningsarbejde i dansk. Eller mere forløbsnært: Hvordan fagliggør man Scratch i dansk, hvilke begreber skal der til, og hvordan udvikler man mål, indhold og aktiviteter, som kobler elevers forforståelse af den litterære tekstanalyse til en teknologifaglig analyse af teknologi samt til det relevante i også selv at skulle programmere? Lad os se på, hvordan det er grebet an:

Som en del af litteraturarbejdet med kortromanen "Lige nu er allerede i morgen" introduceres eleverne for chatbotten Evibot/Boibot. Elevarbejdet er drevet af spørgsmål som: "Når man er mest ensom, kan man så bruge en chatbot som samtalepartner? Kan man tale om følelser med en robot? Kan man få sparring og vejledning af en robot" (Godt-liebsen, Nielsen, Kjær, Lorentzen & Nissen, 2018, s. 9).

Gennem afprøvning af chatbotten skal eleverne efterfølgende erfare chatbottens muligheder og begrænsninger. Teknologianalyse er en ny disciplin i dansk og derfor en ekstra grund til at forklare, hvad der er den faglige relevans bag: Eleverne skal undersøge og analysere Evibotten i forhold til, hvordan den er konstrueret, og hvilke værdier og betydninger, den tillægges. Eleverne skal ikke selv designe, men undersøge en teknologi, der er designet af andre. Det er forfriskende at lade elever undersøge en teknologi i en kortroman, for kan man faktisk gøre som hovedpersonen Felicia og bruge en chatbot som en fortrolig samtalepartner? Kan man være i dialog med en maskine? Samtidig kunne man med begrebet "fradigtning" (Hansen, 2004) pege på, at et øget teknologifokus medfører en variant af fradigtning, idet elevens tekstarbejde ikke foregår som en nærlæsning af teksten. En yderligere komplikation er, at begreber som konsekvensanalyse og analyse-kanvas mv. ikke umiddelbart kobler til gængse danskfaglige analytiske

men at eleverne selv kan bestemme den rækkefølge, de arbejder med analysemodellens elementer” (Godtliebsen, Nielsen, Kjær, Lorentzen & Nissen, 2018, s. 12).

Det analytiske abstraktionsniveau, som elever skal mestre i forløbet, er højt, og det forbinder flere perspektiver; de skal fastholde en litterær analyse, magte en helt ny type af teknologifaglig analyse og måske også snuse til et programmeringssprog. I det omfang, det lykkes, er det, fordi der igennem hele forløbet holdes fast i grundspørgsmålet: “Hvordan og hvorfor Eviebot fungerer eller ikke fungerer som en ven, fortrolig og samtalepartner” (s. 12).

Ud fra et fagdidaktisk perspektiv må man spørge til, om og hvordan en chatbot repræsenterer en fagligt relevant problematik, der passer ind i det ensomhedstema, som eleverne arbejder med. Hvad er formålet med at bringe robotten ind i undervisningen?

Et bud på et svar er, at robotten kan være med til at kaste lys over, hvad der tæller som en tekst i dansk. Robotten er netop ikke en tekst med et budskab, men en tegnproducerende teknologi, der kan bruges til at replicere data. Af samme grund er teknologiens intentionalitet af en anden art end intentionalitet i en tekst, der fremstiller et indhold. Spørgsmålet er, om en chatbot egentlig ikke mangler intentionalitet i danskfaglig forstand, og nærmere må ses som en designfaglig mulighed – et potentiale. Det vil i så fald betyde, at den kun er relevant at inddrage, hvis robotten kan aktiveres som et perspektiv på andre relevante danskfaglige fænomener og temaer, det vil i dette tilfælde sige romanteksten og temaet menneske/maskine.

I forløbet lægges der vægt på, at eleverne skal udvikle og afprøve deres kompetencer til at: ”analysere, diskutere og reflektere over, hvordan teknologien er designet af nogle med en intention” (Godtliebsen, Nielsen, Kjær, Lorentzen & Nissen, 2018, s. 10). Det er forudsætningen for, at de efterfølgende kan gennemføre en teknologianalyse, hvor de arbejder med scenariet med hovedpersonen Felicia og hendes møde med Eviebot.

Teknologi er dermed ikke kun afsat for analyse, men bliver også til en velkendt og relevant tematik og problemstilling i en humanistisk tekstfortolkende tradition som fx: Hvad er et menneske? Hvad er en maskine? Kan man gøre maskiner menneskelige? Kan man gøre mennesker maskinagtige? og Hvad sker der i mødet mellem menneske og maskine? Tematikken er ikke ny og bliver eksempelvis tematiseret i fiktive fortællinger som Svend Åge Madsens ”Som skabt for hinanden”, Sara Engells ”21 måder at dø på” og Niviaq Korneliussens ”HOMO Sapienne” (Henkel, 2016, s. 80). Det nye er, at der i casen tages udgangspunkt i teknologien, og hvordan den fungerer. Den fagdidaktiske intention med forløbet er at opbygge elevens forestillingskraft og skærpe deres kritiske sans ved at lægge op til spekulation over mulige

dilemmaer i mødet med robotter. Ved at forholde sig til disse teknologiske fænomener lærer elever at forholde sig til spørgsmål, som de ikke kender svaret på, fordi det ikke findes endnu. Samtidig lægger temaet menneske versus maskine op til at arbejde med den historiske dimension, som ikke er tænkt ind i den nye faglighed. Problematikken har nemlig en lang virkningshistorie, der har betydning for computere og robotters udvikling.

I dansk er det problematisk at løsrive fænomener fra deres historiske kontekst og kompleksitet. Derfor peger den litterære tilgang på behovet for, at den teknologididaktiske udvikling skal integreres med eller udvides til at omfatte en humanistisk dimension, således at der udvikles en litterær, fænomenbaseret teknologididaktisk retning, som i højere grad har fokus på begreber som teknologisk forestillingskraft, og på hvordan man eksempelvis kan udvikle fantasi ved at arbejde med at læse og skrive, uden at det foregår i tilknytning til en nyttebaseret kompleks problemstilling (Paaskesen & Nørgaard, 2016). En fagdidaktisk udvikling med afsæt i litteratur som fænomen kan til forskel herfra rammesætte en æstetisk kompleksitet, hvor litteratur og fagets metoder bidrager til at udvide teknologianalysen. Litteratur er i den henseende et eksistentielt eksperimentarium for mulige sammenvævninger af mennesker og maskiner, der klart kan bidrage til at udvide teknologiforståelsens horisont, der ellers let lader sig reducere til en kausalt determineret og som følge heraf fantasiforladt instrumentalisme. Den æstetiske tekstanalyse er så central i dansk, at et stærkere fokus på læsning og fortolkning vil være en oplagt udvidelse og kvalificering af videns- og færdighedsmålene for kommunikation, fortolkning og fremstilling, som i den nuværende læseplan er afsæt for integration af den nye faglighed.

## Digital fabrikation og teknologianalyse

Med afsæt i målet, at elever "skal fremstille med digitale teknologier samt få en forståelse af digitale teknologier som byggemateriale, der kan bruges til at eksternalisere tanker" (UVM, 2019b, s. 10) skal eleverne i forløbet især opnå indblik i et digitalt computersprogs begrænsninger. Afsættet i kodning i Scratch kan måske give elever en større forståelse for, hvordan det menneskeskabte sprog indeholder en anden kompleksitet i sammenligning med programmeringssprog. Men med forløbet ser vi også tegn på, at teknologifagligheden i dansk giver mulighed for at arbejde med det computationelle kompetenceområde. Derved bliver det muligt at konkretisere og bearbejde en teknologisk problematik, hvor eleverne på baggrund af erfaringer med programmering (Scratch) opfordres til at stille teknologisk fantasiful-

de spørgsmål til kommunikative problemer: ”I klassen diskuteres det, hvordan en chatbot bliver formet af de input den får, og at dens svar ikke nødvendigvis knytter sig på en logisk måde til det spørgsmål, som man stiller” (Godtliebsen, Nielsen, Kjær, Lorentzen & Nissen, 2018, s. 13). Men som vist tidligere er det også en faldgrube, fordi både elever og lærer skal have et multifaceteret analytisk beredskab for at kunne lykkes med denne del.

Forløbet inkorporerer en række inkommensurabiliteter i dansk, hvor fx den teknologifaglige fremstilling og analyse er vanskelig at integrere i den litterære analyse. Særlig opmærksomhed påkalder en elevaktivitet, hvor elever skal skabe fiktive dialoger i chatbotten. Formålet er at finde sammenhænge mellem det digitale artefakts formål, intentionalitet og anvendelsesmuligheder, idet eleverne analyserer ”Eviebot”, som andre har designet med en intention om en bestemt anvendelse. De skal afkode teknologien og med forskellige analysegreb undersøge intentionen bag målgrupper, indhold mv. I teknologiforståelsesfagligheden betyder det, at de skal lære at forstå teknologiens konstruktion ved selv at kunne bygge noget, og her overskrides kompetenceområderne, da computationel tænkning som nævnt ikke er en del af fagligheden i dansk. Som analysen viser, kan det destabilisere gængse strukturer, når begreber som teknologianalyse, formålsanalyse, brugsstudier og konsekvensvurdering skal integreres (UVM, 2019b, s. 7). Teknologianalyse er således en ny analytisk disciplin i dansk, hvor der skal udvikles relevant indhold, som kan kobles til en danskfaglig teknologididaktik (Hansen, 2020). Et centralt spørgsmål i denne søgen efter indhold bliver, hvilke fænomener der egner sig som midler i en designproces med det formål, at eleven lærer at forstå digitale teknologier.

## Digital sikkerhed og risiko i dansk

Et andet indholdsområde, der på lignende vis er under opbygning, er færdigheds- og vidensområdet digital sikkerhed, som er knyttet til kompetenceområdet kommunikation i dansk og kompetenceområdet teknologisk handleevne i faget teknologiforståelse. I forløbet *Dage med data – digitale fodspor og datasikkerhed* arbejdes der med datasikkerhed og digitalt selvforsvar med henblik på at udvikle elevernes kritiske sans i forhold til egen og andres digitale sikkerhed. Problemstillingen lyder: ”Hvordan informeres unge i aldersgruppen bedst om digital sikkerhed? Forslag til alternativ: Hvordan lærer unge om de udfordringer og potentielle farer, som eksisterer i forbindelse med digital sikkerhed, når de færdes på nettet?” (Nissen, Godtliebsen, Kjær, Lorentzen & Nielsen, 2018-2021, s. 8).

og potentielle farer, som eksisterer i forbindelse med digital sikkerhed, når de færdes på nettet?” (Nissen, Godtliebsen, Kiær, Lorentzen & Nielsen, 2018-2021, s. 8).

Forløbet har altså et hovedspor, hvor målet er, at eleverne opnår viden om, hvad det vil sige at give et samtykke, herunder datadeling med fx virksomheder, der tilbyder browsere, søgemaskiner, hjemmesider mv., samt hvilke risici der er forbundet med at dele data med tredjepartsfirmaer. Eleverne skal gennem denne del af forløbet blandt andet forholde sig til egne persondata, og hvordan man kan udvikle et digitalt ”selvforsvar”. Elevaktiviteten er ikke forbundet til en tekst eller tekstarbejde, men koblet til netop at informere og få forklaret. I denne del af forløbet indarbejdes en række ord og begreber, som eleverne nok har hørt, men måske ikke kender betydningen af, fx: serverlogfiler, Virtual Private Network, Pixeltag, Digital Subskriber Line og selvfølgelig EUs Persondatalov, GDPR. I et mindre fagligt sidespor skal eleverne arbejde med fiktionstekster, som tematiserer, hvad data er iagttaget som et fagligt fænomen. Eleverne skal se videoen: ”Hvis din bagerjomfru var en app” og lytte til et uddrag af romanteksten ”Alt er data” af Lone Hørslev og Jesper Mechlenburg (Nissen, Godtliebsen, Kiær, Lorentzen & Nielsen, 2018-2021, s. 9).

Herefter skal eleverne arbejde med, at der er flere betydninger i en tekst i følgende rammesætning: ”Hvor mange betydninger kan der ligge i sætningen: ”vi forærer det væk” (...) det faktum, at jeg ik kan sige nej, til dig”.? Hvad er det, vi forærer væk? Og hvor forærer vi det væk?” (Nissen, Godtliebsen, Kiær, Lorentzen & Nielsen, 2018-2021, s. 9).

I hovedsporet er det dog den faktuelle og informationsbaserede tilgang, som er stærkt styrende for elevernes arbejde. De skal bl.a. lære at handle sikkert på nettet, hvilket skal udfolde sig i en filmproduktion om, hvordan internettet fungerer, hvad digitale fodaftryk er, hvordan vores data bliver overført, og hvordan man kan beskytte sig mod trusler og samtidig begå sig sikkert på nettet (Nissen, Godtliebsen, Kiær, Lorentzen & Nielsen, 2018-2021, s. 4). Også elevernes egne digitale fodspor inddrages, så brug og afgivelse af data bliver helt konkret: ”Under arbejdet med de digitale fodspor er det vigtigt at spore eleverne ind på, at det ikke kun er telefonen, der sætter digitale fodspor – Rejsekortet, Sygesikringskortet, skoletandlægen, lægen, Aula indsamler også data om eleverne” (Nissen, Godtliebsen, Kiær, Lorentzen & Nielsen, 2018-2021, s. 10).

Som det fremgår, knytter elevarbejdet ikke tydeligt an til konkrete kommunikationssituationer eller fortolkende tekstarbejde, men til basale betingelser og samfundsmæssige problemer i relation til kommunikativ adfærd og kommunikationsetik, hvilket giver anledning til at diskutere, hvilken toning eller genfortolkning digital sikkerhed skal have for at kunne integreres i et danskfagligt kompetenceområde.

Som vi tidligere har været inde på, udfolder læreplanen digital sikkerhed som et problemfelt, der kalder på teknisk viden og instrumentelle færdigheder, men det behandles ikke som et fænomen, elever skal undersøge og fortolke med afsæt i enten egne erfaringer med at kommunikere i forskellige kontekster eller de fremmederfaringer, man kan få del i ved at beskæftige sig med æstetiske tekster. Derfor er det stadig et uafklaret spørgsmål, hvilke danskfaglige begreber, der knytter sig til disse områder.

Hvis vi holder fast i, at teknologiforståelse skal give mening inden for enten en æstetisk-fortolkningsmæssig eller praktisk-kommunikativ tilgang til tekster i meningsfulde situationer, er der mange elementer i dette forløb, som ganske enkelt bliver svære at løfte ind i faget. Det må derfor bero på en vurdering, om videns- og færdighedsmålet digital sikkerhed under kompetenceområdet teknologisk handleevne kan udvikles til at blive et relevant fagligt element i dansk. I læseplanen er de faglige argumenter for relevansen af teknologisk handleevne i dansk ikke formuleret tydeligt, og det er et åbent spørgsmål, om danskfagets aktører selv kan og vil tage området til sig (eller på sig), eller om digital sikkerhed i stedet vil blive behandlet som et tværgående tema. Uanset hvad vurderer vi på baggrund af såvel de udvalgte cases som de andre prototyper i forsøget, at det vil kræve en del didaktisk udvikling at kvalificere temaet og motivere eleverne til at arbejde med sikkerhedsproblematikken i relation til problemstillinger, der giver mening både fagligt og eksistentielt i relation til elevernes livsverden. Udfordringen er ikke særskilt for dansk, men mere generel, da spørgsmålet om sikkerhed let bliver et spørgsmål om specifik teknik eller abstrakte betingelser for produktion, brug og udveksling af data.

## Diskussion: Teknologiforståelse som udvidelse eller faglig forandring

Denne artikels empiriske grundlag har været en brøkdel af de forløb, som er produceret i dansk og har eksemplificeret den nye fagligheds udfordringer og betingelser i dansk i afprøvningsforsøget. Det samlede indtryk er, at det er en vanskelig øvelse at integrere denne aktuelle formulering af teknologiforståelse som faglighed på en måde, så kernen bevares i den eksisterende danskfaglighed, samtidig med at både fag og teknologiforståelsesfaglighed udvikles. Det rejser et spørgsmål om, hvorvidt teknologiforståelsesfagligheden blot skubber til eksisterende faglighedsforståelser, eller om den har potentiale til at forandre faget til et anderledes danskfag, der arbejder med tilhørende nye teknologifaglige fænomener. Indtil videre har vi kunnet iagttage tegn på en



udvikling af fagets genstandsfelt og metoder og ikke en væsensmæssig forandring. Der tilbagestår stadig et behov for mere systematisk at undersøge, om og hvordan elever kan arbejde med computationel tankegang i spændingsfeltet mellem danskfaglige og teknologiforståelsesfaglige fænomener og begreber, og hvordan teknologiforståelse konkret kan påvirke og eventuelt også være med til at forandre fagets praksis. Den problembaserede tilgang kalder på fagdidaktiske overvejelser omkring forholdet mellem det fænomen- og det problembaserede, herunder især hvordan det problembaserede kan kobles til elevers forforståelse og forholdet mellem indhold og elevernes subjektivt oplevede erfaringer som et bidrag til elevers forståelse af deres omverden.

Endelig kalder færdigheds- og vidensmål for digital myndiggørelse på nærmere overvejelser over, hvordan teknologier didaktisk kan inddrages som genstandsfelt i faget, så der både gives mulighed for analytisk indblik og kritisk refleksion i et fag, som hovedsageligt har tradition for at beskæftige sig med det digitale i form af tekster. Som beskrevet kan digital myndiggørelse bruges som anledning til at udvikle tilgangen til digital dannelse i danskfag. Hvis det lykkes at udfolde en sådan analytisk og kritisk tilgang, der samtidig giver plads til at stimulere elevernes fantasi, øjner vi en mulighed for, at dansk som et humanistisk dannelsesfag kan befrugte teknologiforståelsesfagligheden, der som påpeget overvejende udspringer af en STEM-tradition.

I alle forløb er der tale om en udvidelse af det faglige sprog i forsøget på at gribe teknologiforståelsesfagligheden på fagets præmisser. I et længerevarende perspektiv kræver det dog mere tid at udpege de begreber, som kan opbygge den indholdsmæssige klarhed og konsistens, som er nødvendig for at udarbejde en egentlig praksis for teknologianalyse, brugsstudier osv.

Fag flytter på sig, når nye sproglige og domænespecifikke begreber rykker ind, men hvad langtidseffekterne er i et fag, når nye ord og begreber bryder ind i eksisterende begrebshierarkier, er en ubekendt størrelse.

## Referencer

- Bundsgaard, J., Petterson, M. & Puck, M.R.** (2014). *Digitale kompetencer. It i danske skoler i et internationalt perspektiv*. Aarhus Universitetsforlag.
- Bundsgaard, J., Bindslev, S. Caeli, E. N. Petterson, M., Rusmann, A.** (2019). *Danske elevers teknologiforståelse. Resultater fra ICILS-undersøgelsen 2018*. Aarhus Universitetsforlag.
- Bundsgaard, J.** (2017). *Digital dannelse*. Aarhus Universitetsforlag
- Blikstein, P.** (2008). Travels in Troy with Freire: Technology as an agent for emancipation. I: C. A. Torres & P. Noguera (red.), *Social Justice Education for teachers: Paulo Freire and the Possible Dream*. Sense.
- Caspersen, M. E., Iversen, O. S., Nielsen, M., Hjorth, A. & Musaeus, L. H.** (2018). *Computational Thinking — hvorfor, hvad og hvordan?* It-vest – samarbejdende universiteter.
- Caspersen, M. E. & Iversen, O. S.** (2019). *Ordliste over fagbegreber i teknologiforståelse i folkeskolen*. Børne- og Undervisningsministeriet.
- Caspersen, M. E., Iversen, O. S., Nielsen, M., Hjorth, H. A. & Musaeus, L. H.** (2018). *Computational Thinking — hvorfor, hvad og hvordan?* [https://it-vest.dk/fileadmin/user\\_upload/pdf/2018-12-18--Computational-Thinking--hvorfor-hvad-og-hvordan--PRINT-2-sided.pdf](https://it-vest.dk/fileadmin/user_upload/pdf/2018-12-18--Computational-Thinking--hvorfor-hvad-og-hvordan--PRINT-2-sided.pdf)
- Caeli, E. N. & Bundsgaard, J.** (2019). Datalogisk tænkning og teknologiforståelse i folkeskolen tur-retur. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 11(19), 30. <https://doi.org/10.7146/lom.v11i19.110919>
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Cooke, C., Davies, R., Gray, D. & Trowsdale, J.** (2017). *Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: how can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education?* A report from one of the BERA Research Commissions.
- Creswell, J. W.** (2008). *Grounded Theory Designs. I: Educational Research* (3. udg.). Pearson.
- Engeström, Y.** (1987). *Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research*. Orienta-Kultutit.
- Elf, N.** (2017). Medier, tekst og tegn i dansk. I: E. Krogh, N. Elf, T. Høegh & H. Rørbech (red.). *Fagdidaktik i dansk*. Frydenlund.
- Flyvbjerg, B.** (2010). Fem misforståelser om casestudiet. I: *Kvalitative metoder* (s. 463-487). Hans Reitzels Forlag.
- Gadamer, H.-G.** (2007). *Sandhed og metode*. Hans Reitzels Forlag.
- Godtlibsen, A., Nielsen, L., Kjær, K., Lorentzen, R. F. & Nissen, A.** (2018). *Kan man være ven med en robot?* Kan downloades fra Forsøg med teknologiforståelse: [https://tekforsøget.dk/wp-content/uploads/2020/06/chatbot-5.kl\\_-dansk-26-06-20.pdf](https://tekforsøget.dk/wp-content/uploads/2020/06/chatbot-5.kl_-dansk-26-06-20.pdf)
- Goodlad, John, Klein, M. F. & Tye, K. A.** (1979). The Domains of Curriculum and Their Study (s. 43-76). I: *Curriculum inquiry: The study of curriculum practice*. McGraw-Hill.
- Gruschka, A.** (2016). *At lære at forstå*. Forlaget Klim.
- Hasse, C.** (2016). Teknologiforståelse i et kulturperspektiv. *Learning Tech. Tidsskrift for lærermedier, didaktik og teknologi*, (1), 99-114. Læremiddel.dk.

- Hansbøl, M.** & Ejsing-Duun, S. (2017). *Hovedrapport: Coding Class. Dokumentation og evaluering* (rapport). Hentet den 13. april på: <https://itb.dk/wp-content/uploads/2018/12/rapport--coding-class-dokumentation-og-evaluering-enderlig.pdf>
- Hansen, T. I.** (2004). *Procesorienteret litteraturpædagogik*. Dansk lærerforening.
- Hansen, T. I.** (2013). Mellem hermeneutik og kommunikation - Et bud på en holistisk fortolkning af tekst, genrer, teksttyper og tekstkompetencer i dansk. I: H. Rørbæk (red.), *Cursiv nr. 12: Didaktiske destinationer*. Aarhus Universitetsforlag.
- Hansen, T. I.** (2019). Teknologiforståelse som praktisk klogskab – Om variation og virksomhedsformer i teknologiforståelse som fag. *Unge pædagoger. Tema: Teknologiforståelse på skemaet*.
- Hansen, T. I.** (2015). *Dansk*. Forlaget Klim.
- Henkel, A. Q.** (2016). Ungdomslitteratur former(er) sig. *Passage - Tidsskrift for Litteratur Og Kritik*, 31(75). <https://doi.org/10.7146/pas.v31i75.24167>.
- ITEA.** (2000/2007). *Standards for Technological Literacy: Content for the study of technology*. Hentet den 12. april 2021 på: [www.iteaconnect.ora/TAA/PDFs/xstnd.pdf](http://www.iteaconnect.ora/TAA/PDFs/xstnd.pdf)
- Krogh, E.** Qvortrup, A. & Christensen, T. S. (2016). *Almendidaktik og fagdidaktik*. Frydenlund.
- Kørhse, L.** & Gissel, S. T. (2020). Teknologiforståelse og genreundervisning i dansk i indskolingen. *Unge pædagoger. Tema: Teknologiforståelse på skemaet*.
- Ihde, D.** (2010). *Heidegger's technologies*. Fordham University Press.
- Ingerman, A.** & Collier-Reed, B. (2011). Technological literacy reconsidered: a model for enactment. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 137-148.
- Iversen, O. I.,** Dindler, C. & Smith, R. C. (2019). *En designtilgang til teknologiforståelse*. Dafolo.
- Nissen, A.,** Godtlielsen A., Kiær, K., Lorentzen, R. F. & Nielsen, L. (UVM). (2018-2021). *Dage med data – Digitale fodspor og datasikkerhed* (prototype). UVM: <https://xn--teknologiforstaaelse-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/09/Datasikkerhed-7-kl-dansk-15.09.20.pdf>
- Paaskesen, R. B.** & Nørgaard, R. T. (2016). Designtænkning som didaktisk metode: Læringsdesign for teknologisk forestillingskraft og handlekraft. *Læring & Medier (LOM)*, 16.
- Rambøll.** (2019). *Forundersøgelse - Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning*. Hentet den 12. april 2021 på: <https://xn--teknologiforstaaelse-6cb.dk/vidensgrundlag/forundersoegelse/>
- Rentorff, I.** (2015). *Lige nu er allerede i morgen*. Gyldendal.
- Smith, R. C.,** Iversen, O. S. & Hjorth, M. (2015). Design Thinking for Digital Fabrication in Education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20-28. DOI:10.1016/j.ijcci.2015.10.002
- Säljö, R.** (2005). *Lärande & kulturelle redskap. Om läroprocesser och det kollektive minnet*. Nordstedts Akademiska Forlag.
- van den Akker, J.** (2003). Curriculum Perspectives: An Introduction. I: J. van den Akker, W. Kuiper & U. Hameyer, *Curriculum Landscapes and Trends*. Kluwer Academic Publishers.

- Wagner, M. L., Iversen, O. S. & Caspersen, M. (2020).** Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computationel empowerment i den danske grundskole. *Unge pædagoger. Tema: Teknologiforståelse på skemaet.*
- Technucation.** (n.d.). Teknologiforståelse. Hentet den 12. april 2021 på: <https://technucation.dk/begreber-og-fokusomraader/teknologiforstaelse/>
- Teknologiforståelse** i folkeskolen. (2019-2021). <https://tekforsøget.dk/om-forsøget>
- UVM.** (2018). *Undervisningsvejledning for forsøgsfaget teknologiforståelse.*  
Publikationen kan hentes på EMU.dk.
- UVM.** (2019a). *Dansk. Måloversigt.* Hentet den 12. april 2021 på: [https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/7568\\_STIL\\_M%C3%A5l\\_Dansk\\_web\\_FINAL-a.pdf](https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/7568_STIL_M%C3%A5l_Dansk_web_FINAL-a.pdf)
- UVM.** (2019b). *Tilføjelse til læseplan i dansk. Forsøgsprogrammet med teknologiforståelse.* Hentet den 12. april 2021 på: [https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/7592\\_Bilag\\_L%C3%A6seplan\\_Dansk\\_web\\_FINAL-a.pdf](https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/7592_Bilag_L%C3%A6seplan_Dansk_web_FINAL-a.pdf)

# Abstract

---

Nyere forskning har vist, at anvendelse af digitale teknologier inden for de videregående uddannelser indebærer en række pædagogiske udfordringer, som nødvendiggør udvidelse af undervisernes professionelle udvikling. I denne artikel præsenteres den første konceptualisering af Teknosofikum, som er et treårigt projekt (2020-2023) finansieret af Uddannelses- og Forskningsministeriet for videregående uddannelse og videnskab (UFM), der har til formål at fremme undervisernes professionelle udvikling inden for teknologiuddannelser. Artiklen er baseret på data fra den første iteration; herunder definition af den tilsigtede læseplan, indholdsudvikling med fagekasperter og design af læringsaktiviteter. I artiklen anvendes et sociomaterielt perspektiv informeret af STS, kritisk design og feministiske studier. Gennem disse teoretiske perspektiver forstås videregående underviseres professionelle udvikling inden for teknologiuddannelse som viden, der op- og indføres gennem en tilgang til kritisk relationel pædagogik.

Recent studies have acknowledged the pedagogical challenges posed by digital technologies in higher education (HE) and the need to expand teacher professional development. In this paper, I present the first conceptualization of Teknosofikum, a three-year project (2020-2023) funded by the Danish Ministry of Higher Education and Science, aimed at promoting HE teachers' professional development in technology education. The paper draws on data from the first iteration, including definition of intended curriculum, content development with subject experts, and learning activities design. A sociomaterial perspective is adopted, informed by STS, critical design and feminist studies. Through these theoretical lenses, HE teachers' professional development in technology education is understood as knowledge enacted through an approach of critical relational pedagogy.

# Teacher professional development in higher education and the Teknosofikum project

By Magda Pischetola, IT University of Copenhagen,  
Center for Computing Education Research (CCER)

## Introduction

The rapid growth and diffusion of digital technologies faces not yet established teaching and learning practices in higher education (HE), where a great potential lies (Cohen, Nørgård & Mor, 2020). The need for HE teachers' professionalism is emphasized as an answer to the dramatic changes occurring in society, not least the emergence raised by the COVID-19 pandemic. This entails not merely knowing about available educational tools and platforms, but also considering how teachers comprehend and manage technology in relation to their own subject matter, and with a focus on societal changes (Hansbøl, 2019).

The use of digital technologies in HE was placed at the core of the Danish political agenda in 2007, with an initial focus on digitalization of administrative structures and examinations (Tømte, Fossland, Aamodt & Degn, 2019). As advanced technology and digital solutions become more widespread, it became more urgent to invest in getting young people interested, educated and professionally attracted to the so-called STEM areas – Science, Technology, Engineering and Mathematics. In 2018, the Danish government set a Technology Pact with over 80 educational institutions and business companies, where the following aspects are mentioned: digital empowerment, digital design and design processes, computational thinking, technological ability to act, Informatics as a subject, and disciplinary technology comprehension.

Following the Technology Pact, the government established a Danish Program for Digital Learning, with a focus on a set of knowledge and competencies to be developed by each citizen (UFM, 2018a). The ministerial program addresses HE teachers' professional development in terms of both knowledge and use of digital technologies. It calls for improvements in the quality of teaching, in students' learning outcomes and in education flexibility (UFM, 2018b).

This requirement goes in line with the most recent literature

on teacher technology education. In particular, scholars have referred to the need to expand the theoretical paradigm of professionalism in HE beyond individual skills and capabilities (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari & Engelhardt, 2016; Englund, Olofsson & Price, 2017; Mathiasen, 2019). In fact, outcomes-based education (Biggs, 1996), measurable results based on efficiency (Anderson & Krathwohl, 2001; Hart, Battye, McCormack & Donnan, 2007), and general competencies frameworks (e.g. DigComp, 2017) are said to reduce teachers' creativity and imagination (D'Cruz, 2021), and build upon instructive models and dualisms (Macfarlane, 2015). A focus on general skills and competencies is also weak because it does not pay attention to "the person as teacher" (Tigelaar, Dolmans, Wolfhagen & van der Vleuten, 2004, p. 253) and a wider spectrum of knowledges that relates to professional growth (Barnett & Bengtson, 2017).

Collectively, these studies underline that the production of knowledge in HE is not separated from everyday experiences and practices, including material processes, personal research interests and politics. This implies for pedagogy an encounter of knowing, being and doing (Dall'Alba, 2009), as aspects that cannot be taken apart.

In this paper, I draw on this literature and propose a sociomaterial framework for technology education, which focuses on the complex entanglement of digital technology and knowledge production, guided by the following research question:

### How to address HE teacher professional development in technology education?



The paper presents the first phase of a project named Teknosofikum, which is funded by the Danish Ministry of Higher Education and Science under the abovementioned Program for Digital Learning. The project is held in partnership among four Danish HE institutions – IT University of Copenhagen, Royal Danish Academy, University of Copenhagen - Faculty of Law, and Design School Kolding – and runs for three years (2020-2023).

Through an iterative process in three cycles, Teknosofikum aims at developing a professional course-concept for in-service HE teachers in Denmark. More than 500 course participants will be involved in the project along these iterations and, with their participation, will qualify the sociomaterial conceptualization of technology education that Teknosofikum is proposing.

## Theoretical foundations of technology education

In the last three years, a new experimental subject named technology comprehension (teknologiforståelse) was implemented in the Danish primary schools, aiming at fostering Danish children learning through creative thinking with digital technology, in order to participate actively in the democratic society (EMU, 2018). The theoretical foundations of this subject take into account a long trajectory of educational research about media and technologies in the school context, which has brought into focus different concepts. Therefore, they also constitute a rich contribution for this paper.

In this section, I will present the four main areas of knowledge and competencies related to technology comprehension (TC) and I situate them in relation to other concepts that literature has presented over the last decades. The purpose of this exercise is to underline the theoretical relations, differences and similarities of TC with other concepts that are widely present in educational literature, such as computer literacy, digital literacy, ICT literacy, computing, computational thinking, and computational empowerment – which are also mentioned in the Danish Program for Digital Learning. This analysis will provide a general theoretical overview to support the specifics of professional technology education in HE.

The four areas of knowledge/competence comprise *Computational thinking*, *Digital design*, *Digital empowerment* and *Technological ability to act*. Following Tuhkala, Wagner, Iversen & Kärkkäinen (2019), I will cluster the last two, *Digital empowerment* and *Technological ability to act*, as part of one category, which the authors call ‘Societal reflection’. In the following, I present the contents of each area and define their relationship with existing literature.

### Computational thinking

The first component of TC has its foundation in a concept that was popularized by Jeannette Wing in 2006 as Computational thinking, and more generally in the idea that computing is a fundamental skill for all (Caspersen & Nowack, 2013). The base of this assumption can be found in Seymour Papert (1980) and his constructionist approach, whose central proposition is that learning to program increases pupils’ awareness of their strategies for debugging problems and solve them (Allsop, 2019). Papert (1980, p. 11) considered interactive technologies as “objects-to-think-with”. He stressed the importance of procedural thinking and argued that this specific way of thinking could be enhanced through programming with LOGO. The connection



of his ideas with mathematical and abstract thinking was seen as a breakthrough in education (Tedre & Denning, 2016), despite the fact that such methods have been a part of human history for long time (Denning, 2017). Computing and Computational thinking became an object of research especially within the field of Computer Science Education.

In the Danish context, already in 1954 Peter Naur contributed to stressing the importance of computers for society and the individual and wrote a large number of articles about the place of computer science in general education (Caeli & Bundsgaard, 2019). Naur understood language, mathematics and computer science as closely related subjects, which provided necessary preparation for life (Caeli & Bundsgaard, 2019). He believed in the need to spread computer science skills among youth and to conceive data as a matter of general human understanding (Naur, 1966), which could shed light on everyday tasks (Sveinsdottir & Frøkjær, 1988). The focus was on both enabling pupils to think logically about computers' processes and critically about computers in society. This perspective has evolved into introducing computers in Danish schools in the 1980s and launch initiatives such as Coding Pirates and Fablab in the 2000s (Caeli & Bundsgaard, 2019).

TC takes a step further and brings this focus of investigation and practice to the fields of educational research and Human-Computer Interaction (Tuhkala et al., 2019). As such, TC places an emphasis not so much on specific elements such as the cognitive/metacognitive processes brought about by computing, but rather on computation as an unbounded process (van Leeuwen & Wiedermann, 2012), which takes into account complexity and nondeterministic behaviors. In this sense, computing is seen as a form of empowerment (Iversen, Smith & Dindler, 2018) and it is expected to foster basic scientific concepts (Denning, 2017; Nardelli, 2019) to support complex problem solving and to gain understanding of values and cultures embedded in digital technology (Caspersen, Gal-Ezer, McGettrick & Nardelli, 2019).

## Digital design

Since the UNESCO Grünwald Declaration in 1982, the promotion of different forms of technological literacy has become a core political agenda worldwide. Teachers at all levels are considered key actors in supporting new literacies and both pre-service and in-service programs in the teaching career are encouraged to include a focus on ICT and digital tools and methods (UNESCO, 2019). A vast amount of literature has focused initially on Media and Information literacy

and Computer literacy, and later on Digital literacy and ICT literacy. These concepts comprise a wide range of definitions (Tamborg, Dreyøe & Foug, 2018), which are often overlapping in terms skills/competencies related to digital citizenship (Council of Europe, 2017) and digital transformation (EU Digital Education Action Plan, 2018). In line with this research tradition, TC proposes to understand teachers' digital and computer skills as means, rather than as outcomes (Tuhkala et al., 2019). However, what is new in this perspective is a greater attention given to Design as an area of study and practice that equals computing. Designing a technology implies thinking of society, as any idea of a product or a service has to align with people's uses and needs (Margolin, 1989). In the same perspective, designing learning activities is intertwined with organizing materials, using digital artefacts, tools and platforms, and incorporate didactical design principles within the use of technologies. As such, TC is connected to making and digital fabrication (Smith, Iversen & Veerasawmy, 2016), where materials and artefacts acquire a special focus by relating to practice in an emerging process. On the other hand, iterative design and prototyping allow to face complex problems through social cooperation (Denning, 2017) and thus avoid technological determinism (Oliver, 2011). Moreover, design is increasingly augmented by computing and artificial intelligence and informs intentionally or unintentionally ideologies that are embedded in computational processes (Kaiser, 2019). It is therefore necessary to reflect on how our experience of the world, and our modes of participation relate to the way technologies are designed.

## Societal reflection

In literature much attention has been given to critical understanding and use of information, access and use of social media and digital environments, as well as ethical integrity and responsibility related to ICT and the internet platforms. TC presents a more specific approach to societal reflection, as it connects ethics and values with digital solutions (Tuhkala et al., 2019). This approach commits to study techno-cultural arrangements by conceiving technology production as a democratic and empowering domain (Balsamo, 2011). Technological tools are not only meant to solve problems and represent knowledge, but as means and resources to address complex societal problems (Hansbøl, 2019).

Three elements unfold in this perspective. First, the need for the teacher to be able to be critical towards what has been done (Tuhkala et al., 2019). Second, teachers should be able to experiment freely and

exercise their imagination of what can be done with technologies (Nørgård & Paaskesen, 2016) for democratization and change in society. Third, it is needed to ask technologies and Artificial Intelligence what *should* be done for the future of education (Selwyn, 2019). Therefore reflection, as main element of the deepest level of learning (Dewey, 1910), is considered the drive to shape the digital society. All these elements are needed in teacher professional development (Tuhkala et al., 2019), as they comprise complexity as an aspect of teaching and learning (Biesta, 2010).

Based on this brief literature review, some conceptual overlaps unfold. TC comprises other perspectives, which are also present in programs and policies about technology education in academic professional development programs. An important aspect to mention is that the TC subject foundation offers a specific grounding in a Scandinavian tradition of participatory design (Bødker & Kyng, 2018; Smith, Bossen, Dindler, & Iversen, 2020) and usage of prototyping, as methods to include future users in the design of a new product or technology (Misfeldt, Tamborg, Qvortrup, Petersen, Svensson, Allsopp & Dirckinck-Holmfeld, 2018). Participatory design values the process through which democracy, empowerment and learning are pursued; it fosters collaborative work and thinking (Britton et al., 2019). Moreover, prototyping pays attention to the way achievements are sustained and scaled (Halse, 2010). These are valuable design principles in HE, where research is constantly informing teaching practices and curricula. Another crucial aspect to underline, for the purposes of this paper, is the focus on design and computing as fields that work together in shaping our experience of the world, as well as the way we imagine the future (Kaiser, 2019).

On the other hand, some shortcomings arise from the overview of concepts related to TC. First, the very meaning of 'knowledge' production is strongly related to disciplinary contents associated with technology. This reflects the focus of cognitive sciences on a linear understanding of the learning process (Goodyear & Carvalho, 2014; NLEC et al., 2021), as well as mental processes behind a human behavior. Selwyn (2010) points out that this is often a common ground for cognitive psychology and technology-based education. In HE, he argues, many technology-based learning environments such as work-related simulations and intelligent tutoring systems still follow cognitivist lines. These approaches have been criticized for conceiving learning as an individual process and losing sight of the social aspects of human nature (Selwyn, 2010). Against this backdrop, it is necessary to explore more in depth what is meant by knowledge in the framework of technology education, and what is/are the learning theory(ies) that we are relying on when planning for teaching in HE.

Second, according to Denning (2017) the focus on programming and algorithms has created a narrow perception of computational thinking, which in turns generates an overestimation of machine capabilities and misconceptions about their functions. This risk is also present in HE, as discourse about technology can be often polarized and reduced to deterministic or instrumental perspectives (Feenberg, 2017). Technology is not positive nor negative in itself, but it also not neutral, as it exercises some form of agency on society and human activities (Orlikowski, 2010).

These reflections can benefit from the contributions of critical, techno-cultural, sociomaterial and new materialist feminist studies, on which we will draw in the next section to define professional technology education in the context of HE.

## A sociomaterial approach to technology education

Sociomaterial theories put emphasis on the role of artefacts and materials, considering them not merely as mediating tools, but rather as agents that exercise some kind of action (Latour, 2005). A core element of sociomaterial theories is hybridity, which refers to a transgression of traditional boundaries and dichotomies (Hilli, Nørgård & Aaen, 2019; Pischetola & Miranda, 2019). In a sociomaterial perspective, when human and non-human entities come together, interactions and negotiations occur, which will form and transform into a specific ‘assemblage’ (Law, 2004). Nespore (2002) explains that some elements of this heterogeneous composition – such as e.g., physical buildings and disciplinary curricula – are more visible. Others, such as e.g., external relations with professional groups and market interests, need from researchers a “network sensibility” (Fenwick & Edwards, 2014, p. 41) or a specific happening (Alizerbeigi, Masschelein & Decuyper, 2020; Pischetola, Miranda & Albuquerque, 2021) to become visible. If we adopt this perspective, we will understand with Barad that “practices of knowing are specific material engagements that participate in (re)configuring the world” (2007, p. 91, emphasis in original).

If knowledge is not something ‘out-there’ in the world, but rather a result of “webs of relations” (Fenwick & Edwards, 2014, p. 39), learning can be considered an emergent process (Bateson, 1972) which cannot be completely foreseen or planned in advance (Miranda & Pischetola, 2020). In fact, the learning event is resulting from the complex entanglement among all elements that compose a unique phenomenon, including both materials and discursive practices (Barad, 2007; Hasse, 2019).

A central element of sociomaterial perspectives is the concept of enactment, which includes mutual adaptation of the involved participants (Cviko, McKenney & Voogt, 2012). If knowledge production is not abstract reflection but an active contribution to the shape of the world (Fenwick, 2015), different pedagogies are not merely different ways of building disciplinary knowledge through different representations, but rather they correspond to forms of enactment.

Dall’Alba suggests challenging the idea of knowledge as “absolute and foundational” and proposes instead “a pluralization of knowledges” (2005, p. 363). An implication of this shift of concepts is that knowing is not only a cognitive procedure, but is “created, enacted and embodied” (Dall’Alba, 2005, p. 363).

If we frame knowledge in these terms – as ongoing, plural, and enacted – we understand the limitations of a step-by-step and pre-determined teaching-learning process. Instead, our focus is on pedagogical practices that are both responsive and responsible (Kuntz, 2021; Preissle & deMarrais, 2011), as well as both critical and relational (Ulmer, Kuby & Christ, 2020). The theoretical basis of this endeavor is Freire’s critical pedagogy (Freire, 1996) and feminist studies (Bozalek & Zembylas, 2017; Taylor, 2019), where pedagogy (as any other action) becomes an ethical and political issue. In this sense, knowledge/use of digital technologies can also be understood as empowerment. If we endorse the plurality of ways in enacting complex reality(ies), in order to create empowerment in educational settings, we shall focus less on subject-centering and more on subject-decentering and destabilizing (Fenwick, 2011).

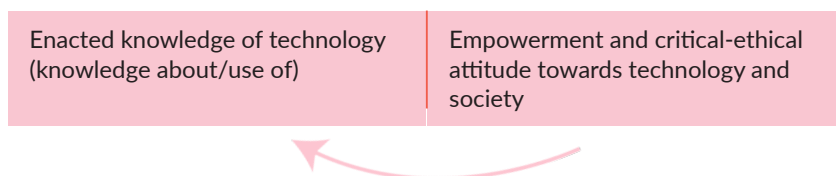
Finally, if we acknowledge with Barnett (2004) that learning and knowledge production are related to uncertainty, we will need to question a closure into certainties (Latour, 2005), and – instead – reintroduce openness, complexity and non-linearity (Miranda & Pischetola, 2020; Osberg & Biesta, 2020) in an exercise of “delving into the darkness” (Dall’Alba & Bengtson, 2019, p. 1481).

Bearing this in mind, technology education can be defined as *enacted plural knowledges about digital technologies that translate into empowerment and critical-ethical attitude towards uncertainty* (see Figure 1 below).

**Figure 1.**

*A sociomaterial perspective on technology education.*

Ecology of uncertainty.



In the literature review presented in the opening of this paper, the aspects of empowerment and critical thinking are quite evident. On the other hand, enactment and uncertainty do not appear as central elements of the conceptualization of the knowledge/competence areas of technology comprehension.

When reflecting on how to develop technology education in HE in a sociomaterial perspective, it is evident that teacher professional development should also focus on understanding the critical and mutual relationship (enactment) between technology and (uncertain) society, bearing in mind that designs co-create society (Margolin, 1989). In this sense, technology education enables thinking, researching and acting in a different way.

In the next section, I will describe how the results of this theoretical framework have been translated into a course-concept for teacher professional development, through a participatory design process.

## Teknosofikum course and concept

Teknosofikum is a three-year project (2020-2023) funded by the Danish Ministry of Higher Education and Science, aiming at developing a professional course for in-service HE teachers. It brings together four partner institutions – IT University of Copenhagen, Royal Danish Academy of Architecture, Design and Conservation, University of Copenhagen – Faculty of Law, and Design School Kolding – who work at the course design, development and implementation in three iterations. Altogether 500+ course participants from all over Denmark will attend the course along the duration of the project.

The purpose of Teknosofikum is to inform, prepare

and inspire in-service HE teachers to put new digital opportunities into play in their teaching activities and in relation to their subject matters, increasing students' educational benefits. Its initial specific goals are:

1. To provide a diverse group of HE teachers with knowledge and understanding of digitalization and new opportunities for teaching.
2. To prepare and inspire HE teachers to engage with digital learning formats, methods and tools in their own subject and teaching activities.
3. To provide HE teachers with knowledge to guide and supervise students in using digital platforms and tools in their educational programs.
4. To establish a scalable Teknosofikum course which can be made available as an offer to other institutions after project completion.

At the end of Teknosofikum, course participants are expected to have gained a greater understanding of the transformations that digital technologies entail for society and for the field of work in which they are preparing their students. Teachers will acquire knowledge about technologies and will be able to handle several digital tools and platforms. Moreover, they will be prepared to bring into play a variety of technologies in their teaching in a meaningful and relevant way.

The curriculum includes six modules, among which the course participants will attend (at least) five. The modules are developed at the intersection of IT, Law, Design and Architecture, with the ambition to provide interdisciplinary cases and scenarios that can be relevant for HE teachers in other academic fields. The course development is led by the IT University of Copenhagen and organized around a principle of collaboration between 12 selected subject experts (two/module) from the four partner institutions, three educational designers (project manager, postdoctoral researcher and e-learning consultant) and a project group composed by one expert in learning design at each institution. The contents of the modules are briefly described in Table 1 below.

**Table 1.***Modules contents description.*

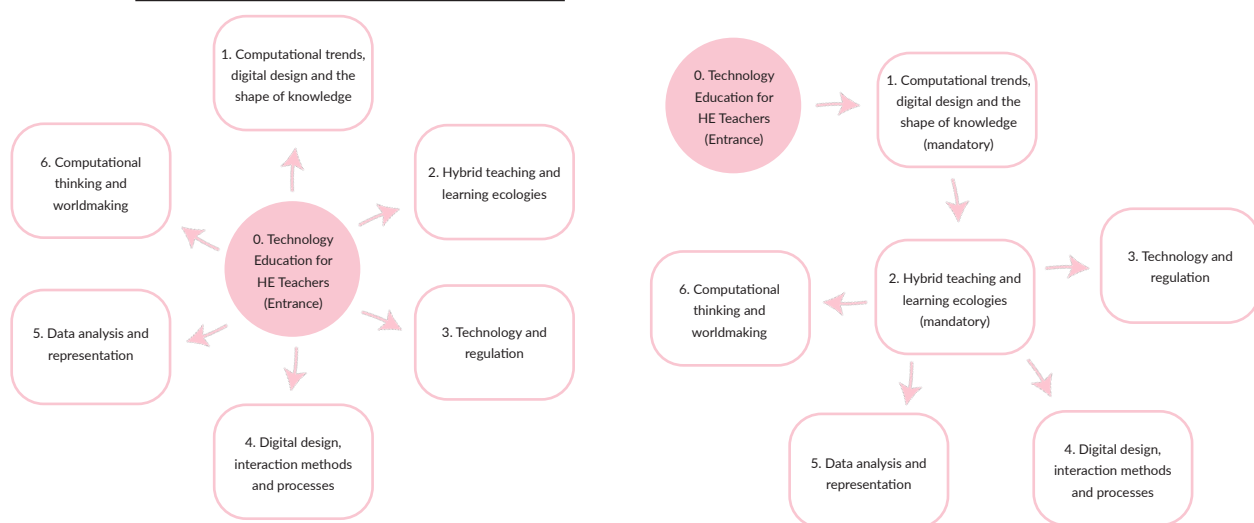
	<b>Module name</b>	<b>Module description</b>
0	Technology Education for HE teachers	The module frames the course and presents different approaches to technology education in HE.
1	Computational trends, digital design and the shape of knowledge	The module shows the interconnectivity between computational trends in society, AI systems, design cases and knowledge practices.
2	Hybrid teaching and learning ecologies	The module presents key (double) pedagogical-didactical approaches at play in Teknosofikum with a focus on fostering HE students' technology education.
3	Technology and regulation	The module introduces basic challenges that digitalization and technological advancements pose in the context of "law". This includes the regulation of, by and the impact of technology for the professions and society as a fundamental theme to be considered in teaching in HE.
4	Digital design, interaction methods and processes	The module reflects upon digital design as a creative bridge between technologies, culture and humans. The focus is design thinking, interaction design, methods and processes when working with material narratives for a sustainable future.
5	Data analysis and representation	The module introduces different types of digital data and how they are created, tracked, transformed and visualized.
6	Computational thinking and worldmaking	The module raises critical reflection and evaluation of computing as worldmaking. It aims at developing a critical-analytical mind-set of designing computational artefacts.

The course is developed in two formats, as self-study and as facilitated course (see Figure 2 below). In the self-study format, the course participants are free to navigate across contents and choose the modules that best suit their needs, as it happens in Massive Online Open Courses. Each module has a duration of 5 hours approximately. In the facilitated format, the full course has a duration of 37 hours distributed over 4 months of attendance and held through collaborative activities and discussions. The facilitated course is structured as follows: 2 mandatory modules, 2 modules selected



by the HE institution, 1 module selected by the course participant among the remaining options.

**Figure 2.**  
*Teknosofikum course structure as self-study (left) and facilitated (right).*



The course is thought to take place differently in HE institutions and from teacher to teacher. This flexibility of formats aims at expanding course attendance after the project completion. In this way, Teknosofikum could become a permanent part of the teacher professional development courses (e.g. Adjunkt Pedagogikum) that already exist in Denmark for novice HE teachers.

## Research and development

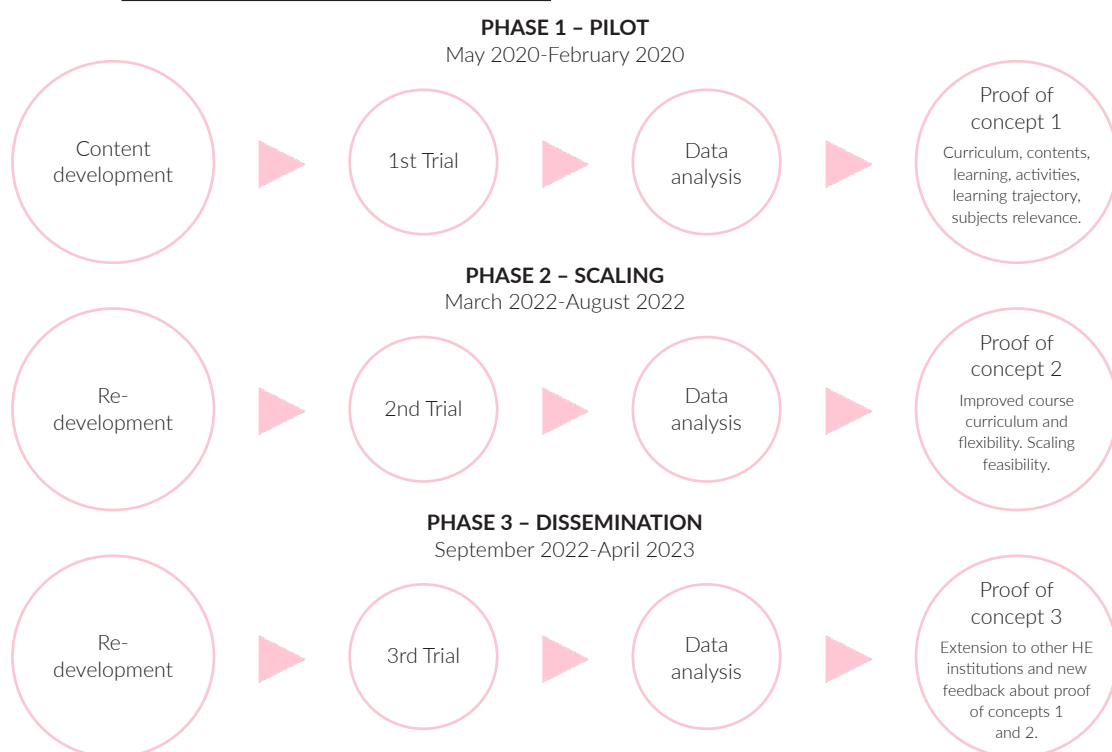
Teknosofikum is conceived as an iterative research and development project, comprising both qualitative and quantitative investigation about HE professional development in technology education. Three main objectives drive this process:

1. Investigating empirically both the processes and the means through which course participants' learning happens in practice.

2. Establishing intensive collaboration and dialogue between research, development and course participants in and across iterations.
3. Engaging theory-inspired in working with and continuously qualifying Teknosofikum as a concept and course.

The course development comprises three trials: 1. *Pilot*, 2. *Scaling*, and 3. *Dissemination*. The final outcome of each phase is conceived as a proof of concept (see Figure 3 below). In each iteration the development of the course is further qualified through new data-informed inquiries into domain knowledge, research-based assessment and re-development. As such, we can consider that each trial represents the chance of a new first phase of preparation and re-conceptualization. This element is what constitutes the strength of the project, as it allows for a broader experimentation from the researchers' team and it shows the possibility to improve and sharp the whole course design.

**Figure 3.**  
Teknosofikum research and development design.



## Pilot

In the first phase, the proof of concept is analyzed with a focus on Teknosofikum curriculum and contents, associated learning activities, individual learning trajectories, and how the Teknosofikum modules in practice can be relevant, meaningful and able to connect interdisciplinarily with the course participants teaching practices.

In order to achieve a strong relation between learning processes and “the means by which they are supported” (Cobb & Gravemeijer, 2008, p. 76), mini-iterations are running along the process, to test the first prototype of the course in self-study format, with course participants from the four partner institutions. The first iteration in facilitated format will start in September 2021 and run for four months, with a group of 37 course participants.

## Scaling

In the second phase, the proof of concept will focus on the improved concept, course and curriculum and a feasibility assessment of scaling Teknosofikum. The second iteration will run from February 2022 until May 2022, with the duration of four months, involving a total of 125 course participants from the four partner institutions. It is a full deployment of the course, but yet with a relatively small group of participants, from whom we expect feedback to improve the course before a third and final iteration. In this second iteration, both formats will be offered at the same time.

## Dissemination

Finally, in phase three, the proof of concept relates to the possibility of extending the course to other HE institutions in Denmark. At this moment, it will be possible to run an assessment of course participants’ experiences of the value of Teknosofikum as add-on to existing HE teacher professional development programs. In this third iteration, 140 participants from the four partner institutions and 190 from other institutions will take the course.

It is worth to mention that this envisioned iterative process is open-ended and might change during the project, as each phase of experimentation (trial) can bring unexpected results to take into account. Bearing this in mind, we understand that data generation along the project will be continuous and informed by all phases and activities. Therefore, we need to document the shifts in the course

participants' appropriation of contents, tools and methods. To this end, we will use a number of both qualitative and quantitative research instruments. The initially identified research tools and methods are:

- Document analysis to address the background knowledge from the four partner institutions.
- Baseline survey with course participants at the entrance and exit of each module (first iteration) / the whole course (second and third iteration). Total of 500 answers to entrance/exit baseline survey.
- Group interviews with eight course participants of each iteration (including mini-iterations). Total of six to eight group interviews.
- Participant observation during facilitated course at the first iteration.
- Focus groups with all the Teknosofikum supervisors at the end of each iteration of the facilitated course in blended format. Total of three focus groups.
- Feasibility test at four institutions, to assess the scalability of the course after the second iteration.
- Teaching plans' assessment. Teaching plan is the end product to be delivered by all course participants at the end of each iteration. Total of 500 teaching plans.

In the following, we present the outcome of Teknosofikum preparation in the pilot phase, which required development of contents, materials and resources, and learning activities that might be used as resources for learning when enacted by the course participants.

## Results from the pilot

The conceptual work related to the creation of the intended curriculum of the course led to the definition of what Teknosofikum is and is not, which I summarize in Table 2 below.

**Table 2.**  
*Conceptualization of Teknosofikum (what is/is not).*

What Teknosofikum is not	What Teknosofikum is
Course in general IT and/or digital skills (e.g. PC-driving license)	Course for teachers' professional competences development
Digital technologies as mere tools/instruments (educational technology)	Digital technologies as tools, forms of organization, shape of knowledge (technology education)
Static knowledge of relevant tools and resources for the digital age	Dynamic knowledge of a variety of available technologies and imagined pedagogies
Distance teaching (forgets human relationship as pedagogical core)	Hybrid teaching with a focus on human relationships (critical relational pedagogy)
Digitization (how to make things digital, e.g. wikipedia)	Digitization (how do we organize ourselves around technologies, e.g. in education)
Tips and tricks	Critical/creative thinking to deal with uncertainty

This general understanding of the course-concept allows us to face the project complexity, defined by three main aspects: (1) the dual expected output (self-study/facilitated course) in terms of format and curriculum; (2) the involvement of four partner HE institutions in the course design, development, and implementation; and (3) the ambition to reach/be relevant for a vast amount and variety of course participants across Denmark. Moreover, the initial project description did not present a learning theory grounding the content development and the curriculum. Therefore, the first step in the project was to unfold this complexity, as described in the following.

## (1) Format and curriculum

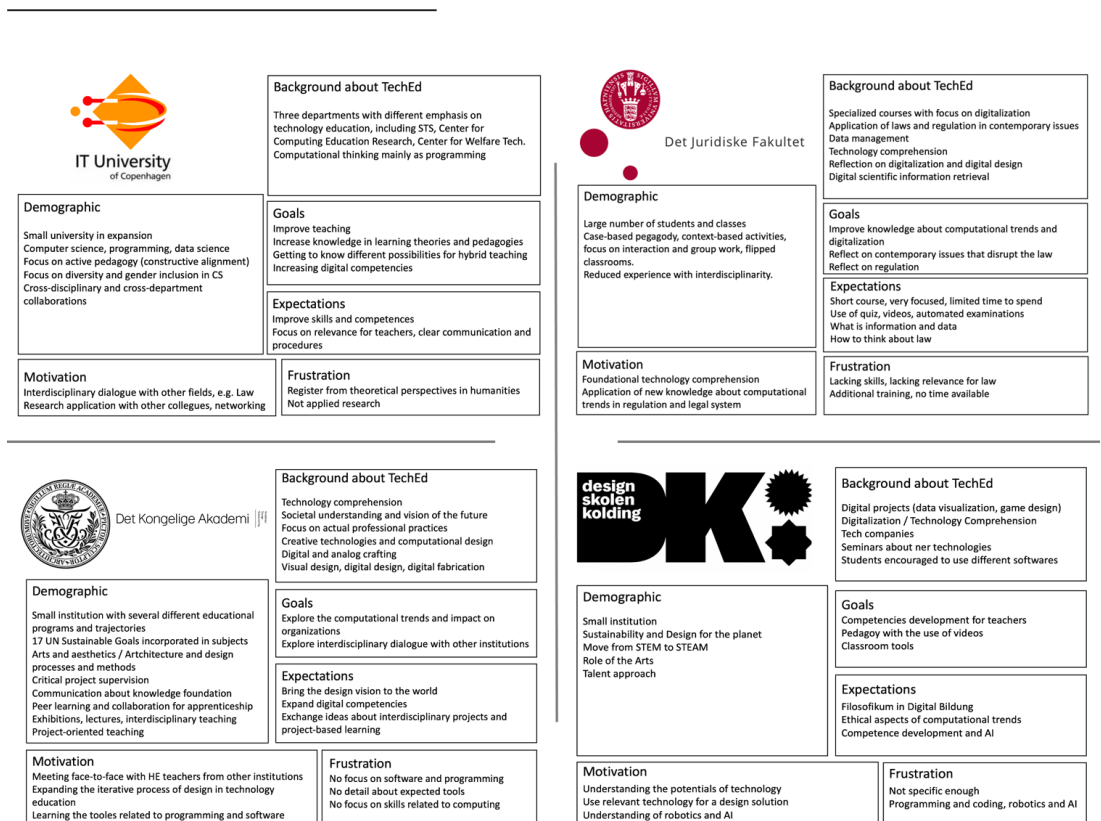
It was assumed from the first moment that some of the contents developed for the self-study format will be reused in the facilitated course. However, in order to design a meaningful course pathway, the educational designer focused initially on the self-study format, given a greater challenge to engage course participants in such a learning modality (Robinson & Hullinger, 2008). With this purpose, a few mini-trials are set to test the contents as self-study course, for the first prototype to be ready by fall 2021. In designing this first iteration of the self-study course, we chose a flexible path for all course participants, not divided in modules but rather in smaller units of

a first stage and give us a greater feedback on the aspects to be improved.

## (2) Four partner institutions


The involved HE institutions are very different in terms of size, academic fields of specialization and technology education practices. The initial step of the preparation phase was to study their background and analyze their institutional profiles. Each partner institution made available to Teknosofikum different types of data, thus the document analysis was an exploratory qualitative study that has provided the educational designers with a clearer perception of the different kinds of institutional expertise. The results of this analysis were organized in a participatory design workshop with the use of personas (Figure 4).

Figure 4.  
Four partner institutions profiles (personas) based on document analysis.



With this general overview about the institutional knowledge and expectations about the project, the following step was to recruit subject experts for the modules' development. Pursuing a learning design based on critical relational pedagogy, we sought to define not only *what* should be taught in Teknosofikum and *how*, but also *why*. Therefore, a simple template for contents development was provided to all involved subject experts, with the instruction of using it as a loose guideline for their thinking process (Figure 5). The subject experts realized this work partly individually, and partly in meetings with educational designers, which allows for a qualifying dialogical process.

**Figure 5.**  
*Template for module development with subject experts.*



**Template for module development – What, How and Why**

**Module title:**

**Sub-topic** – please complete one template per sub-topic proposed:

**Premises (WHY)** – please describe briefly what is the importance of this topic as part of the module:

**Purposes (WHAT FOR)** – please describe what are the main learning achievements for HE teachers:

**Intended learning outcomes (ILOs)** – please number them and refer to them in the table below:  
 After completing the module, the participant should be able to:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- ....

Contents (what)	Learning activities (how)	Addresses ILO N.	Tools and resources
1.			
2.			
...			

The process of content development with subject experts also entails a series of 4 to 5 facilitated workshops per module, through which two experts discuss their ideas about general topics, specific sub-topics and related learning outcomes. The facilitation process is inspired by the Carpe Diem model (Salmon & Wright, 2014) and adapted to the situated context of each module design and development, through iterative discussions among subject experts, educational designers and the project group. The learning activities drafted during these encounters are fully developed by educational designers and the project group after the workshops and submitted to subject experts for final assessment. Subject experts are also involved in the final step of content production.

### (3) Relevance for HE teachers from different fields and scaling

The third element of complexity in Teknosofikum represents also its main criticality. How will the project sustain its scalability? How will scenarios and cases developed by four HE institutions be relevant for other teachers at other universities? In a sociomaterial perspective, theory and practice are intertwined and overlapped (St. Pierre, 2015). Bearing this in mind, we asked subject experts to take into account the following questions, when planning learning activities related to the proposed contents: Does the activity relate to real situations and contexts? Does it promote critical reflexivity, dialogue, imagination and co-construction of knowledge? Do learners engage with uncertainty, chaos and playful wondering (rather than ‘right answers’)?

## Discussion and conclusion

The study aimed at investigating how to address HE teacher professional development in technology education. The first phase of Teknosofikum here presented tries to describe the process to answer this research question.

Initially, it was important to establish a theoretical basis for the conceptualization and understanding of professional technology education that it is adopted in the course design and development. This exercise shed light to three main characteristics that relate the course-concept to sociomateriality, which was chosen as the grounding theoretical approach.

First, the project pursues *enactment* of knowledge in



experimented practices. Course participants are expected to learn and experience teaching strategies in the form of learning activities. They are asked at the same time to apply these strategies to their own teaching and report to the Teknosofikum community challenges and benefits of such an exercise. Furthermore, the facilitated version of the course includes an assessment of teaching plans, which will contribute to qualify the course relevance for a concrete transformation of pedagogical practices. Cases and scenarios from different fields are being developed by subject experts to be included in the prototype and tested in the first trial in the Fall 2021.

A few challenges are set about this first theoretical/practical aspect. Despite the rich contribution of practices that can be found in the four partner institutions, there is an issue regarding the real representation of good teaching practices. Moreover, it is necessary to relate these practices with the needs of different teachers at different institutions, who work with very different epistemological perspectives and disciplinary knowledge. The proof of concept of Teknosofikum after the first phase will tell us about such concrete relevance for teachers or lack thereof.

Second, Teknosofikum seeks HE teachers' *empowerment*, by considering academic work an 'imaginative profession' (Di Napoli, 2014). This means investing in the formulation of good questions by course participants, rather than in the development of contents that give good answers. Multiple paths can be unfolded from different questions about technology. In the perspective of a critical pedagogy, Freire (1985) underlined the importance of generating good questions, as they are the core element for curiosity, and a first step to learning.

In terms of content development, therefore, the project faces a dilemma: on one side, it is important to reduce the complexity of a sociomaterial perspective for HE teacher professional development; on the other, Teknosofikum addresses the objective of developing 'technology imagination' (Balsamo, 2011) which translates into teachers' ability to pose new questions and seek creative answers. How to combine a pre-determined content definition in six modules, which reflects the expertise of the four partner institutions, with teachers' empowerment and open-ended imagination? How to condense the most important contents related to technology education in a limited amount of hours (37 in the facilitated version)? Moreover, a professional development that entails technology education will also stress the situated perspective of pedagogies and teaching practices, remembering also that disciplinary contents shape their modes of inquiry.

Third, the course-concept presents *uncertainty* as part of

the contemporary complexity of HE and it acknowledges the difficulty of preparing teachers for an uncertain world (Barnett 2004). In a sociomaterial perspective that understands knowledge as ‘webs of relations’ (Fenwick and Edwards, 2014), the most relevant format of the course-concept would be based on discussion among peers and dialogical perspectives, to achieve an exchange of knowledge and practices. However, the self-study version of the course does not provide a space for discussion rather than asynchronous activities (e.g. forums or wikis). The first proof of concept of Teknosofikum will need to qualify a format that takes into account such a challenge.

Another aspect that needs attention in the future of the project is its sustainability and scalability. In line with Niederhauser et al. (2018), we understand sustainability as ‘ongoing change’ of teaching culture, while scalability is the ‘dissemination of change’ across different cultural, social and institutional contexts.

At a general level, it might be noticed that sustainability of achievements is a persistent challenge in participatory design processes, and it has been addressed by a large and consistent body of research (Halse, 2010; Misfeldt et al., 2018; Smith et al., 2020). However, we recognize the existence of two more specific risks for sustainability/scalability to be considered in relation to Teknosofikum development and implementation.

First, there is a possibility that the overall design process leads to unsatisfactory outcomes or proves not feasible to implement. This challenge is always present when alternatives to current practices are experimented. At this respect, Edelson (2002) distinguishes between innovation and risk. According to the author, a first element that reduces risk is the grounding of a design research in existing theories and previous empirical studies. A second way to manage risk is through ongoing evaluation, which can help to adjust the design towards better results. Edelson suggests two compelling questions for researchers: is this approach showing enough promise to continue the process? And why is the chosen design (not) yielding the results desired? The author is also stressing that these questions should not be asked too early in the process, when innovation has not had time to happen yet. Nevertheless, they should be asked periodically, to inform about the eventual failure of a specific design, which can be modified or substituted by a new design.

A second and broader risk faced by educational designers at Teknosofikum is the long-term appropriation of new practices by course participants. Recent research reinforces that within the context of HE innovative teaching is sustained by continuity in time, personal investment, and progressive changes in methods and practices (Kocsev, Hansen, Hollow & Pischetola, 2009; Pischetola,

2014; Mathiasen, 2019). The involvement of academic staff in the development of new strategies to enhance transformation of teaching and learning is a crucial aspect to be considered (Tømte et al., 2019). In fact, teacher professional development is proved efficient when sessions are held in a form of a 'dialogue forum' (Jääskelä, Häkkinen & Rasku-Puttonen, 2017) and through scenario's development (Misfeldt et al., 2018) that can develop strong alliances among participants (Bødker & Kyng, 2018).

The next phase of the project, which includes full development, self-study mini-trials and first facilitated trial with course participants, will give a relevant feedback to further qualify the sociomaterial concept of professional technology education in HE that is grounding Teknosofikum.

## References

- Alirezabeigi, S.,** Masschelein, J., & Decuyper, M. (2020). Investigating digital doings through breakdowns: a sociomaterial ethnography of a Bring Your Own Device school. *Learning, Media and Technology, 45*(2), 193-207. DOI: 10.1080/17439884.2020.1727501
- Allsop, Y.** (2019). Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach. *International Journal of Child-Computer Interaction, 19*, 30-55. DOI: 10.1016/j.ijcci.2018.10.004
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R.** (eds). (2001). *A taxonomy of learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Balsamo, A.** (2011). *Designing culture. The technological imagination at work*. Duke University Press.
- Barad, K.** (2007). *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. Duke University Press.
- Barnett, R.** (2004). Learning for an unknown future. *Higher Education Research & Development, 23*(3), 247-260. DOI: 10.1080/0729436042000235382
- Barnett, R., & Bengtson, S.** (2017). Universities and Epistemology: From a Dissolution of Knowledge to the Emergence of a New Thinking. *Education Sciences, 7*(1), 38. DOI: 10.3390/educsci7010038
- Bateson, G.** (1972). *Steps to an Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*. Bantam Books.
- Bengtson, S., & Barnett, R.** (2017). Confronting the Dark Side of Higher Education: Confronting the Dark Side of Higher Education. *Journal of Philosophy of Education, 51*(1), 114-131. DOI: 10.1111/1467-9752.12190
- Biesta, G.** (2010). Why "What Works" Still Won't Work: From Evidence-Based Education to Value-Based Education, *Stud. Philos. Educ., 29*(5), 491-503. DOI: 10.1007/s11217-010-9191-x.
- Biggs, J.** (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education, 32*(3), 347-364. DOI: 10.1007/BF00138871

- Bocconi**, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*. European Commission, Joint Research Centre.
- Bozalek**, V., & Zembylas, M. (2017). Diffraction or reflection? Sketching the contours of two methodologies in educational research. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 30(2), 111-127. DOI: 10.1080/09518398.2016.1201166
- Britton**, L., Klumbyte, G., & Draude, C. (2019). Doing thinking: revisiting computing with artistic research and technofeminism. *Digital Creativity*, 30(4), 313-328. DOI: 10.1080/14626268.2019.1684322
- Bødker**, S., & Kyng, M. (2018). Participatory design that matters—Facing the big issues. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 25(1), 4:0-4:31. DOI: 10.1145/3152421
- Caeli**, E. N., & Bundsgaard, J. (2019). Datalogisk tænkning og teknologiforståelse i folkeskolen tur-retur. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 11(19), 30. DOI: 10.7146/lom.v11i19.110919
- Caspersen**, M. E., Gal-Ezer, J., McGettrick, A., & Nardelli, E. (2019). Informatics as a fundamental discipline for the 21<sup>st</sup> century. *Communications of the ACM*, 62(4), 58-58. DOI: 10.1145/3310330
- Caspersen**, M. E., & Nowack, P. (2013). *Computational Thinking and Practice—A Generic Approach to Computing in Danish High Schools* (Proceedings of the Fifteenth Australasian Computing Education Conference (ACE2013), Adelaide, Australia), 137-143.
- Cobb**, P., & Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to support and understand learning processes. In: A. E. Kelly, R. A. Lesh, & J. Y. Baek, *Handbook of Design Research Methods in Education*. Routledge.
- Cohen**, A., Nørgård, R. T., & Mor, Y. (2020). Hybrid learning spaces – Design, data, didactics. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1039-1044. DOI: 10.1111/bjet.12964
- Council of Europe**. (2017). *Digital Citizenship Education. Vol. 1 – Overview and new perspectives*. Edited by D. Frau-Meigs, B. O'Neill, A. Soriani, & V. Tomé. Council of Europe, Strasbourg.
- Cviko**, A., McKenney, S., & Voogt, J. (2012). Teachers enacting a technology-rich curriculum for emergent literacy. *Educational Technology Research and Development*, 60(1), 31-54.
- Dall'Alba**, G. (2005). Improving teaching: Enhancing ways of being university teachers. *Higher Education Research & Development*, 24(4), 361-372. DOI: 10.1080/07294360500284771
- Dall'Alba**, G. (2009). Learning Professional Ways of Being: Ambiguities of becoming. *Educational Philosophy and Theory*, 41(1), 34-45. DOI: 10.1111/j.1469-5812.2008.00475.x
- Dall'Alba**, G., & Bengtson, S. (2019). Re-imagining active learning: Delving into darkness. *Educational Philosophy and Theory*, 51(14), 1477-1489. DOI: 10.1080/00131857.2018.1561367
- D'Cruz**, G. (2021). 3 or 4 things I know about the audiovisual essay, or the pedagogical perils of constructive alignment. *Media Practice and Education*, 22(1), 61-72. DOI: 10.1080/25741136.2021.1832768

- Denning**, P. J. (2017). Viewpoint. Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33-39. DOI: 10.1145/2998438
- Dewey**, J. (1910). *How We Think*. D.C. Heath & Co. Publishers.
- Di Napoli**, R. (2014). Value gaming and political ontology: between resistance and compliance in academic development. *International Journal for Academic Development*, 19(1), 4-11. DOI: 10.1080/1360144X.2013.848358
- DigComp 2.1**. (2017). *The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use* (Edited by S. Carretero, R. Vuorikari, & Y. Punie). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Edelson**, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121. DOI: 10.1207/S15327809JLS1101\_4
- EMU**. (2018). *Teknologiforståelse valgfag (forsøg) – Fælles Mål og læseplan*. Located on June 1st 2021 at: <https://www.emu.dk/modul/teknologiforst%C3%A5else-valgfag-fors%C3%B8g-%E2%80%93-f%C3%A6lles-m%C3%A5l-og-l%C3%A6seplan>
- Englund**, C., Olofsson, A. D., & Price, L. (2017). Teaching with technology in higher education: Understanding conceptual change and development in practice. *Higher Education Research & Development*, 36(1), 73-87. DOI: 10.1080/07294360.2016.1171300
- EU Digital Education Action Plan**. (2018). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. Brussels: European Commission.
- Feenberg**, A. (2017). *Technosystem: The Social Life of Reason*. Harvard University Press.
- Fenwick**, T. (2011). Reading educational reform with actor network theory: Fluid spaces, otherings, and ambivalences. *Educational Philosophy and Theory*, 43(s1), 114-134. DOI <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2009.00609.x>.
- Fenwick**, T. (2015). Sociomateriality and Learning: a critical approach. In: D. Scott, D. & E. Hargreaves (eds.), *The Sage Handbook of Learning*. Sage.
- Fenwick**, T., & Edwards, R. (2014). Networks of knowledge, matters of learning, and criticality in higher education. *Higher Education*, 67(1), 35-50. DOI: 10.1007/s10734-013-9639-3
- Freire**, P. (1985). *The politics of education*. South Hadley. Bergin & Garvey.
- Freire**, P. (1996). *Pedagogia da autonomia*. Saberes Necessários à Prática Educativa. 36th ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Goodyear**, P., & Carvalho, L. (2014). Framing the analysis of learning network architectures. In: L. Carvalho & P. Goodyear (Eds.), *The Architecture of Productive Learning Networks* (pp. 48-70). Routledge.
- Halse**, J. (Ed.). (2010). *Rehearsing the future*. The Danish Design School Press.
- Hansbøl**, M. (2019). Lærerprofessionel teknologiforståelse EdTech og TechEd. *Liv i skolen*, 21(1), 15-25.
- Hart**, I., Battye, G., McCormack, C., & Donnan, P. (2007, June). The group assessment toolbox-- best practice in group work assessment, *EdMedia world conference on educational multimedia, hypermedia & telecommunications*. Vancouver.
- Hasse**, C. (2019). Posthuman learning: AI from novice to expert? *AI & SOCIETY*, 34(2), 355-364. DOI: 10.1007/s00146-018-0854-4

- Hilli, C., Nørgård, R. T., & Aaen, J. H.** (2019). *Designing Hybrid Learning Spaces in Higher Education*. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, 14(27), 66-82.
- Iversen, O. S., Smith, R. C., & Dindler, C.** (2018). From computational thinking to computational empowerment: A 21<sup>st</sup> century PD agenda. *Proceedings of the 15th Participatory Design Conference: Full Papers – Volume 1*, 1-11. DOI: 10.1145/3210586.3210592
- Jääskelä, P., Häkkinen, P., & Rasku-Puttonen, H.** (2017). Teacher Beliefs Regarding Learning, Pedagogy, and the Use of Technology in Higher Education. *Journal of Research on Technology in Education*, 49(3-4), 198-211. DOI: 10.1080/15391523.2017.1343691
- Kaiser, Z.** (2019). Creativity as Computation: Teaching Design in the Age of Automation. *Design and Culture*, 11(2), 173-192. DOI: 10.1080/17547075.2019.1609279
- Kocsev, M., Hansen, N., Hollow, D., & Pischetola, M.** (2009). *Innovative Learning in Ethiopia*. Addis Ababa: ECBP working paper.
- Kuntz, A. M.** (2021). Standing at One's Post: Post-Qualitative Inquiry as Ethical Enactment. *Qualitative Inquiry*, 27(2), 215-218. DOI: 10.1177/1077800420932599
- Latour, B.** (2005). *Reassembling the social*. An introduction to actor-network-theory. Oxford University Press.
- Law, J.** (2004). *After Method: Mess in Social Science Research*. Routledge.
- Macfarlane, B.** (2015). Student performativity in higher education: Converting learning as a private space into a public performance. *Higher Education Research & Development*, 34(2), 338-350. DOI: 10.1080/07294360.2014.956697
- Margolin, V.** (Ed.) (1989). *Design Discourse: History, Theory, Criticism*. University of Chicago Press.
- Mathiasen, H.** (2019). Video, en læringsressource i universitetsundervisningen. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 12(21). DOI: 10.7146/lom.v12i21.112627
- Miranda, L. V. T., & Pischetola, M.** (2020). Teaching as the emergent event of an ecological process: Complexity and choices in one-to-one programmes. *Explorations in Media Ecology*, 19(4), 503-519. 10.1386/eme\_00065\_1
- Misfeldt, M., Tamborg, A. L., Qvortrup, A., Petersen, C. K., Svensson, L. Ø., Allsopp, B. B., & Dirckinck-Holmfeld, L.** (2018). Implementering af læringsplatforme: Brug, værdier og samarbejde. *Læring og Medier*, 10(18). DOI: <https://doi.org/10.7146/lom.v10i18.97013>
- Nardelli, E.** (2019). Do we really need computational thinking? *Communications of the ACM*, 62(2), 32-35. DOI: <https://doi.org/10.1145/3231587>
- Naur, P.** (1954). Elektronregnemaskinerne og hjernen. *Perspektiv*, 1(7), 42-46.
- Naur, P.** (1966). *Plan for et kursus i datalogi og datamatik*. Regnecentralen.
- Nespor, J.** (2002). Networks and Contexts of Reform. *Journal of Educational Change* 3, 365-382. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021281913741>
- Networked Learning Editorial Collective (NLEC), Gourlay, L., Rodrigues, Illera, J. L., Barberà, E. Bali, M., Gachago, D., Pallitt, N., Jones, C., Bayne, S. et al.** (2021). Networked Learning in 2021: A Community Definition. *Postdigital Science and Education*, 3, 326-369. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42438-021-00222-y>
- Niederhauser, D. S., Howard, S. K., Voogt, J., Agyei, D. D., Laferriere, T., Tondeur, J., & Cox, M. J.** (2018). Sustainability and Scalability in Educational Technology Initiatives: Research-Informed Practice. *Technology, Knowledge and Learning*, 23(3), 507-523. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9382-z>

- Nørgård, R. T., & Paaskesen, R. B.** (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), 1-25. DOI: 10.7146/tjcp.v3i1.23630
- Oliver, M.** (2011). Technological determinism in educational technology research: some alternative ways of thinking about the relationship between learning and technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27, 373-384. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2011.00406.x
- Orlikowski, W. J.** (2010). The sociomateriality of organisational life: considering technology in management research, *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 125-141. DOI: <https://doi.org/10.1093/cje/bep058>
- Osberg, D. & Biesta, G.** (2020). Beyond curriculum: Groundwork for a non instrumental theory of education. *Educational Philosophy and Theory*, 53(1), 57-70.
- Papert, S.** (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Pischetola, M.** (2014). Teaching with Laptops: A Critical Assessment of One-to-one Technologies. In: M. Stocchetti (ed.), *Media and Education in the Digital Age. Concepts, Assessments, Subversions* (pp. 203-214). Peter Lang.
- Pischetola, M., & Miranda, L. V. T.** (2019). Metodologias ativas: uma solução simples para um problema complexo? *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, 16(43), 30-56. DOI: 10.5935/2238-1279.20190003PDF
- Pischetola, M., & Miranda, L. V. T., Albuquerque, P.** (2021). The Invisible Made Visible through Technologies' Agency: a Sociomaterial Inquiry on Emergency Remote Teaching in Higher Education. *Learning, Media and Technology*. DOI: 10.1080/17439884.2021.1936547
- Preissle, J., & deMarrais, K.** (2011). Teaching qualitative research responsively. In: N. K. Denzin & M. D. Giardina (Eds.), *Qualitative inquiry and global crises* (pp. 31-40). Left Coast Press.
- Robinson, C. C. & Hullinger, H.** (2008). New Benchmarks in Higher Education: Student Engagement in Online Learning. *Journal of Education for Business*, 84(2), 101-109. DOI: 10.3200/JOEB.84.2.101-109
- Salmon, G., & Wright, P.** (2014). Transforming Future Teaching through 'Carpe Diem' Learning Design. *Education Science* 4(1), 52-63. <https://doi.org/10.3390/educsci4010052>
- Selwyn, N.** (2010). Looking beyond learning: notes towards the critical study of educational technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26, 65-73. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00338.x>
- Selwyn, N.** (2019). *Should Robots Replace Teachers?: AI and the Future of Education*. Polity Press.
- Smith, R. C., Iversen, O. S., & Veerasawmy, R.** (2016). Impediments for Digital Fabrication in Education: a study of teachers' role in digital fabrication. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence*, 7(1), 33-49. <https://doi.org/10.4018/IJDLDC.2016010103>
- Smith, R. C., Bossen, C., Dindler, C., & Iversen, O. S.** (2020). When Participatory Design Becomes Policy: Technology Comprehension in Danish Education. In: *Proceedings of the 16th Participatory Design Conference 2020 - Participation(s) Otherwise - Vol 1 (PDC '20: Vol. 1), June 15-20, 2020, Manizales, Colombia. ACM, New York, NY, USA* (11 pages). DOI: <https://doi.org/10.1145/3385010.3385011>

- St. Pierre, E.** (2015). Practices for the “new” in the new empiricisms, the new materialisms, and post qualitative inquiry. In: N. Denzin & M. Giardina (Eds.), *Qualitative inquiry and the politics of research* (pp. 75-95). Left Coast Press.
- Sveinsdottir, E. & Frøkjær, E.** (1988). Datalogy – The Copenhagen Tradition of Computer Science. *BIT Numerical Mathematics*, 28(3), 450-472. <https://doi.org/10.1007/BF01941128>
- Tamborg, A. L., Dreyøe, J., & Fougst, S. S.** (2018). Digital literacy: a qualitative systematic review. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 11(19), 29. <https://doi.org/10.7146/lom.v11i19.103472>
- Taylor, C. A.** (2019). Diffracting the Curriculum: Putting “New” Material Feminism to Work to Reconfigure Knowledge-Making Practices in Undergraduate Higher Education. *Theory and Method in Higher Education Research*, 5, 37-52. DOI: <https://doi.org/10.1108/S2056-375220190000005004>
- Tedre, M., & Denning, P. J.** (2016). The long quest for computational thinking. *Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 120-129. DOI: <https://doi.org/10.1145/2999541.2999542>
- Teknologiforståelse.** (2017). *Teknologiforståelse valgfag – Fælles Mål og Læseplan*, EMU Danmarks læringsportal, Undervisningsministeriet. Hentet 12. januar 2018 fra: <https://www.emu.dk/modul/teknologiforståelse-valgfag-forsog--faelles-mal-og-laeseplan>.
- Tigelaar, D. E. H., Dolmans, D. H. J. M., Wolfhagen, I. H. A. P., & van der Vleuten, C. P. M.** (2004). The development and validation of a framework for teaching competencies in higher education. *Higher Education*, 48(2), 253-268. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:HIGH.0000034318.74275.e4>
- Tømte, C. E., Fosslund, T., Aamodt, P. O., & Degn, L.** (2019). Digitalisation in higher education: Mapping institutional approaches for teaching and learning. *Quality in Higher Education*, 25(1), 98-114. DOI: <https://doi.org/10.1080/13538322.2019.1603611>
- Tuhkala, A., Wagner, M.-L., Iversen, O. S., & Kärkkäinen, T.** (2019). Technology Comprehension—Combining computing, design, and societal reflection as a national subject. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 54-63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.03.004>
- UFM.** (2018a). *Universitetsuddannelser til fremtiden*. Uddannelses- og Forskningsministeriet.
- UFM.** (2018b). *Call for Action: Teknologisk upgrade på de videregående uddannelser*. Uddannelses- og Forskningsministeriet.
- Ulmer, J. B., Kuby, C. R., & Christ, R. C.** (2020). What Do Pedagogies Produce? Thinking/Teaching Qualitative Inquiry. *Qualitative Inquiry*, 26(1), 3-12. DOI: <https://doi.org/10.1177/1077800419869961>
- UNESCO.** (1982). *Grünwald Declaration on Media Education*. Retrieved 1st of March 2021 at: [http://www.unesco.org/education/pdf/MEDIA\\_E.PDF](http://www.unesco.org/education/pdf/MEDIA_E.PDF)
- UNESCO.** (2019). *Understanding Media and Information Literacy (MIL) in the Digital Age A Question of Democracy* (Edited by Ulla Carlsson). University of Gothenburg and the Swedish National Commission for UNESCO.
- van Leeuwen, J., & Wiedermann, J.** (2012). Computation as an unbounded process. *Theoretical Computer Science*, 429, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.tcs.2011.12.040>



**Wing, J.** (2008). Computational thinking and thinking about computing,  
*Philosophical Transactions of The Royal Society A*366, 37, 3717-3725. DOI: 10.1098/  
rsta.2008.0118

# Abstract

---

Målet med artiklen er at bidrage til udviklingen af en kritisk og demokratisk tilgang til, hvad en digital myndiggørelse kan indebære i teori og praksis. I forsøgsfaget teknologiforståelse er digital myndiggørelse et af fire kompetenceområder, og fagets ambition er ”danne og uddanne eleverne” til at være ”aktive, kritiske og demokratiske borgere”. I artiklen argumenterer vi for, at den nuværende beskrivelse af digital myndiggørelse i forsøgsfaget er for snævert fokuseret på design og redesign af digitale artefakter. Artiklens bidrag er derfor en tilgang, som fremhæver elevernes muligheder for kritisk at tage stilling og handle i forhold til teknologiens rolle i samfundet. Dette underbygges teoretisk og med eksempler. Artiklen kan inspirere til den videre udvikling af digital myndiggørelse i skolens fag samt mere avancerede diskussioner af digital myndiggørelse i udskolingen i samfundsfag og dansk.

The aim of the article is to strengthen a democratic and critical approach to Digital Literacy (Digital Myndiggørelse), which is an area of competence in the experimental subject Technology Comprehension in Danish primary schools (grade 1-9), and central to the subject’s objective to educate pupils to become “active, critical, and democratic citizens”. In the article, we show through an analysis of the current descriptions of the subject, how this competence area is insufficiently developed if pupils are to learn to critically reflect upon the role of technology in society. Therefore, we present theoretical perspectives and practical examples that emphasise a democratic and critical approach to technology comprehension. The conclusion emphasizes the need for pupils of Technology Comprehension to develop an understanding of the complex relationships between technology and society.

# Den teknologisk myndige borger

– om hvordan kritiske perspektiver på teknologiens rolle i samfundet kan bidrage til teknologiforståelse i folkeskolen

## Indledning

Baggrunden for indførelsen af forsøgsfaget med teknologiforståelse<sup>1</sup> i folkeskolen er de forandringer den teknologiske udvikling afstedkommer for rammerne for menneskers liv og samliv i det moderne samfund. I forsøgsfaget teknologiforståelse er det forsøgt med kompetenceområdet digital myndiggørelse at bidrage til, at kommende generationer kan forholde sig kritisk til teknologien og konstruktivt være med til at redesigne den. Eleverne skal ikke bare kunne forholde sig til den enkelte teknologi, men kunne ”kritisk reflektere over digitale artefaktens betydning for individ, fællesskaber og samfund” (Undervisningsministeriet, 2018a, s. 20), som det hedder i et af de Fælles Mål for det selvstændige fag i udskolingen.

I denne artikel vil vi udfolde og nuancere, hvordan man kan arbejde frem mod dette mål. Når man læser de Fælles Mål for forsøgsfaget, så er målet om myndiggørelse formuleret med underliggende færdigheds- og vidensmål, der leder frem imod at udvikle redesign af digitale artefakter. Men behovet for digital myndiggørelse hænger ikke kun sammen med behovet for at skabe bedre teknologiske løsninger. Det hænger sammen med, at vi skal kunne forholde os til de paradokser, teknologierne skaber, og at disse løsninger ikke altid er teknologiske. Det kunne for eksempel være, når de digitale overvågningsprogrammer, som er udviklet til at skabe sikkerhed, anvendes til at forfølge uskyldige borgere. Derfor argumenterer vi for, at den teknologisk myndige borger i omgangen med nye teknologier ikke blot skal kunne agere myndigt inden for teknologier, men skal kunne forholde sig til teknologier i en samfundsmæssig kontekst. Også når det betyder at vælge løsninger, der ikke er teknologiske – eller at fravælge

1 Den officielle titel for faget er: Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning.

teknologier.

Vores arbejde med at videreudvikle forståelsen af digital myndiggørelse i arbejdet med teknologiforståelse i den danske folkeskole er inspireret af en række kritiske stemmer, som har understreget behovet for en mere nuanceret forståelse af digital myndiggørelse. Ove Christensen (2021) argumenterer for, at ud af de fire kompetenceområder i forsøgsfaget, så er det digital myndiggørelse, som er mest mangelfuldt beskrevet. Et interessant bud på en nuancering af forståelsen af digital myndiggørelse er givet af Fibiger, Lorentzen, Hjorth & Pasgaard (2019), som dog holder sig inden for en designramme, som vi overskrider i vores artikel. Catrine Hasse, Søren Riis og Jesper Balslev (2021, s. 30) argumenterer for, at der er behov for en mere kritisk teknologiforståelse, der indeholder elementer inspireret af teknologivurdering, hvilket vi i andet afsnit af artiklen bidrager til at udfolde. Et omfattende forslag er formuleret af Thomas Illum Hansen (2020, s. 33), der foreslår en skelnen mellem et instrumentelt, et antropologisk, et humanistisk, et naturvidenskabeligt, et didaktisk, et sociologisk og et politisk teknologibegreb. I vores tilgang forsøger vi at forene nye teoretiske perspektiver med perspektiver, som er rodfæstet i folkeskolens fag, såvel som eksisterende praksis i forsøgsarbejdet med teknologiforståelse. Det udelukker ikke, at andre perspektiver på teknologier, såsom humanistiske og naturvidenskabelige, bør have plads i skolen. Artiklen tager derfor udgangspunkt i et behov for at gentænke og diskutere, hvad et begreb for digital myndiggørelse bør indeholde, hvis det skal leve op til det udtrykte ønske om en faglighed, der kan være med til at ”danne og uddanne eleverne til at deltage som aktive, selvstændige, kritiske og demokratiske borgere i et digitaliseret samfund” (Undervisningsministeriet, 2018a, s. 8).

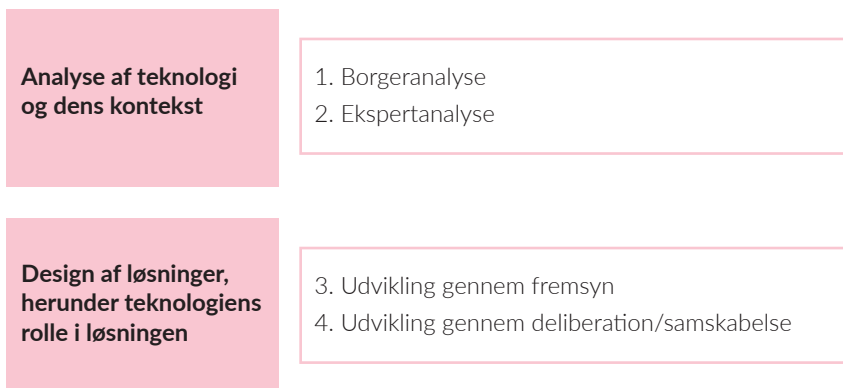
## En model for analyse af teknologi og design af løsninger

Centralt i den nuværende beskrivelse af faget er at undersøge den eksisterende teknologis formål og intentioner. Men det giver en snæver fokus på teknologiens oprindelige udvikling, og en sådan analyse vil aldrig føre videre til en forståelse af teknologiens konsekvenser på samfundsniveau og i den kontekst, hvor teknologien skal fungere. Derfor er der brug for at sætte nogle nye begreber på de analyser, som eleverne skal kunne udføre. Nedenstående model har opdelt den digitale myndiggørelse i fire elementer under to overordnede overskrifter.

**Figur 1.**

Artiklens bidrag til myndiggørelse i to overskrifter.

---



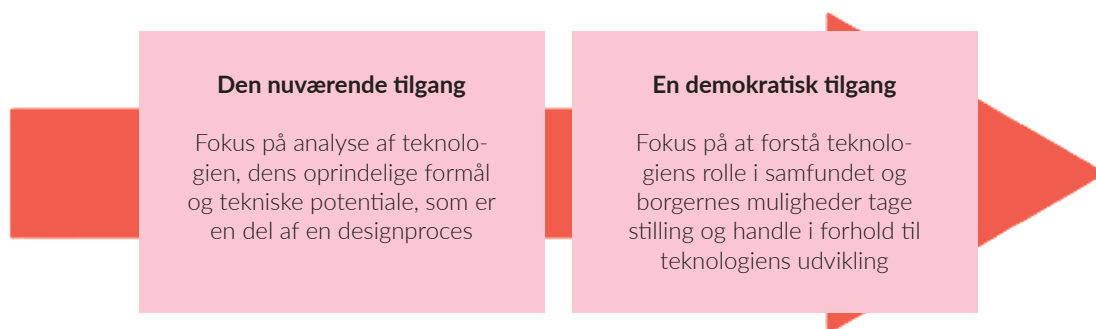
Centralt for borger- og ekspertanalyser er at åbne op for forskellige perspektiver for teknologien, så eleverne kan diskutere perspektiver i klassen og derved udvikle en digital myndiggørelse. Fokus flyttes væk fra det enkelte digitale artefakt, og artefaktets indlejrede intentioner, og over mod den måde, teknologien påvirker vores liv og samfund.

Det er de samme principper, som vi ser som centrale, når eleverne skal arbejde med digital myndiggørelse i forbindelse med udviklingen af digitale artefakter. Her bør der arbejdes med elevernes evne til at bringe forskellige perspektiver ind i designprocessen. Ikke bare med henblik på at forbedre et design, men med henblik på en grundlæggende forståelse af de dilemmaer, som udviklingen af ny teknologi kan skabe. Det kunne være, når man skal prioritere mellem borgernes ret til privatliv, firmaernes ønske om overvågning og statens arbejde for sikkerhed, eller mellem en privat borgers udsigt til havet og statens ønske om at opsætte vindmøller.

Den digitale myndiggørelse skal, i den udvidede forståelse vi foreslår, som teknologisk myndighed give eleverne en forståelse af, hvordan man kan forholde sig til teknologier ud fra forskellige teknologiske og samfundsmæssige perspektiver. Herunder at de kan se hvordan interessekonflikter er iboende i indførelsen af nye teknologier, og hvordan man aktivt kan forholde sig og tage stilling til disse. Nedenstående figur opsummerer, hvordan artiklen forsøger at skubbe og udvide forståelsen af digital myndiggørelse.

**Figur 2.**

*En udvidet forståelse af digital myndiggørelse.*



## Artiklens udfoldelse af modellen

Artiklen består af tre afsnit. I det første afsnit vil vi redegøre for, hvorfor der er et behov for at genbesøge, hvordan den nuværende forståelse af digital myndiggørelse omsættes til mål i forsøgsfaget. Afsnittet afsluttes med nogle konkrete spørgsmål, som ikke er grundigt udfoldet i den nuværende formulering af digital myndiggørelse. Spørgsmålenes omdrejningspunkt er elevernes mulighed for at udvikle en samfundsmæssig stillingtagen og handleevne i relation til den teknologiske udvikling.

I det andet afsnit udfolder vi teoretiske perspektiver, som kan understøtte og udvikle den forståelse af digital myndiggørelse, som artiklen beskriver. Afsnittet tager udgangspunkt i Kant og politisk dannelse og suppleres med aktuelle teoretiske bidrag til en helhedsorienteret forståelse af, hvordan teknologiudvikling og samfundsudvikling hænger sammen. Disse perspektiver er valgt, da de understreger artiklens centrale pointer om digital myndiggørelse, og samtidig trækker tråde ind i de eksisterende fag i folkeskolen, for eksempel samfundsfag, dansk og historie, hvor faglærere vil kunne bidrage til omsætningen af den digitale myndiggørelse i praksis.

For at give konkrete eksempler på redskaber, der kan gøre det muligt at forholde sig til den teknologiske udvikling, viser vi i det tredje afsnit af artiklen, hvordan teknologivurdering og fremsyn kan bruges som ramme for arbejdet i undervisningen: Som alternativ eller supplement til den designorienterede tilgang med fokus på analyse

og udvikling af digitale artefakter, som allerede findes i forsøgsfaget teknologiforståelse. Artiklen afsluttes med en kort konklusion.

## Behovet for at genbesøge rammen for arbejdet med digital myndiggørelse

Begrebet digital myndiggørelse spiller en væsentlig rolle i forsøgsfaget teknologiforståelse, som et af de fire kompetenceområder, og det fremhæves i flere tekster om faget, at det dermed bidrager til at forberede eleverne til demokratisk deltagelse (Iversen & Wagner, 2020 s. 8). Men da digital myndiggørelse er et nyt begreb uden en klar definition, så er der en vigtig faglig diskussion om, hvordan det kan forstås og bruges. I det følgende vil vi undersøge, hvordan digital myndiggørelse forstås af nogle af de forskere, der har deltaget i udviklingen af forsøgsfaget, og hvordan det er formuleret i forsøgsfagets læseplan og undervisningsvejledning.

## Baggrunden for forsøgsfagets beskrivelse af digital myndiggørelse

En af de fremmeste fortalere for teknologiforståelsesfagets kompetenceområde digital myndiggørelse er Ole Sejer Iversen. For Iversen er den digitale myndiggørelse indeholdt i det, som han og hans samarbejdspartnere betegner som en designtilgang til teknologiforståelsen (Dindler, Smith & Iversen, 2019). I designtilgangen skelnes der mellem designprocessen (der indeholder designudfordring, undersøgelse, idéudvikling, konstruktion, argumentation og refleksion) og myndiggørelse (der indeholder værdianalyse, brugsanalyse, formålsanalyse, teknologianalyse, argumentationsanalyse og konsekvensanalyse) (Dindler, Smith & Iversen, 2019, s. 127). Der er altså tale om både en konstruktion af digitale artefakter og en analyse, hvorigennem eleverne afkoder eksisterende digitale artefakter (Dindler, Smith & Iversen, 2019, s. 127; Iversen & Wagner, 2020, 22). Afkodningen af eksisterende digitale artefakter beskrives i teksterne med forskellige begreber: På den ene side er de ovenstående begreber i den bredere analyse centrale, på den anden side fremhæves artefaktens indlejrede intentionalitet som det vigtigste: ”den digitale myndiggørelse ligger i evnen til at kunne afkode og aflæse de intentioner, som et givet digitalt artefakt kommer med gennem analyse” (Iversen & Wagner, 2020, s. 22).

Der er denne teoretiske beskrivelse, som er baggrund for forsøgsfagets to led: designproces og analyse. I den faglighed, der er i målbe-

skrivelserne for forsøgsfaget teknologiforståelse, er designprocesserne og digital myndiggørelse beskrevet på en lidt anderledes måde – analyse og design er koblet tættere sammen i en proces rettet imod redesign, hvilket vi vil redegøre for i det følgende afsnit.

## Læseplan

I Fælles Mål for forsøgsfaget teknologiforståelse er digital myndiggørelse beskrevet og defineret med inspiration fra den forståelse, der er beskrevet ovenfor fra Iversen og Wagner. Kompetencemålet digital myndiggørelse ”Omhandler kritisk, refleksiv og konstruktiv undersøgelse og forståelse af digitale artefakters muligheder og konsekvenser” (Undervisningsministeriet, 2018b, s. 4). I læseplanen er det beskrevet, hvordan dette skal forstås:

” Digital myndiggørelse omhandler evnen til analytisk og refleksivt at forstå digitale artefakters betydning i hverdags- og arbejdslivet. Gennem faglige analyser af digitale artefakter, artefaktets indlejrede intentionalitet og artefaktets brug får eleven det nødvendige grundlag for proaktivt at kunne redesigne digitale artefakter, hvor de synes uhensigtsmæssige ift. en given brugspraksis, og til at vurdere artefaktets betydning for individ, fællesskaber og samfund.  
(Undervisningsministeriet, 2018a, s. 9)

Der er således to positioner i den digitale myndiggørelse: dels at kunne redesigne og dels vurderingen af artefaktets betydning.

Det er beskrivelsen af digital myndiggørelse i faghæftet for teknologiforståelse som selvstændigt fag, som er udgangspunktet for de mål, der er udvalgt, når teknologiforståelse integreres i eksisterende fag. For alle kompetenceområder gælder, at de har underliggende videns- og færdighedsområder, og det er denne viden og disse færdigheder, der tilsammen udgør kompetencen (dette er den måde, strukturen i viden- færdigheder og kompetencer er formuleret i forhold til den europæiske kvalifikationsramme (EQF)). Videns- og færdighedsområderne for ”Digital myndiggørelse” er ”teknologianalyse”, ”formålsanalyse”, ”brugsstudier”, ”konsekvensvurdering” og ”redesign” (Undervisningsministeriet, 2018b, s. 11). De første tre analysekategorier er rettet mod de ”digitale artefakter” og deres formål og brug. Det er det fjerde område ”konsekvensvurdering”, hvori der indgår, at eleven kritisk kan ”reflektere over digitale artefakters betydning for individ, fællesskaber og samfund” (Undervisningsministeriet, 2018b, s. 11). Der



ligger dog stadig den implicitte begrænsning, at denne konsekvensvurdering hænger sammen med de øvrige områder, og er rettet imod ”redesign”. Dermed er muligheden for en bredere samfundsmæssig analyse indskrænket. At hensigten er at arbejde frem mod et redesign fremgår også af læseplanen:

” Digital myndiggørelses kompetencegivende elementer i teknologiforståelsesfagligheden er tofoldigt. Gennem digital myndiggørelse får eleverne et fagligt fundament for at bedømme eksisterende digitale artefakter gennem faglige og strukturerede analyser. Desuden styrker digital myndiggørelse elevernes evne til at omsætte egne analyser til et redesign af uhensigtsmæssige digitale artefakter. Gennem digital myndiggørelse erhverver eleverne således en forståelse af og en evne til at forandre uhensigtsmæssige digitale artefakter ift. eget liv, fællesskab og samfund.  
(Undervisningsministeriet, 2018a, s. 10)

Som det fremgår, så skal eleverne bedømme eksisterende digitale artefakter, omsætte analyser til redesign og det, der kommer ud af det, er en ”evne til at forandre uhensigtsmæssige digitale artefakter”. Dermed er det også tydeligt, at den digitale myndiggørelse i forsøgsfaget teknologiforståelse er snævert knyttet til analyse og redesign af digitale artefakter. Dette kan være, og er sikkert, gode og nyttige elementer i en demokratisk omgang med teknologier, men det er begrænsende i forhold til det dannelsesmål, der er formuleret for faget. I måloversigten for faget er progressionen for kompetenceområdet beskrevet som følgende:

**Figur 3.**  
*Kompetencemål for digital myndiggørelse, forsøgsfaget teknologiforståelse.*

Kompetencemål			
Digital myndiggørelse	Indskoling	Melletrin	Udskoling
Omhandler kritisk, refleksiv og konstruktiv undersøgelse og forståelse af digitale artefakters muligheder og konsekvenser	Eleven kan beskrive digitale artefakter i sin hverdag og handle hensigtsmæssigt i sit møde med digitale artefakter	Eleven kan vurdere digitale artefakters intentionaltet og anvendelsesmuligheder med henblik på at kunne handle reflekteret i konkrete situationer	Eleven kan handle med dømmekraft i komplekse situationer, der vedrører digitale artefakters betydning for individ, fællesskab og samfund

(Undervisningsministeriet, 2018b)

Målet om, at eleverne i udskolingen kan handle med dømmekraft i komplekse situationer, der vedrører digitale artefakters betydning for fællesskab og samfund, taler direkte ind i væsentlige samfundsfaglige og demokratiske problemstillinger. Men analyserne, som er beskrevet i læseplanen, har ikke fokus på at udvikle elevernes forståelse af samfundsmæssige dilemmaer som et mål i sig selv, men er i stedet koncentreret om det enkelte artefakts formål, intention, brug og muligt redesign.

## Forskellen mellem det selvstændige fag og integrationen i eksisterende fag

I det ovenstående har vi set på den overordnede forståelse af digital myndiggørelse, som den er skrevet ind i forsøgsfaget teknologiforståelse som selvstændigt fag. Hvis man undersøger, hvordan digital myndiggørelse er skrevet ind i de eksisterende fag som en del af forsøget, er det kun i samfundsfag og dansk, at det er skrevet direkte ind. I dansk er det skrevet ind under kompetenceområdet kommunikation, efter 6. og efter 9. klassetrin. Her skal man arbejde med mål om digital myndiggørelse og digital sikkerhed. I matematik, hvor teknologiforståelse er sit eget kompetenceområde, er digital myndiggørelse skrevet ind mere indirekte gennem mål om brugsstudier og redesign. I naturfagene er der ikke skrevet mål ind, som omhandler digital myndiggørelse. I samfundsfag er digital myndiggørelse skrevet ind som et nyt kompetenceområde. Det giver en udfordring, idet faget dermed tilføjes et helt nyt kompetenceområde, som skal udfoldes inden for fagets begrænsede ressourcer (almindeligvis 2 timer om ugen).

Den nuværende struktur for integrationen af digital myndiggørelse i de eksisterende fag sætter derfor rammer for, hvordan målene for kompetenceområdet tænkes at skulle udfoldes i de forskellige fag. Det er et problem, at der er tilføjet ekstra indhold til fagene, uden at andet indhold er fjernet, og målene er ikke nødvendigvis tænkt sammen med målene fra de eksisterende fag. Da digital myndiggørelse tænkes integreret primært i dansk og samfundsfag, ville det derfor styrke beskrivelsen af kompetenceområdet, hvis den relateres bedre til de fag. I denne artikel vægtes en samfundsfaglig inspiration, da samfundsfagligheden kan levere væsentlige samfundsmæssige perspektiver til at leve op til målsætningen i forsøgsfaget om at arbejde med konsekvensvurdering på samfundsniveau.

## Digital myndiggørelse som en reflekativ designproces

Som vi har vist i ovenstående afsnit, så er den digitale myndiggørelse i forsøgsfaget knyttet til analyse og redesign af digitale artefakter. Herved opstår en forståelse af myndiggørelse, der er knyttet til den enkelte teknologi. Forståelsen af myndiggørelse i forsøgsfaget kan ses som et ekstra refleksivt led på designprocessen, således at hvert led i designprocessen kan understøttes af en analyse. Vægten i digital myndiggørelse ligger på designerens intention ved udviklingen af teknologien. Spørgsmålet er, om udviklingen af teknologien, eller de efterfølgende konsekvenser teknologien kan få, bør analyseres eller forstås alene ud fra teknologien i sig selv. Det, som ikke bliver tydeligt i beskrivelsen, er, hvornår der tages diskussioner, som ikke nødvendigvis knytter sig til den enkelte teknologi, men i stedet den kontekst teknologien skal fungere i.

Artiklen vil derfor udfolde, hvorfor konteksten for teknologiuudvikling er en væsentlig faktor for at forstå både hvordan og hvorfor teknologi udvikles, men også hvilke konsekvenser teknologien kan få. Det kunne være diskussioner af de samfundsmæssige rammer, der udvikler og begrænser teknologien, og hvordan man kan være med til at forme dem. I princippet ligger der muligheder for en bred samfundsmæssig forståelse af teknologier i arbejdet med brugsanalyse og konsekvensanalyse, men beskrivelserne i læseplanen giver ingen bud på, hvordan man nuancerer analyserne og løfter blikket op fra arbejdet med en enkelt teknologi i en konkret designproces.

Digital myndiggørelse bør være en del af en demokratisk dialog, hvor man skal turde stille spørgsmål, der også går udover den konkrete teknologi. Det er denne type spørgsmål, som ikke er tydeligt udfoldet i beskrivelsen af det nuværende fag, og som det vil være interessant i højere grad at adressere, hvis kompetenceområdet skal genbesøges. Det kan være spørgsmål som:

- Hvad betyder konteksten for de værdier, der indlejres i teknologien, og de tekniske muligheder for at udvikle teknologien?
- Er teknologi den rigtige løsning eller er der brug for noget helt andet?
- Kan teknologien påvirke andre end de brugere, den er målrettet til?
- Kan der opstå nye negative påvirkninger fra teknologien, når den bruges i stor skala?
- Bør visse borgere have en privilegeret adgang til at påvirke udviklingen og redesign af teknologien?

Spørgsmålet er, hvorfor det er så vigtigt at lære noget om disse spørgsmål for eleverne i fremtidens folkeskole? Det følgende teoretiske afsnit udfoldes centrale elementer i forståelse af myndighed og betydningen af teknologi på samfundsniveau, som kan føre os videre til forståelsen af vores rolle i og indflydelse på teknologiens udvikling.

## Den teoretiske inspiration for en myndiggørende tilgang til teknologiens rolle i samfundet

Hvis undervisningen skal være rettet imod en teknologisk myndighed, som vi foreslår i denne artikel, er en række teorier og samfundsanalyser oplagte at trække på som baggrund for denne forståelse. Teoriene sætter fokus på forholdet mellem teknologi og samfund, samt de løbende kampe, der foregår, for at definere teknologiens rolle i samfundet. Afsnittet tager udgangspunkt i Kants forståelse af myndighed, som understreger behovet for myndiggørelse i et demokrati. Herefter beskrives nyere teorier, som fremhæver vigtigheden i, at den digitale udvikling løbende gøres til genstand for diskussion og refleksion; en refleksion som går ud over analysen af det enkelte digitale artefakt til at forstå samfundsmæssige sammenhænge.

## Den myndige borger – Kant og den politiske dannelse

Den formulering af myndighedsbegrebet, der danner grund for forståelsen af myndighed i moderne pædagogik og politisk filosofi stammer fra Kants berømte besvarelse af spørgsmålet: Hvad er oplysning? Her skriver han, at ”Oplysning er menneskets udgang af dets selvforskyldte umyndighed. Umyndighed er manglen på evne til at bruge sin forstand uden en andens ledelse” (Kant, 1999). Myndighed er således forbundet med oplysning, og at man kan bruge sin fornuft og ikke er underlagt andre.

Kants begreb om myndighed danner bl.a. grund for den tyske tradition for politisk dannelse. Det tyske selskab for politisk dannelse (GPJE) formulerede politisk myndighed som det overordnede mål for den politiske dannelse. Politisk myndighed er delt op i tre områder: politisk dømmekraft, politisk handleevne og metodiske færdigheder (A. S. Christensen, 2017, s. 67; Detjen, Kuhn, Massing, Richter, Sander & Weißeno, 2004, s. 13). Den politiske dømmekraft omhandler at

kunne tage stilling til politiske og samfundsmæssige spørgsmål. Den politiske handleevne vedrører at kunne handle på den viden, man har. De metodiske færdigheder vedrører den faglighed, der skal til, og som læres i skolen med henblik på at opnå denne dømmekraft og handleevne. Hvis man ser digital myndiggørelse som en del af en bredere politisk dannelse, er det relevant at undersøge, hvilke kompetencer der skal til for at kunne udvikle en politisk dømmekraft i forhold til udvikling af teknologi.

Den politiske handleevne kunne være formuleret ind i teknologiforståelsesfaglighedens begreb om teknologisk handleevne. I faghæftet hævdes det, at "Gennem de konstruerede og kritiske elementer af myndiggørelse, af designprocesforståelse, af computationel tankegang og af teknologisk handleevne rummer fagligheden også et frigørende element, som sætter eleven i stand til at forandre i verden med digital teknologi" (Undervisningsministeriet, 2018a, s. 9). Men den teknologiske handleevne er begrænset til handlinger inden for teknologien. Kompetencemålet er formuleret således for udskolingen: "Eleven kan vurdere, vælge og på kvalificeret vis anvende digitale teknologier i autentiske situationer" (Undervisningsministeriet, 2018a, s. 13).

I forhold til brugen af myndiggørelsesbegrebet er det værd at se på, hvordan begrebet empowerment har været oversat indenfor politologien. For at fange den dobbelte betydning af det engelsksprogede begreb har man på dansk anvendt to begreber. Myndiggørelse, der dækker den subjektive side af empowerment, at man har den viden og de færdigheder, der skal til for at kunne deltage i en proces, og mægtiggørelse, der betegner, at der er strukturer til stede, der gør det muligt for den enkelte at handle (J. G. Andersen, 2004, s. 24). I forhold til begrebet om myndiggørelse i forsøget med teknologiforståelse kunne man på samme måde tale om, at der er en subjektiv side, der vedrører at have evner og viden (i dette tilfælde om teknologier) og så den objektive side, mægtiggørelse, der vedrører de samfundsmæssige strukturer, der gør det muligt at handle i forhold til teknologien. I læseplanen er det angivet som et "frigørende element" i myndiggørelsen, at alle elever får lige adgang til at "mestre digitale teknologier, som på indgribende og radikal vis påvirker vores liv, vores fællesskaber og vores samfund" (Undervisningsministeriet, 2018a, s. 9). Udfordringen er, om eleverne kan forholde sig til de økonomiske og politiske strukturer, der betinger denne teknologiske udvikling. Det er muligt, at eleverne lærer at mestre teknologierne, men som det fremgår af den citerede sætning ses både vores liv, vores fællesskaber og vores samfund som (passive) objekter for de teknologier, som påvirker os.

Digital myndiggørelse kan derfor udvides med overvejelser om, hvordan vi kan handle i relation til teknologiens rolle i vores hverdag og samfund. Som Pötzsch beskriver det i sin refleksion over Critical

Digital Literacy: “[P]upils and students should learn to critically reflect upon and properly contextualise technologies that have enormous implications for their lives not only as future part of a work force but also as citizens and fully-fledged individuals” (2019, s. 221). Vi skal altså ikke bare uddanne eleverne til at kunne analysere teknologi, som en del af en designproces, men også danne fremtidens borgere til en kritisk stillingtagen til teknologiens rolle i samfundet.

## Teori om digitale teknologiers betydning for individ, fællesskab og samfund

Skolefagene rummer allerede muligheder for en bredere forståelse og analyse af teknologiers menneskelige og samfundsmæssige konsekvenser, men uden at det er udfoldet. Faghæftet for forsøgsfaget teknologiforståelse i samfundsfag beskriver, at teknologianalysen (brugerrundersøgelser og konsekvensvurderinger) skal inddrage sociologiske, økonomiske og politiske aspekter af teknologis betydning for vores liv. Betydningen af dette er ikke udfoldet, og det er kun i begrænset omfang beskrevet i de forløb, der er udviklet til afprøvning i skolen.

I det følgende vil vi skitsere, hvordan sociologiske, økonomiske og politiske/demokratiske perspektiver kan være komponenter i en digital myndiggørelse.

Sociologiens fædre understregede en bekymring for, at ny teknologi og arbejdsforhold skabte negative konsekvenser for en række grupper i samfundet. Emile Durkheim beskrev, hvordan arbejdsdelingen i samfundet, der var betinget af den teknologiske udvikling, førte til funktionel differentiering i samfundet, som igen førte til, at nye solidaritetsformer opstod og andre forsvandt. Hos Durkheim er dette beskrevet med begrebet organisk solidaritet, der i de industrialiserede samfund afløser de traditionelle samfunds mekaniske solidaritet (Durkheim, 2000; Møller, 2019, s. 285). Karl Marx beskriver, hvordan den teknologiske udvikling fører til en fremmedgørelse for arbejderen, der ikke har nogen relation til det produkt, han er med til at fremstille, fordi han blot er en lille brik i et stort maskineri. Det forstås bogstaveligt hos Marx, der beskriver hvordan arbejderen ”bliver et rent og skært tilbehør til maskinen, og der kræves kun det mest enkle ensformige greb, der kan læres på et øjeblik” (Marx & Engels, 1976, s. 22). Teknologiens rolle har i hverdagen og samfundet derfor været undersøgt længe, og en række aktuelle teorier følger op på de tidlige indsigter.

Teknologiudviklingens betydning for fællesskaber er hos nyere sociologer taget op af blandt andre Anthony Giddens. Giddens (1994, s. 79). Han betoner nødvendigheden af tillid til ekspertsystemer, netop

i det højtudviklede og differentierede samfund må vi som individer have en vis tillid til, at systemerne fungerer. Hvis vi begynder at stille spørgsmål til, om en flyvemaskine egentlig er bygget ordentligt, fordi vi ikke forstår den, kommer vi ikke langt. Spørgsmålet er så, hvilken grad af tillid og forståelse af teknologier, der er nødvendig for at udvikle tillid, og hvilke former for stillingtagen og kritik er der rum for i det senmoderne samfund.

En anden aktuel sociolog, der tager tråden fra Marx' begreb om teknologiens fremmedgørende konsekvenser op, er Hartmut Rosa. Rosa beskriver, hvordan den teknologiske acceleration, der kommer til udtryk i for eksempel computerens forøgede datakraft, har ført til en social acceleration. Det kan synes ulogisk – hvis vi kan producere mere, og mere effektivt burde vi jo få mere tid – men hvis man i 1990 modtog 10 (fysiske) breve i løbet af en dag, som man brugte to timer i alt på at svare på, modtager man i dag måske 70 e-mails, som alle skal besvares (Rosa, 2014, s. 30). Resultatet er, for Rosa, et accelerationskredsløb, hvor den teknologiske acceleration medfører en acceleration af social forandring, som igen fører til en acceleration af 'livstempoet' (Rosa, 2014, s. 40). Rosas forskning understreger, at der er en sammenhæng mellem det økonomiske system, der tilskynder til, og muliggør vækst i materiel produktion, og forandringer af sociale relationer såvel som menneskets forhold til naturen. I den sammenhæng peger Kate Raworth (2017) på behovet for helt at gentænke vores forhold til teknologien og til økonomiens fundament i en bæredygtig retning.

Internettet er en vigtig infrastruktur for den digitale teknologi, som påvirker både vores hverdag og samfund. I sin bog *Overvågningskapitalismens tidsalder* (Zuboff, 2019) beskriver Soshana Zuboff de senere års udvikling indenfor 'Big Tech', hvor teknologiske mastodontvirksomheder har opnået monopolagtig status og er i stand til at dominere og bestemme retningen for den teknologiske udvikling (Google Microsoft, Apple, Amazon og Facebook). Især fremhæver hun deres brug af 'big data' som et problem, som er den adfærdsdata virksomhederne indsamler. Industrisamfundets vareproduktion var kendetegnet ved, at der var nogen, der producerede en vare andre kunne købe og forbruge. I overvågningskapitalismen er det data, der er den gyldne ressource. Og i særdeleshed data om forbrugeres adfærd. Google startede som en søgemaskine, der kunne hjælpe med at finde informationer på internettet, men i dag er det en virksomhed, der lever at samle adfærdsdata. Perspektiverne i at bruge data – til gode og mindre gode formål – er næsten uendelige, fra at præsentere de bedste tilbud til Black Friday, til at målrette politiindsatser til områder, hvor det kan formodes, at kriminalitet vil finde sted, eller lave personaliseret sundhedsbehandling. Spektakulære eksempler på, hvordan data om vælgere kan misbruges, som dokumenteret i Cambridge Analyti-

ca-skandalen, vækker opmærksomhed. Men lokale politikeres brug af Facebook er også noget, som vi som borgere skal kunne gennemskue, hvis vi skal kunne deltage som myndige borgere.

Ovenstående teoretiske overvejelser og aktuelle eksempler fra sociologi, økonomi og politik kan inspirere til at flytte fokus væk fra en digital myndiggørelse med primær fokus på designprocesser og digitale artefakter mod et fokus på samspillet mellem teknologi, mennesker og samfund. Eksemplerne viser, at hvis man ønsker, at skoleelever kan handle som myndige borgere i forhold til den teknologiske udvikling, må en digital myndiggørelse indeholde refleksioner, både om hvordan teknologiudviklingen påvirker alle aspekter af samfundet og menneskenes indbyrdes forhold, og hvordan menneske og samfund kan tage kontrol over den teknologiske udvikling. Dette indebærer viden om digitale artefakter og deres design, men det indebærer også nødvendigvis viden om forholdet mellem menneske, teknologi og samfund.

## Praktisk inspiration til en ny digital myndiggørelse i folkeskolen

Afsluttende vil vi se på de tilgange og metoder til vurdering af teknologiers konsekvenser, som er udviklet under overskrifterne teknologivurdering og fremsyn. Her kan findes inspiration til konkrete måder, som man kan arbejde demokratisk med udvikling af teknologi. Det vil sige, at fokus flyttes væk fra en eller flere designeres udvikling af digitale artefakter, som er rammen for det nuværende fag, over mod et fokus på fællesskabets ønsker og behov for den teknologiske udvikling.

## Teknologivurdering og fremsyn som eksempler på metoder, som fremmer en demokratisk tilgang til teknologiforståelse

De ovenstående teoretiske afsnit har understreget, hvordan teknologiens rolle i samfundet konstant udvikles og forhandles. Forståelse af digital myndiggørelse bør derfor både inkludere overordnede perspektiver på teknologiens rolle i samfundet, ligesom den bør inspireres af metoder til teknologivurdering, som forsøger at fremme demokratiske metoder til at bestemme teknologiens risici og rolle.

Udover at drage inspiration fra viden om teknologi indenfor forskellige samfundsfaglige discipliner, så kan et kommende fag i



folkeskolen med fordel drage på den viden, der eksisterer med at vurdere teknologiers potentialer og risici på tværs af vidensfelter og samfundets interesser. Teknologiforståelsesfaglighedens forståelse af, hvordan elever kan blive digitalt myndiggjorte og udvikle teknologisk handleevne er begrænset til den valgte ramme, som tager udgangspunkt i designtænkning som proces for alle forløb. Hvis man lader sig inspirere af erfaringer med teknologivurdering<sup>2</sup> er der muligheder for at have sammenhængende vurdering af teknologiers menneskelige og samfundsmæssige betydning (se P. D. Andersen & Rasmussen, 2012).

Gennem årene er der udviklet en række praktiske metoder til at vurdere potentiale og risici i forbindelsen med udviklingen og anvendelsen af teknologier, hvilke ofte betegnes under overskrifterne teknologivurdering eller fremsyn. I Danmark har der været arbejdet særligt med at udvikle teknologivurdering med fokus på borgerinddragelse (se for eksempel I.-E. Andersen & Jæger, 1999; Hagendijk & Irwin, 2006).

Rafael Popper (2008) har forsøgt at samle et overblik over de mange forskellige metoder, der anvendes rundt omkring i verden til teknologivurdering og fremsyn<sup>3</sup>. Overblikket fremhæver, at metoderne kan opdeles ud fra, i hvor høj grad de bygger på forskellige videnskilder. Ekspertise og evidens anvendes til at underbygge processerne med videnskabelig viden. Interaktion mellem forskellige aktører og anvendelse af kreative processer anvendes til at give processerne legitimitet og sikre, at forskellige løsninger er tænkt igennem. Videnskilderne er uddybet kort herunder. Arbejdet med teknologivurdering kan altså både give os nogle guidelines for, hvilke temaer der bør arbejdes med i teknologiforståelse, men også nogle praktiske metoder, som der kan arbejdes ud fra i den konkrete undervisning.

### **Ekspertise og evidens som grundlag for teknologivurdering**

Ekspertise og evidens spiller altid en større eller mindre rolle i teknologivurdering og er essentielt for at forstå teknologiens konsekvenser for samfundet. Men det kommer med et dilemma. På den ene side har vi behov for ekspertise for at nå frem til løsninger, og på den anden

2 Teknologivurdering kan defineres som metoder og tilgange til at undersøge samfundsmæssige konsekvenser af teknologi med henblik på at informere beslutninger eller den offentlige debat. For en uddybning af definitioner se Decker og Ladikas (2004).

3 Der er et væsentligt overlap mellem metoder til fremsyn og teknologivurdering, men fremsyn kan defineres som: "en systematisk, fremtidsorienteret, analytisk og partcipatorisk proces, der dels bidrager til fælles billeder af langsigtede udviklinger inden for forskning, teknologi, erhvervsliv og samfundet i almindelighed, og dels bidrager til samarbejde mellem relevante aktørgrupper om en ønskelig udvikling igennem fælles strategier, beslutninger og handlinger" (P. D. Andersen & Rasmussen, 2012).

side vil ekspertise altid blive kritiseret for ikke nødvendigvis at føre til de bedste løsninger (Nowotny, 2003). Både med inddragelse af ekspertise og evidens vil der altid opstå spørgsmål, om det er den rigtige evidens eller den rigtige ekspertise. I nogle tilfælde vil det være borgere eller brugere, som måske ved mest om, hvordan teknologien vil blive brugt, der ikke bliver hørt. Derfor forsøger man ofte i teknologivurdering at løse denne udfordring gennem borgerinddragelsesprocesser (se eksempelvis Nowotny, 2003) og hos firmaer gennem brugerinddragelse (se eksempelvis Hippel, 2005). Fremtidens borgere bør derfor kunne forholde sig til centrale spørgsmål i relation til ekspertise. Hvordan udvikles ekspertise? Hvorfor er eksperter uenige? Hvornår kan de selv som børn og borgere bidrage med vigtig viden?

### **Interaktion mellem aktører og kreative processer**

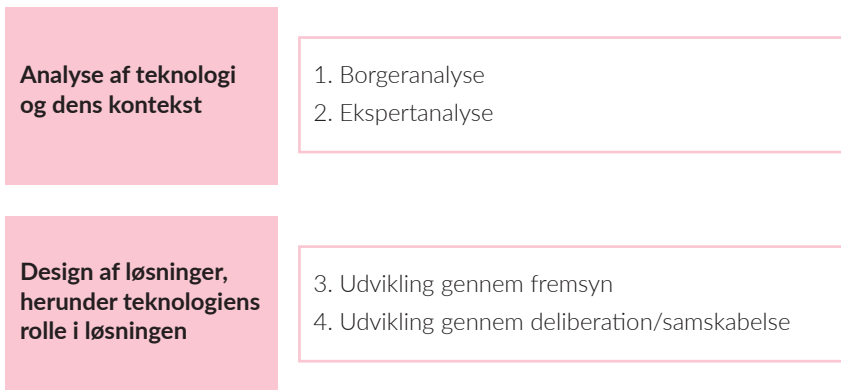
Teknologiudviklingen afhænger af ekspertise, men det giver også nogle særlige muligheder for at vurdere potentialer og risici, når forskellige eksperter bliver sat sammen, eller når eksperter interagerer med borgere eller brugere. Således kan borgere være eksperter i, hvordan en bestemt teknologi bliver anvendt i hverdagen, og de kan derfor komme med vigtige input. Men den type processer sker ikke automatisk, men skal opfindes og faciliteres fra gang til gang. Heldigvis er der masser inspiration at hente i tidligere erfaringer, hvor man har underbygget beslutninger med omfattende inddragelsesprocesser (se eksempelvis P. D. Andersen & Rasmussen, 2012; Popper, 2008). Forskellige former for spil og scenarier bliver anvendt til at illustrere, at der er forskellige mulige fremtider med hver deres konsekvenser. Gennem fremsynsprocesser kan der skabes en dialog om, hvilke ønsker forskellige deltagere har for fremtiden og dermed for den teknologiudvikling, der skal føre os derhen (se eksempelvis Rasmussen, Andersen & Borch, 2010). Det, at kunne tænke kreativt, er derfor vigtigt, når man skal overveje den rolle, digitale artefakter skal have i samfundet.

Ovenstående gennemgang af videnskilder indenfor teknologivurdering og fremsyn kan give os en idé om, hvilke forskellige tilgange som er relevante at trække på for et kommende fag, hvis det i højere grad skal vægte en forståelse af teknologiens rolle og konsekvenser i samfundet. Det fører os tilbage til figuren med de fire tilgange udviklet i artiklen, som udfoldes yderligere herunder.

**Figur 1.**

Artiklens bidrag til myndiggørelse i to overskrifter.

---



Afsluttende vil vi se nærmere på, hvordan digital myndiggørelse, som beskrevet i denne artikel, kan udføres i praksis. Vi har forsøgt at beholde en simpel ramme for arbejdet med den digitale myndiggørelse, som beskrevet i modellen ovenover, så målsætningerne er realistisk for et fag af en endnu ikke defineret størrelse i folkeskolen. Ligeledes er vi inspireret af lovende praksis fra forsøgsfaget, der har skubbet faget i retning af de målsætninger, som er fremhævet i artiklen. Med inspiration i litteraturen om teknologivurdering og fremsyn, så kunne to typer af analyser være interessante:

### **Borgeranalyse**

Designprocesser tager ofte udgangspunkt i en brugeranalyse, hvor man ser nærmere på brugerens behov. I et myndiggørelsesperspektiv er det vigtigt at understrege, at teknologien kan komme til at påvirke flere end den konkrete brugergruppe, som den er udviklet til. Det handler om at åbne deres øjne for, at vores samfund består af mange forskellige interesser, og at teknologien ofte er udviklet til et begrænset antal målgrupper.

I forløbet Min mobiltelefon (Kiær, 2020) skal eleverne i 1. klasse forholde sig til, hvordan mobiltelefoner er med til at påvirke kommunikation mellem mennesker. Mobiltelefoner er en interessant teknologi at tage udgangspunkt i, fordi den lige nu er allestedsnærværende i elevernes hverdag. Eleverne har nok også selv erfaringer med både hensigtsmæssig og uhensigtsmæssig brug af teknologien, hvilket er med til at skabe interesse. I mange klasser har man regler for mobil-

telefoner, så her har eleverne måske allerede skullet forholde sig til, hvordan teknologien påvirker deres egen læringskontekst i skolen. Det skaber en interessant ramme for diskussioner af teknologien, som kan gå ud over individ-niveauet og få eleverne sig til at forholde sig til mere komplekse kontekster.

I de større klasser kan det antages, at eleverne har langt mere kendskab til digitale teknologier, som de anvender flittigt både i skolen og udenfor. Derfor kan der tages udgangspunkt i mere komplekse emner, som for eksempel konsekvenserne af Google som en altoverskyggende søgemaskine, herunder den algoritme der er styrende for resultaterne af en søgning. Det arbejder eleverne med i forløbet: ”Kender Google din type?” (A. S. Christensen & Møller, 2020). Ligesom mobiltelefonen er Googles platform en teknologi, som er relevant for elevernes hverdag, men som samtidig kan sættes i et nyt perspektiv gennem en undersøgende tilgang. En borgeranalyse tilgang kan åbne op for en diskussion af teknologiens konkrete brug, men også samfundsmæssige diskussioner af sikkerhed, overvågning og demokrati, som ikke relaterer sig direkte til vores daglige brug af teknologien. Hermed kan det nuancere brugeranalyse i det nuværende forsøgsfag, som har fokus på brugernes input til udvikling af digitale artefakter.

### **Ekspertanalyse**

En anden type analyse er ekspertanalyse, hvor eleverne ser på teknologiers potentialer og konsekvenser gennem eksperter, der har arbejdet med teknologien eller lignende teknologier. Denne type analyse kan gå mere i dybden med for eksempel de tekniske eller økonomiske aspekter af teknologien, og derved åbne elevernes forståelse af kompleksiteten i at udvikle og tilpasse teknologien til forskellige behov. Samtidig vil det kunne give eleverne et indblik i eksperternes forskellige syn på teknologierne. Det vil derfor også kunne give diskussioner af, hvad ekspertise er, og hvilken rolle ekspertise spiller i den offentlige debat.

Ekspertanalyse kunne derfor tage udgangspunkt i nogle af de samme emner som borgeranalysen, men med en lidt anden vinkel. I forsøget med teknologiforståelse arbejder eleverne i forløbet ”Elev-Aula” (Køhrsen, Andersen, Caprani, Christensen & Hejsel, 2020) med at komme med et forslag til re-design af Aula. Aula er en kommunikationsplatform brugt af mange skoler. I forløbet anbefales, at den lokale Aula-administrator inddrages med henblik på at give eleverne viden om den lokale brug af Aula samt eventuelt feedback på deres redesign. Netop inklusionen af den type eksperter vil give eleverne et nuanceret indblik i, hvordan teknologien er blevet udviklet og diskutere teknologiens uhensigtsmæssigheder. De vil også kunne give deres bud på, hvordan platformen bedst kan anvendes og tilpasses til deres skoles behov.

## Design gennem fremsyn

En interessant måde at sætte teknologier i perspektiv er gennem forskellige former for fremsyn. Her er formålet ikke at forudsige fremtiden, men at forsøge at opstille scenarier for de mest ønskværdige fremtider. At skabe en historie om fremtiden er med til at åbne op for kreativitet, og man kan så efterfølgende snakke om, hvilke muligheder de nuværende teknologier giver og ikke giver. Den nye kontekst, man skaber gennem historierne, er med til at sætte vores egen kontekst i perspektiv og kan derigennem skabe væsentlige diskussioner om, hvilke værdier vi vægter højest.

Lad os illustrere det med et eksempel, som omhandler demente ældre. Som forsøgsfaget er præsenteret nu, så vægtes det at arbejde med konkrete teknologier. Hvis eleverne bliver sat til at beskæftige sig med demente ældre, så kan de hurtigt begynde at tænke på teknologiske løsninger, der kan hjælpe i hverdagen (se eksempelvis Fougts & Philipps, 2020, s. 45). Men gennem fremsyn får teknologi en helt anden rolle, hvilket nedenstående eksempel viser. For hvad er egentlig vigtigt for ældres liv? Fremtidsværkstedet er en metode til fremsyn. I et fremtidsværksted arbejdes typisk med tre faser (Jungk & Müllert, 1989). I den første fase arbejdes kritisk med den nuværende situation med henblik på at definere væsentlige problemstillinger. I næste fase arbejdes kreativt med idéer for fremtiden og i sidste fase arbejdes med, hvordan de bedste idéer kan realiseres. Et eksempel fra Jungk og Müllert (1989) er et fremtidsværksted om overvågningsteknologi i sygehuse. Her blev resultatet et nyt design af sygehuset, som et menneskenært borgersygehus, hvor der ikke er behov for computerstyrede alarmer.

En række forløb i det nuværende forsøgsfag bruger på forskellig vis fremtiden, eller mulige fremtider, til at skabe perspektiver på vores forhold til teknologi. Det gør for eksempel "Vores digitale fremtidsby" (Binggeli, Frydendahl, Hansbøl, Klausen & Søgaard, 2020), "Kan man være ven med en robot?" (Godtliebsen, Nielsen, Kiær, Lorentzen & Nissen, 2020) og "Overvågning i skolen i år 2030" (Nielsen, Godtliebsen, Kiær, Lorentzen & Nissen, 2020). Forløb som disse kan flytte fokus væk fra den enkelte teknologi og sætte fokus på, hvilken rolle vi ønsker, at teknologien skal spille i vores liv.

## Design gennem deliberation/samskabelse

Det sidste punkt omhandler at sikre en bred inddragelse, når man arbejder med teknologi. I den nuværende beskrivelse af forsøgsfaget, så skal eleverne arbejde med at redesigne teknologierne, og derved påvirke deres design og brug. Men en stor del af de teknologier, der omgiver os, er enten for komplekse til, at vi selv kan tilpasse dem eller i højere grad har brug for nye måder at bruge dem på. Et eksempel er

brugen af mobiltelefoner i klassen, hvor nogle klasser har valgt efter en fælles diskussion at låse mobilerne inde i et skab. Løsningen på forstyrrelserne fra mobiltelefonen har altså været en ændret adfærd i stedet for et redesign af selve teknologien. Den måde at tage fælles ejerskab over brugen af en teknologi er derfor en anden måde at tilpasse teknologien, som også bør tænkes ind i teknologiforståelse gennem en forståelse af deliberative processer. Med telefonen i klasseværelset påvirker teknologien ikke bare den enkelte bruger, og derfor bliver det nødvendigt med en fælles diskussion af teknologiens brug.

I designprocesser arbejder man ofte med brugerinddragelse med henblik på at optimere det digitale artefakt, som man er ved at udvikle, men hvis blikket løftes fra den enkelte teknologi, så får vi en anden type inddragelse. Gennem bredere inddragelsesprocesser kan man arbejde med de forskelligartede konsekvenser af teknologi og på den måde nærme sig målet om konsekvensanalyse på samfundsniveau. Eleverne kan lære at facilitere små processer, som ikke bare har til formål at optimere teknologien, men også diskutere brugen af teknologien og værdien af analoge alternativer. Herigennem kan eleverne få øje for de forskellige perspektiver på teknologier, og kan bidrage til overvejelser om, hvilken vægt forskellige perspektiver skal have.

## Konklusion

En af målsætningerne i de Fælles Mål til forsøgsfaget er, at elevernes skal kunne arbejde med konsekvensvurdering på et samfundsniveau i udskolingen, hvilket både er et relevant og ambitiøst mål. Men vejen frem til dette mål er ikke tydelig. I artiklen har vi argumenteret for, at den nuværende forståelse af digital myndiggørelse er for snævert knyttet til design og redesign af digitale artefakter. Denne tilgang bidrager med vigtige kompetencer til udvikling af digitale artefakter, men giver ikke eleverne den nødvendige forståelse af sammenhængen mellem teknologi og samfund, ligesom den ikke bidrager til elevernes kompetence i at deltage demokratisk i at forholde sig til og forme teknologiernes rolle i vores samfund.

Kompetenceområdet digital myndiggørelse har behov for udvikling og nuancering. Indtil nu har det været begrænset med konkrete forslag til tilpasninger af kompetenceområdet. Artiklens bidrag er derfor at foreslå en ny ramme for, hvordan digital myndiggørelse kan udvikles og omsættes med større blik for sammenhængen mellem teknologi og samfund. Tilgangen kalder vi den teknologisk myndige borger og er bygget op om en simpel model med fire konkrete tilgange. Tilgangene understreger behovet for at analysere teknologiens rolle

i samfundet både set fra borgere og eksperter, så vi forstår, hvilken betydning den har i vores og andres liv. Derudover understreger den behovet for mestring af facilitering af kreative og inddragende processer, så forskellige perspektiver bliver inddraget i udviklingen af ny teknologi.

Hvis man skal udvikle teknologiforståelse i en skolesammenhæng, og målet er en reel dannelse af aktive og kritiske borgere, så bør man forholde sig til, om den nuværende forståelse af digital myndiggørelse er dækkende. Vi er opmærksomme på, at en mere nuanceret forståelse af myndiggørelse også vil stille krav til de lærere, som skal omsætte det til praksis. Her tænker vi, at man med fordel kan trække på lærere fra for eksempel dansk, historie og samfundsfag, hvor man aktivt arbejder med at sætte vores hverdagsforståelse i perspektiv, ligesom kreative fag som billedkunst og håndværk & design har væsentlige bidrag. En udvikling af den digitale myndiggørelse kunne med fordel blive farvet af faglærernes perspektiver. De fremhævede eksempler viser, at det allerede nu er muligt at arbejde med perspektiverne beskrevet i artiklen, men de gode eksempler bør også påvirke rammerne for et eventuelt kommende fag. Det er netop de inspirerende eksempler, som var inspiration for denne artikel.

## Referencer

- Andersen, I.-E. & Jæger, B.** (1999). Scenario workshops and consensus conferences: Towards more democratic decision-making. *Science and Public Policy*, 26(5), 331-340. <https://doi.org/10.3152/147154399781782301>
- Andersen, J. G.** (2004). *Et ganske levende demokrati*. Aarhus Universitetsforlag.
- Andersen, P. D. & Rasmussen, B.** (2012). *Fremsyn: Metoder, praksis og erfaringer*. Styrelsen for Forskning og Innovation. Lokaliseret på <http://orbit.dtu.dk/files/7945498/Fremsyn.pdf>
- Binggeli, A., Frydendahl, J. A., Hansbøl, M., Klausen, M. T. & Søgaard, P.** (2020). *Teknologiforståelse som fag: 2. klasse: Vores digitale fremtidsby*. Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning som fag 2. kl. Lokaliseret på [https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/09/2.-Vores-fremtidsby-2.kl\\_-som-fag-22.09.20.pdf](https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/09/2.-Vores-fremtidsby-2.kl_-som-fag-22.09.20.pdf)
- Christensen, A. S.** (2017). *Kompetencer i samfundsfag: En undersøgelse af elevers verbalsproglige og multimodale samfundsfaglige kompetencer i 8. Klasse i folkeskolen* [Ph.d.-afhandling]. Syddansk Universitet, Uddannelsesvidenskab.
- Christensen, A. S. & Møller, S. J.** (2020). *Kender google din type? Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning i samfundsfag 9. kl.* Lokaliseret på <https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/06/Kender-google-din-type-9.-kl-Samf.pdf>

- Christensen, O.** (2021, marts 1). Dannelse er også at forstå teknologi. *Folkeskolen.dk*. Lokaliseret på <https://www.folkeskolen.dk/1866830/dannelse-er-ogsaa-at-forstaa-teknologi>
- Decker, M. & Ladikas, M.** (Red.). (2004). *Bridges Between Science, Society and Policy: Technology Assessment - Methods and Impacts*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-06171-8>
- Detjen, J., Kuhn, H.-W., Massing, P., Richter, D., Sander, W. & Weißeno, G.** (2004). *Nationale Bildungsstandards für den Fachunterricht in der Politischen Bildung an Schulen. Ein Entwurf GPJE (Gesellschaft für Politikdidaktik und Politische Jugend und Erwachsenenbildung)*. Wochenschau.
- Dindler, C., Smith, R. C. & Iversen, O. S.** (2019). *En designtilgang til teknologiforståelse* (1. udgave). Dafolo.
- Durkheim, É.** (2000). *Om den sociale arbejdsdeling*. Hans Reitzel. (Oprindeligt udgivet i 1893).
- Fibiger, J., Lorentzen, R. F., Hjorth, M. & Pasgaard, N. J.** (2019). Digital myndiggørelse fra Kant over Dewey til teknologiforståelse i folkeskolen. *Studier i læreruddannelse og -profession*, 4(1), 56-76.
- Fougt, S. S. & Philipps, M. R.** (2020). *Teknologiforståelse – I et scenariedidaktisk perspektiv* (1. udgave). Hans Reitzel.
- Giddens, A.** (1994). *Modernitetens konsekvenser* (1. udgave). Hans Reitzel. (Oprindeligt udgivet i 1990).
- Godtliebsen, A., Nielsen, L., Kiær, K., Lorentzen, R. F. & Nissen, A.** (2020). *Kan man være ven med en robot? Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning i dansk 5. kl.* Lokaliseret på [https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/06/chatbot-5.kl\\_-dansk-26-06-20.pdf](https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/06/chatbot-5.kl_-dansk-26-06-20.pdf)
- Hagendijk, R. & Irwin, A.** (2006). Public Deliberation and Governance: Engaging with Science and Technology in Contemporary Europe. *Minerva*, 44(2), 167-184. <https://doi.org/10.1007/s11024-006-0012-x>
- Hansen, T. I.** (2020). Teknologiforståelse som praktisk klogskab – Om variation og virksomhedsformer i teknologiforståelse som fag. *Unge Pædagoger*, 1(1), 64-73.
- Hasse, Cathrine, Riis, Søren & Balslev, Jesper.** (2021). En trojansk hest for den digitale sektor? *Folkeskolen*, 2021(5), 28-30.
- Hippel, E. von.** (2005). Democratizing innovation: The evolving phenomenon of user innovation. *Journal Für Betriebswirtschaft*, 55(1), 63-78. <https://doi.org/10.1007/s11301-004-0002-8>
- Iversen, O. S. & Wagner, M.-L.** (2020). Digital myndiggørelse i den danske grundskole. *Kvan*, 117.
- Jungk, R. & Müllert, N.** (1989). *Håndbog i fremtidsværksteder* (2. udgave, 3. oplag). Politisk revy.
- Kant, I.** (1999). *Was ist Aufklärung? Ausgewählte kleine Schriften*. Felix Meiner.
- Kiær, K.** (2020). *Min mobiltelefon—Ansigtsløs kommunikation med emojis. Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning i dansk 1. kl.* Lokaliseret på <https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/06/Min-mobiltelefon-1.-kl.-Dansk-26-06-2020.pdf>



- Køhrsen, L., Andersen, B. L., Caprani, O., Christensen, E. P. & Hejsel, T. (2020)** *ElevAula. Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning som fag 6. kl.* Lokaliseret på <https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/06/2.-ElevAula-6.-kl-SOM-FAG.pdf>
- Marx, K. & Engels, F. (1976).** *Det kommunistiske manifest.* Tiden. Lokaliseret på [https://www.oktobernet.dk/artikler\\_marxistisk\\_bibliotek/marx/Det\\_kommunistiske\\_manifest.pdf](https://www.oktobernet.dk/artikler_marxistisk_bibliotek/marx/Det_kommunistiske_manifest.pdf) (Oprindeligt udgivet i 1848).
- Møller, M. Ø. (2019).** Professioner. I: C. B. Laustsen & A. Blok (Red.), *Sociologiens problemer* (s. 20). Hans Reitzel.
- Nielsen, L., Godtliebsen, A., Kiær, K., Lorentzen, R. F. & Nissen, A. (2020).** *Overvågning i skolen i år 2030—Utopier og dystopier. Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning i dansk 5. kl.* Lokaliseret på <https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/09/Overv%C3%A5gning-i-skolen-5.kl-dansk-15.09.20.pdf>
- Nowotny, H. (2003).** Democratising expertise and socially robust knowledge. *Science and Public Policy*, 30(3), 151-156. <https://doi.org/10.3152/147154303781780461>
- Popper, R. (2008).** Foresight Methodology. I: L. Georghiou, J. C. Harper, M. Keenan, I. Miles & R. Popper (Red.), *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice.* Edward Elgar Publishing.
- Pötzsch, H. (2019).** Critical Digital Literacy: Technology in Education Beyond Issues of User Competence and Labour-Market Qualifications. *TripleC: Communication, Capitalism & Critique. Open Access Journal for a Global Sustainable Information Society*, 17(2), 221-240. <https://doi.org/10.31269/triplec.v17i2.1093>
- Rasmussen, B., Andersen, P. D. & Borch, K. (2010).** Managing Transdisciplinarity in Strategic Foresight. *Creativity and Innovation Management*, 19(1), 37-46. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2009.00534.x>
- Raworth, K. (2017).** *Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist.* Random House Business.
- Rosa, H. (2014).** *Fremmedgørelse og acceleration* (M. Visby, Overs.; 1. udgave). Hans Reitzel.
- Undervisningsministeriet. (2018a).** *Læseplan for forsøgsfaget teknologiforståelse.* Lokaliseret på <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20L%C3%A6seplan.Tilg%C3%A6ngelig.%20Teknologiforst%C3%A5else.%20pdf.pdf>
- Undervisningsministeriet. (2018b).** *Teknologiforståelse – Måloversigt.* Lokaliseret på <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20F%C3%A6lles%20M%C3%A5l.%20Tilg%C3%A6ngelig.%20Teknologiforst%C3%A5else.pdf>
- Zuboff, S. (2019).** *Overvågningskapitalismens tidsalder: Kampen for en menneskelig fremtid ved magtens nye frontlinje* (J. Levinsen, Overs.; 1. udgave). Information.

# Abstract

---

Der er mange forskellige faglige forståelser af teknologi i og omkring faget teknologiforståelse. Og den faglige diversitet risikerer at udfordre fagets sammenhængskraft. Denne artikel undersøger, hvordan henholdsvis en repræsentativ og en performativ ontologi giver forskellige handlemuligheder i forhold til de forskellige perspektiver på teknologi. Med udgangspunkt i studier af videnskab og teknologi (STS) er det overordnede argument, at hvor en repræsentativ ontologi indbyder til et nulsumsspil mellem forståelser, der tillader en performativ ontologi i modsætning hertil at eksplicite ordet teknologiforståelse som et fagligt begreb for den måde, hvorpå en given forståelse kommer til udtryk i en algoritme, brugspraksis, designproces, osv. Begrebet om enactment foreslås i den forbindelse som en måde at indfange forskellige teknologiforståelser, der både kan didaktiseres til undervisning i skolen og medvirke til udvikling af lærerfaglig teknologiforståelse på læreruddannelsen. Afslutningsvis diskuterer artiklen, hvordan faglige sammenblandinger og flydende faggrænser kan danne udgangspunkt for en fremtidig fagdidaktik.

There are many different comprehensions of technology in and around the subject matter of Technology Comprehension (TC). And the diversity of comprehensions may constitute a challenge to the coherence of TC. This article investigates the difference between a representative and a performative ontology in how they afford different actions in relation to this diversity. With an outset in Science and Technology Studies (STS), it is suggested that the name 'technology comprehension' is taken at face value as any performative understanding of technology at play in a given context. The article then uses Annemarie Mols concept of 'enactment' to explicate the technology comprehensions already at play in relation to the subject matter of TC and how these configure a multiple subject matter which is more than one but less than many. The concept of enactment is also used to describe how students may learn about different technology comprehensions and how new comprehensions may be developed with an outset in professional practice.

# Krydsende teknologiforståelser i teori og praksis

## Fra problem til potentiale

Af Lars Bo Andersen, Københavns Professionshøjskole

### Indledning

Det danske samfund har gennemgået en meget omfattende digitalisering. Vi rangerer øverst på ranglister over såvel offentlig digitalisering som vores villighed til at bruge og forbruge nye digitale produkter og services i det private (Vækstforum, 2011). Forsøgsfaget i teknologiforståelse er derfor lanceret som et ambitiøst forsøg på at skabe et fag og en faglighed, der kan danne og myndiggøre fremtidige generationer i forhold til teknologiernes formative rolle i såvel privatliv som i samfundsliv (Smith, Bossen, Dindler & Iversen, 2020; Undervisningsministeriet, 2018). Et centralt princip i denne dannelsesambition er at samtænke og integrere datalogiske, humanistiske og samfundsvidenskabelige perspektiver på teknologi samt kritisk-analytiske og kreativt-skabende kompetenceområder (Undervisningsministeriet, 2018).

Teknologiforståelse nyder bred opbakning fra en række uddannelsespolitiske aktører, der ønsker at sikre faget maksimal gennemslagskraft ved at indføre teknologiforståelse i så mange varianter som muligt. Det drejer sig både om et selvstændigt skolefag, et element i de eksisterende skolefag, en tværgående satsning omkring teknologi og faget informatik på ungdomsuddannelserne, et undervisningsfag og tværgående moduler på læreruddannelsen og et element i en lang række professionsuddannelser (Dansk Erhverv, 2021; Danske Gymnasier, 2021; Danske Professionshøjskoler & Danske Universiteter, 2020; Juul, Brinckmann & Harder, 2020; KL i Sørensen, 2020). Den nationale kapacitetsgruppe for teknologiforståelse har således meget betegnende kaldt teknologiforståelse for et "selvstændigt tværdisciplinært" fag; altså et fag der både er sit eget og andres (Basballe, Casper, Hansen, Hjorth, Iversen & Kanstrup, 2021).

Mængden af faglige perspektiver og uddannelseskontekster taget i betragtning, så er det måske ikke så underligt, at der er mange forskellige bud på fagets definerende teknologibegreb og dertilhørende

faglige afgrænsning (vi vender tilbage til disse). Og i betragtning af fagets uddannelsespolitiske opbakning og potentielle gennemslagskraft, er denne afgrænsning i høj grad også genstand for strategiske interesser uddannelsesaktørerne imellem. Nye undervisere i fagligheden kan således føle sig som "tilskuere til faglige kampe, hvor der er mange skjulte og semiskjulte agendaer" som formuleret af en underviser på læreruddannelsen i et teknologiforståelsesprojekt (B. L. Andersen, Andersen et al., 2021).

Artiklen tager derfor ordet teknologiforståelse for pålydende som enhver faglig forståelse (og praksis) omkring teknologi i en todelt undersøgelse af 1) hvilke teknologiforståelser, der kan identificeres i relation til faget teknologiforståelse, og 2) hvilke implikationer det har for fagligheden, at det betydelige antal fag- og forskningsmiljøer, der nødvendigvis involveres i arbejdet med at udvikle, indføre og undervise i faget, ikke nødvendigvis deler samme teknologiforståelse? På et mere principielt niveau kan man også sige, at artiklen undersøger, hvordan teknologiforståelse både kan være sit eget fag og faglighed og samtidig del af en lang række andre fag og fagligheder – en form for ontologisk kompleksitet som antropologerne Marilyn Strathern (2004, s. 44) og Annemarie Mol (2002, s. 82) meget betegnende har beskrevet som at være "more than one and less than many".

Med udgangspunkt i studier af videnskab, teknologi og samfund (STS) vil artiklen afdække, hvordan forskellige teknologiforståelser opfattes i henholdsvis en 'repræsentativ' og en 'performativ' ontologi (ordvalget er inspireret af Pickering, 2017). Det overordnede argument er, at en repræsentativ ontologi vil indbyde til et nulsumsspil mellem forskellige teknologiforståelser eller, omvendt, en klar opdeling i distinkte fagligheder. Hvorimod en performativ ontologi kan muliggøre, at teknologiforståelse kan indgå i fag og faglighed som et begreb for den måde, hvorpå en given forståelse er med til at mediere en given teknologi. Konkret foreslås Annemarie Mols (2002) begreb om 'enactment' som en måde at indfange forskellige teknologiforståelser, der både kan didaktiseres til undervisning i skolen og medvirke til udvikling af fagligheden i forskellige uddannelsessammenhænge.

## Baggrund og metode

Artiklen er motiveret af forfatterens arbejde som konsulent i teknologiforståelse på en professionshøjskole, hvor en central udfordring i det daglige arbejde er at håndtere, hvordan forskellige didaktiske, faglige, teoretiske og videnskabsteoretiske forståelser af teknologi kan bringes til sameksistens (se også B. L. Andersen, Nielsen, Rehder, Andersen,

Hjorth, Petersen & Jepsen, 2021 i dette særnummer). Med et begreb fra videnskabssociologien kan man sige, at store dele af arbejdet med at indføre teknologiforståelse består af et 'grænsearbejde,' der skal binde forskellige fagligheder og uddannelsesinstitutioner sammen om et fælles projekt, der netop kan håndtere deres forskellighed (se eksempelvis Lee, 2007; Star & Griesemer, 1989).

Denne artikel er således et teoretisk og konceptuelt bidrag til en problemstilling, der både hjem søger forfatterens egen praksis og fagligheden teknologiforståelse som sådan. For at tydeliggøre spændvidden af teknologiforståelser i og omkring faget teknologiforståelse – samt deres indbyrdes forskelligheder – indledes artiklen med en gennemgang af forskningsbidrag, der implicit eller eksplicit fremfører en forståelse af teknologi, der har konsekvenser for afgrænsning af fagligheden teknologiforståelse. Bidragene er udvalgt efter formålssampling (purposive sampling) af illustrative eksempler med et inklusionskriterie om maksimal variation i eksemplerne (Palinkas, Horwitz, Green, Wisdom, Duan & Hoagwood, 2015). Gennemgangen siger således ikke noget om positionernes udbredelse i uddannelsessektoren, ligesom den heller ikke udgør ikke en systematisk gennemgang af alle positioner.

Artiklens udforskning af forskellige ontologiske præmisser for håndteringen af forskellige teknologiforståelser er ligeledes motiveret af forfatterens involvering i arbejdet med teknologiforståelse på det sociale område, hvorfra der også hentes eksempler. Her diskuteres det (også) hvilken faglighed socialrådgivere og socialpædagoger bør udvikle omkring digitale teknologier og på hvilke præmisser (se eksempelvis López Peláez, Pérez García & Aguilar-Tablada Massó, 2018; Parker-Oliver & Demiris, 2006; Shaw, Lee & Wulczyn, 2012). Som det vil blive diskuteret senere, så gør en performativ ontologi det muligt for både lærere og socialrådgivere at skifte præmis for diskussionen. Fra teknologiforståelse som den faglighed, der mangler, og som derfor må importeres fra andre fagfelter, til teknologiforståelse som en faglighed der kan opstå i en gensidig oversættelse mellem en eksisterende faglig begrebsdannelse – der er udviklet til at handle i netop den del af verden, som fagligheden omhandler – og så en teknologisk orienteret begrebsdannelse, der er ny eller fremmed for det eksisterende, men til gengæld kan indfange nogle afgørende aspekter ved den måde, teknologierne er med til at forandre såvel verden som faglige praksis.

## Teknologiforståelser i og omkring forsøgsfaget teknologiforståelse

Dette afsnit beskriver en spændvidde af teknologiforståelser, som enten direkte eller indirekte er relateret til forsøgsfaget i skolen. Gennemgangen dækker ikke alle teknologiforståelser i og omkring faget teknologiforståelse. Og yder desuden ikke de medtagne perspektiver fuld retfærdighed, men fremhæver nogle af de særtræk, der kendetegner dem hver især.

### ***Datalogisk tænkning – om forholdet mellem verden og computersystemer***

Forsøgsfaget i teknologiforståelse er i høj grad informeret af de internationale og aktuelle fagfelter omkring computational thinking og informatik, men også af en dansk datalogisk tradition, hvor Peter Naur allerede i 1960'erne argumenterede for et alment dannende og myndiggørende skolefag om data og dataprocesser (Caeli, 2020). Som argumenteret af en fremsynet Naur er det demokratisk nødvendigt, at almengøre forståelsen af digitale (data)teknologier til hele befolkningen i takt med, at samfundets udvikling i stigende grad udvikles i – og formes af – disse teknologier:

” Det vil nemlig være betingelsen for at herredømmet over datamaterne og deres anvendelse ikke bliver en sag for en lille gruppe af eksperter, men bliver en sædvanlig politisk sag, og således gennem det politiske system kommer til at ligge hvor det bør, hos os alle.

(Naur, 1967, s. 15)

I teknologiforståelse er denne ambition omsat til en optagethed af forholdet mellem verden og digitale teknologier. Denne optagethed er især tydelig i forståelsesrammen omkring det objektorienterede programmeringssprog Beta (Madsen, Møller-Pedersen & Nygaard, 1993), der har inspireret forståelsesrammen omkring forsøgsfaget (Wagner, Iversen & Caspersen, 2020, s. 13). I begge tilfælde er der fokus på forholdet og interaktionen mellem to distinkte men gensidigt interagerende domæner: den sociale verden i al dens kompleksitet og en computationel modellering af (og interaktion med) denne verden.

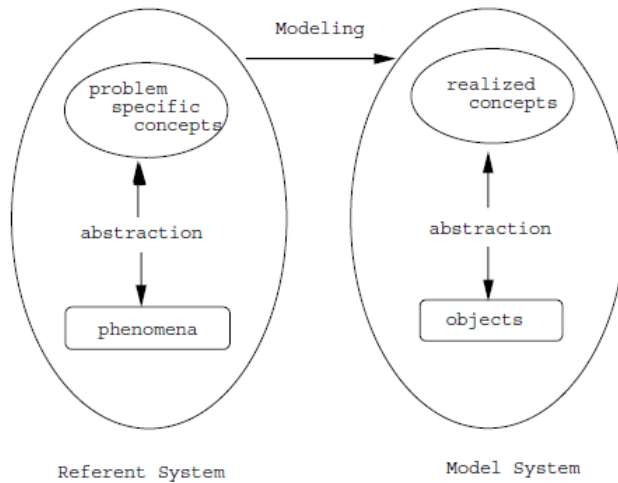
**Figur 1.**

Forholdet mellem verden (referentsystem eller domæne) og computersystem (model) fra konceptualiseringen af programmeringssproget Beta (Madsen et al., 1993, s. 286).

---

286 CONCEPTUAL FRAMEWORK

---



**Figure 18.1** Modeling.

---

Figur 1 er den originale konceptualisering af programmeringssproget Beta. Her beskrives udviklingen af computersystemer (og andre digitale teknologier) som en proces, hvor programmøren må analysere en del af verden med henblik på at identificere de konkrete fænomener (eksempelvis stole, borde, gryder, pander), der er relevante for systemets formål (for eksempel indretning af restaurant), for derefter at abstrahere dem til en gruppe af koncepter eller klasser (såsom møbler og køkkenudstyr), der kan oversættes og modelleres ind i et computersystem som computationelle koncepter med egenskaber (variable/attributter) og handlemåder (metoder/funktioner).

I den forbindelse er det principielle spørgsmål selvfølgelig hvilke dele af verden, der lader sig repræsentere computationelt og med hvilke konsekvenser (se også Wing, 2006). Og hvordan en sådan repræsentationsproces kan foregå på et fagligt (og demokratisk) forsvarligt grundlag. En klar styrke ved modellen fra Madsen et al. (1993) er, at den tydeligt viser, hvordan systemudvikling og programmering basalt set består i en art ikke-neutral teoridannelse om verden, hvor programmøren eller designeren bevidst eller ubevidst arbejder ud fra nogle grundantagelser, foretager en række til- og fravalg og er underlagt den præmis, at uanset hvordan verden ser ud, så skal den modelleres computationelt. Svagheden er omvendt, at modellen gør det svært at vurdere, hvilken konsekvens programmørens teori får for den verden, der beskrives i kode.

### ***Digital design og forståelsen af teknologi som et magtforhold og interessekonflikt***

Et forhold der påpeges – men ikke udfoldes – af Madsen et al. (1993, s. 285) er, at programmørens teoridannelse udgør et magtforhold og en normativ intervention i den verden, der modelleres.

Dette forhold står derimod helt centralt i den skandinaviske tradition for digital design, der er med til at placere myndiggørelse som en central ambition i forsøgsfaget (Smith et al., 2020; Wagner et al., 2020). Sat på kanten kan man sige, at den skandinaviske designtradition i lighed med Naur havde sit udspring i den erkendelse, at situationen modelleret i Figur 1 indeholder store uligheder i mulighederne for interessevaretagelse – og dermed for demokratisk deltagelse – i et samfund, hvor både privatliv og arbejdsliv i stigende grad digitaliseres (Bjerknes, Ehn & Kyng, 1987; Ehn, 1987).

Flere af de tidlige designprojekter handlede derfor om at myndiggøre arbejdere som medudviklere af ny teknologi – og dermed også af deres egen faglige praksis – så de ikke stod magtesløse overfor ledelsens interesser og den i industrien dominerende teknologiforståelse, at arbejdspraksis kan analyseres objektivt udefra og ind, og derefter optimeres gennem en kombination af ny teknologi og nye arbejdsgange uden dialog med – eller inddragelse af – de implicerede arbejdere (Ehn, 1987; Taylor, 1997). En design-orienteret teknologiforståelse vil derfor have tydelige elementer af politik, inddragelse, myndiggørelse og demokratisering af teknologiudviklingen – grundsætser som blandt andre Basballe, Halskov og Hansen (2016) har afdækket i deres review af tidlig designforskning:



**Figur 2.**

Grundsætser i tidlig designforskning fra  
Basballe et al. (2016).

Table 1: Fundamental aspects of PD	
Politics	People who are affected by a decision should have an opportunity to influence it.
People	People play critical roles in design by being experts in their own lives.
Context	The use situation is the fundamental starting point for the design process.
Product	The goal of participation is to design alternatives, improving quality of life.
Methods	Methods are means for users to gain influence in design processes.

### ***Myndiggørelse i en samfundsfaglig teknologiforståelse***

Teknologiens politiske og samfundsmæssige rolle og implikation kalder (også) på samfundsfaglige og politologiske forståelser. I et andet bidrag til dette særnummer argumenterer Morten Velsing Nielsen og Anders Stig Christensen (i tryk) således for et politologisk orienteret teknologibegreb, der overskrider den brugs- og designsituation, der illustreres i figur 1 og kendetegner forsøgsfaget. Argumentet er, at 'myndiggørelse' i en designtradition har svært ved at indfange de forhold og strukturer, der betinger såvel teknologien som borgerens mulighed for at influere på den teknologiske udvikling. Og derfor må forståelsesrammen udvides til også at kunne rumme empowerment som 'mægtiggørelse' af eleverne på et mere strukturelt niveau. Forandringspotentialet i børns leg og læring med computere var i parentes bemærket også genstand for debat mellem Paolo Freire og Seymour Papert, hvor førstnævnte fremførte en lignende kritik overfor sidstnævnte, at uddannelse skal tjene til synliggørelse af det, der betinger og ikke kun det der fremtræder:

” What matters to me is the determined space and time where determined tasks are accomplished. Social historical and political tasks, not only individual ones. [...] the technological modification definitely accelerates the apprehension of knowledge, but not necessarily the reason of being of the knowledge.  
(Freire i debat med Papert, Papert & Freire, 1985)

### ***Positionering af forskellige teknologiforståelser i gensidig relation***

I en situation, hvor samfund og uddannelsessystem har gennemgået mange årtiers intens digitalisering, er der naturligvis allerede opstået et hav af teknologiforståelser, der må håndteres som led i at indføre en faglighed, der skal markere et nybrud i forhold til disse. Det kunne for eksempel være tankegangen om, at børn og unge er digitalt indfødte og derfor allerede kompetente brugere af teknologi (Caeli, 2020, s. 11). På skoleområdet er der ligeledes tradition for at arbejde med digitale læremidler som midler til andre faglige mål end at forstå teknologi (se også B. L. Andersen, Andersen et al., 2021, s. 6). I et forsøg på at positionere en faglighed om teknologi i modsætningsforhold til en tradition for undervisning med teknologi (TechEd <> EdTech) indeholder læseplanen for teknologiforståelse eksempelvis denne eksplícite udgrænsning af sidstnævnte: ”It-understøttelse af undervisning (anvendelse af konkrete værktøjer som MatematikFessor og GeoGebra eller anvendelse af iPads eller Chromebooks) er ikke en del af fagets genstandsfelt” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 7).

Iversen, Dindler & Smith (2019, s. 24) har i denne forbindelse udarbejdet en typologi over faglige perspektiver på teknologi, der kan positionere det danske fag teknologiforståelse i forhold til andre tilgange nationalt og internationalt. Typologien kort opsummeret:

1. Som værktøj i eksisterende fag,
2. som omgivelse eller understøttelse af lærings- og undervisningssituationer,
3. som fagfelt med fokus på at forstå og konstruere teknologi,
4. som forståelsesramme for sociale forandringer i liv og samfund,
5. som frigørelsesramme for hvordan at forstå og agere meningsfuldt i et liv og samfund præget af teknologi.

De to første perspektiver beskriver teknologien som ’middel til læring’. Hvorimod de tre sidste knytter sig til teknologi som et genstandsfelt og har sigte på at myndiggøre børn og unge i forhold til netop teknologien. Mens perspektiv 3 udgør en primært teknisk tilgang til uddannelse i computing og digitale teknologier, der udtrykker perspektiv 4 til 5 det unikke i den danske tilgang til teknologiforståelse, hvor det tekniske bringes i samspil med det menneskelige, sociale og samfundsmæssige.

### **Mangfoldiggørelse af teknologiforståelser**

Rikke Toft Nørgård (2020) har udarbejdet forslag til en supplerende humanistisk teknologiforståelse til faget teknologiforståelse. Helt konkret argumenterer hun for, at den datalogiske og designorienterede teknologiforståelse i forsøgsfaget udgør en STEM+D-tilgang (Science, Technology, Engineering, Mathematics + Design) og derfor mangler en komplementær HUM/ARTS-teknologiforståelse.

**Tabel 1.**

*Modsætning af STEM+D og HUM/ARTS teknologiforståelser fra Nørgård (2020).*

<b>STEM+D-dimensioner</b>	<b>HUM/ARTS-dimensioner</b>
Problemløsning	Ideskabelse
Teknologisk mestring	Teknologisk udtrykskraft
Teknologiopdragelse	Teknologidannelse
<b>STEM+D-områder</b>	<b>HUM/ARTS-udvidelser</b>
Digital myndiggørelse	Nordisk/kritisk digital pædagogik
Digital design og designprocesser	Spekulativ design og designfiktioner
Computational tankegang	Computational kreativitet og poetisk kommunikation
Teknologisk handleevne	Æstetisk programmering og teknokulturel praksis

Nørgårds argument er, at hvis teknologiforståelse skal være et anliggende på tværs af eksisterende fag, så skal de eksisterende fag også ind i teknologiforståelse med deres begreber, metoder og didaktik. Og her er det nødvendigt at udvide (ikke erstatte) forsøgsfagets kompetenceområder, hvis der skal være plads og rum til særligt de kreative og æstetiske fag.

I et lignende bidrag tager Thomas Illum Hansen (2020) afsæt i en fænoménbaseret tilgang til teknologiforståelse, hvor forskellige virksomhedsformer kombineres i et flerdimensionelt teknologibegreb. Det vil potentielt gøre teknologiforståelse til et mødested for en lang række teknologiforståelser såsom instrumentelle, antropologiske, humanistiske, naturvidenskabelige, didaktiske, sociologiske og politiske (Hansen, 2020, s. 33-34).

### ***Relationelle teknologiforståelser***

Den sidste teknologiforståelse i denne opstilling er den relationelle, der blandt andet er fremtrædende i STS, men som også gør sig gældende i mange designtilgange til teknologi. Et prominent eksempel på en relationel teknologiforståelse er Technucation-projektet, hvor selve ordet 'teknologiforståelse' oprindeligt blev formuleret (Hasse & Dupret, 2012). I en relationel tilgang er udgangspunktet ikke en bestemt type af teknologi (for eksempel den digitale) eller en bestemt type af proces (for eksempel digital design), men derimod hvordan både teknologi og brugere konstrueres og medieres i et net af indfiltrede relationer (Fibiger, 2020). En relationel teknologiforståelse vil derfor først og fremmest prioritere at sætte fagprofessionelle eller skolebørn i stand til at forstå og handle i relationerne:

” En sådan teknologiforståelse [den relationelle] vil kunne medvirke til at give professionelle et ejerskab over teknologien, da den peger mod en kulturel handleviden, der ud over teknisk håndtering medtænker forandringer af: 1) kulturen og de mellemmenneskelige relationer på arbejdspladsen og 2) den professionsfaglige præstation (elevens læring eller patientens helbred).  
(B. L. Andersen & Hasse, 2012, s. 24)

Ambitionen med denne gennemgang er ikke at vælge mellem eller vægte forskellige forståelser af teknologi. Men derimod at synliggøre og diskutere præmisserne for at gøre faget teknologiforståelse til et mødested for mange forskellige teknologiforståelser (i flertal) uden at teknologiforståelse (i ental) ophører med at være et fag og en faglighed, der hænger sammen og er sit eget.

## **Konsekvenser ved henholdsvis en repræsentativ og performativ ontologi**

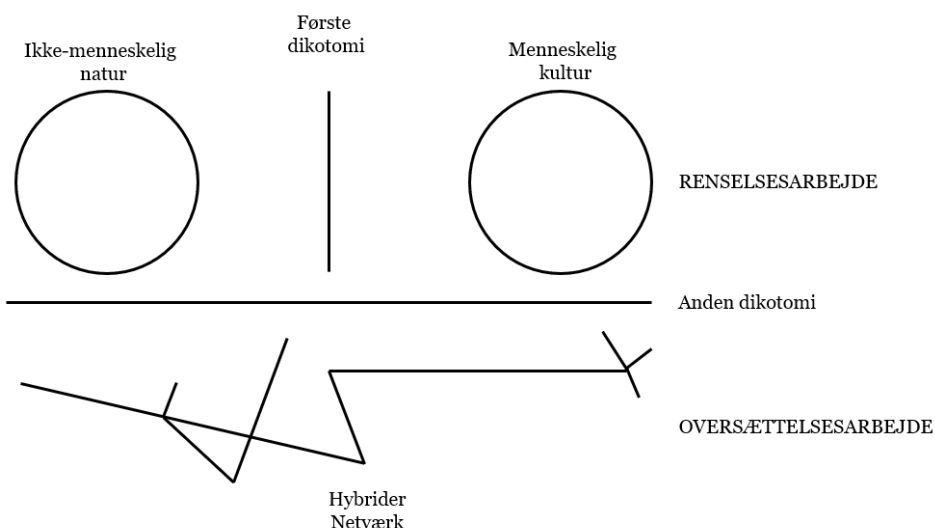
De kommende år vil indeholde mange forsøg på at synliggøre, afgrænse, udgrænse og forhandle hvilke forståelser af teknologi, der udgør

teknologiforståelse, og hvilke, der ikke gør. Med en distinktion lånt fra Pickering (2017) kan man skelne to tilgange til denne forståelsesudfordring, der tager hver deres ontologiske afsæt. Der er en 'repræsentativ' tilgang, hvor teknologiforståelse nødvendigvis er den faglighed, der mest dækkende repræsenterer teknologien som fænomen og domæne. Denne tilgang hviler på en antagelse om teknologi som ontologisk distinkt fænomen i forhold til for eksempel mennesker og samfundet, hvorfor det er muligt at skelne mellem forskellige perspektivers sandhedsgrad og autoritet. Og så er der en 'performativ' tilgang, der hviler på en antagelse om teknologien som en ontologisk performance, dvs. et fænomen, der ikke findes i sig selv, men bringes til eksistens i heterogene processer (se eksempelvis de Castro, 2004; Haraway, 1988; Pickering, 2017).

Den franske filosof og antropolog Bruno Latour, der blandt andet er en af ophavsmændene til Aktør-Netværks Teori, har diagrammeret forholdet mellem en repræsentativ og performativ ontologi (Figur 3), der med fordel kan sammenlignes med forståelsesrammen om programmeringsproget Beta (Figur 1) og forståelsesrammen om teknologiforståelse (Figur 4), der præsenteres senere.

**Figur 3.**

Forholdet mellem en performativ ontologi (hybride netværk - nederst) og en repræsentativ (de distinkte ontologiske zoner - øverst). Gengivelse af model fra Latour (2006, s. 31).



Det nederste niveau er grundlæggende for alle samfund, argumenterer Latour (2006), og består af de heterogene processer, der konstruerer og medierer sammenblandinger af kultur, natur, politik, teknologi, økonomi, historie, osv. En digital designproces vil eksempelvis foregå på dette niveau, hvor politik, brugere, dokumenter, teknologi, kultur og ikke mindst budgetter og økonomi alle har 'agency' ind i én og samme proces (se for eksempel L. B. Andersen, Danholt, Halskov, Hansen & Lauritsen, 2015).

Det øverste niveau i modellen illustrerer derimod, hvordan vi i de moderne samfund efterfølgende 'oprenser' disse sammenblandinger til to distinkte ontologiske zoner: En zone for objekter, der repræsenteres af tekniske og naturfaglige perspektiver osv. og en zone for subjekter, der repræsenteres af det kulturelle, sociale og samfundsmæssige. Ifølge Latour (2006) gør den repræsentative oprensning det svært – eller måske umuligt – at blande det subjektive med det objektive, naturvidenskaben med humanvidenskaben, uden at det leder til konflikt, krise og nulsumskampe, idet der ikke findes et fælles territorie for sameksistens.

Det er blandt andet derfor, vil Latour (2004; 2006) argumentere, at det har været så svært at gribe demokratisk ind overfor såvel klimakrisen som samfundets digitalisering, da det vil kræve, at vi først begynder at blande tingene sammen .

Folkeskolens forsøgsfag udgør på mange måder allerede et skifte fra en repræsentativ til en performativ ontologi. Det er for eksempel en central præmis for fag og faglighed, at der skal være et tæt samspil mellem naturvidenskabelige, samfundsmæssige og humanistiske kompetenceområder, idet de udgør hinandens forudsætninger i en faglig forståelse af teknologi – som her beskrevet i faghæftet for forsøgsfaget:

” Uden computationel tankegang bliver digital myndiggørelse hul og overfladisk, og uden digital myndiggørelse og digital design bliver computationel tankegang og teknologisk handleevne løst revet fra anvendelses-perspektivet, som er afgørende for en kritisk tilgang til konstruktion af digitale artefakter.  
(Undervisningsministeriet, 2018, s. 9)

Samtidig er det dog let at spore ansatser til en repræsentativ opdeling mellem de dele af fagligheden, der omhandler brugere (subjekter) og brugspraksis, og de dele, der omhandler teknologier (objekter eller artefakter) og teknologiske systemer. I en nylig undersøgelse af grundlag og potentiale for teknologiforståelse i to eksisterende fag på læreruddannelsen (dansk og pædagogik og lærerfaglighed) fremhæves det for eksempel, hvordan mange af underviserne opfatter de mere

humanistiske dele af teknologiforståelse (design og myndiggørelse) som relevante for deres fag, mens de samtidig distancerer sig fra computationel tænkning og teknologisk handleevne som noget fremmed, der tilhører et andet domæne (B. L. Andersen, Andersen et al., 2021).

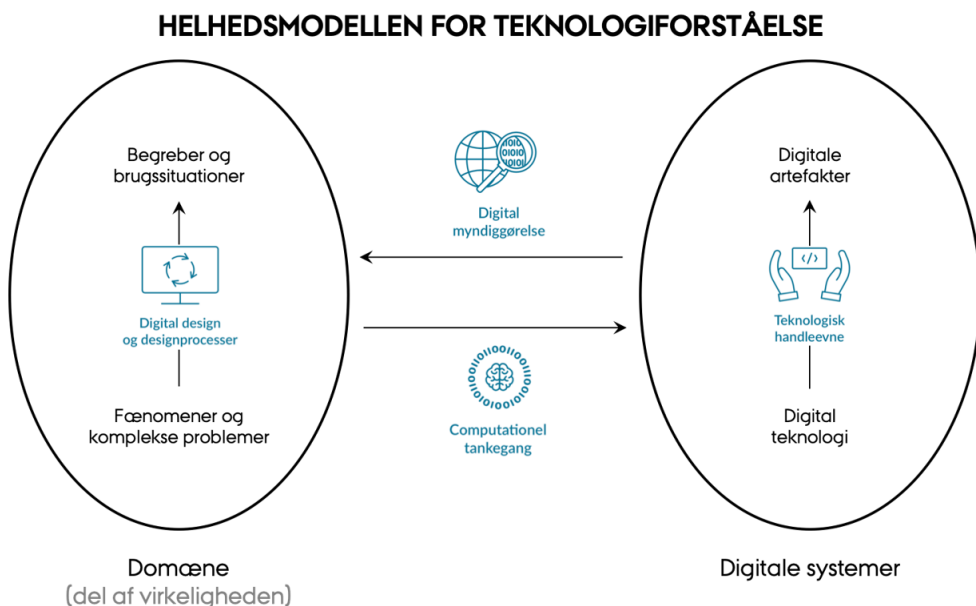
Undersøgelsen er analyseret mere indgående i et andet bidrag til dette særnummer, hvor akkulturationsteori bruges til at identificere følgende tilgange til 'mødet' mellem teknologiforståelse og de eksisterende fag på læreruddannelsen (B. L. Andersen, Nielsen et al., 2021): Mødet kan for det første tage form som integration mellem for eksempel det datalogiske og det danskfaglige. Omvendt er der også den mulighed, at fagmødet i stedet får karakter af assimilation, hvor det alene er de områder af teknologiforståelse, der ikke er nye eller fremmedartede, der indoptages i fagene. Eller der kan opstå segregering ved at teknologiforståelse helt udstødes eller marginaliseres. I forhold til den repræsentative arbejdsdeling mellem det subjektive og menneskelige og objektive og teknologiske, så bemærk hvordan en underviser i dansk på læreruddannelsen for eksempel udgrænser computationel tankegang fra dansk og sprogfagene:

” Jeg ved godt at CT [computationel tankegang] er grundlæggende om, at en computer kan gøre det vi vil have den til. Men måske det ikke er i dansk. Det er et rent ordre-sprog, det er ikke andet end imperativer, det er “gør det, gør det”. Der er ikke noget med at interessere sig for interaktionen med et andet menneske. (Læreruddanner citeret i B. L. Andersen, Nielsen et al., 2021)

Hvis man dertil sammenholder helhedsmodellen for teknologiforståelse fra Wagner et al. (2020) med Latours illustration i Figur 3, så fremstår samspillet primært af en gensidig interaktion mellem to domæner, der også her diagrammeres og begrebsliggøres som (ontologisk) distinkte. Når samspillet mellem fagets kompetenceområder betones, så må dette samspil altså foregå på tværs af disse zoner, der let kan opdeles og tildeles til de fagligheder, der traditionelt har haft råderet over det tekniske, menneskelige, samfundsmæssige, osv.

Figur 4.

Helhedsmodel for teknologiforståelse fra Wagner et al. (2020).



En bekymring er derfor, at hvis fagudviklingen af teknologiforståelse kommer til at bero på en repræsentativ ontologi, da vil der enten opstå et nulsumsspil mellem fagmiljøer, der kæmper om, hvem der i sandhed (i bogstavelig forstand) repræsenterer hvilke aspekter af de to zoner. Eller, omvendt, faglige opsplitninger så den fulde kompleksitet af teknologien som sammenblanding ikke rummes noget sted.

## Den gensidige enactment af teknologi- forståelser, teknologier og brugspraksis

En performativ ontologi kan bidrage til et konstruktivt møde mellem forskellige faglige forståelser af teknologi ved at gøre dem til en del af faget teknologiforståelse. Den hollandske filosof Annemarie Mols (2002) empiriske filosofi og hendes begreb om 'enactment' tilbyder til det formål en analytisk tilgang, der både kan bruges til udvikling af professionsfaglig teknologiforståelse på professionshøjskolerne og i skolens undervisning. Mols genstandsfelt er ateroskleroses (årefor-



kalkning), men begrebet om enactment indfanger to forhold, der er afgørende for alle typer af faglig praksis i en performativ ontologi: At fagligheder består af socio-materielle praksisser, der ikke bare beskriver deres genstand, men også er med til at 'performe' denne genstand ontologisk set. Og eftersom genstandsfelter ofte involverer mere end én faglighed, så ender såvel åreforkalkning som teknologier med at være multiple – de er ontologisk set flere end én men færre end mange (Mol, 2002, s. 55). Som Mol selv formulerer det i starten af sin studie, så skal begrebet enactment betragtes som et alternativ til det at have faglige perspektiver på et fænomen, uden at dette har konsekvenser for fænomenet, der stadig tolkes som ontologisk singulært:

” Is it possible to refrain from understanding objects as the central points of focus of different people’s perspectives [...] that ontology is not given in the order of things, but that, instead, ontologies are brought into being, sustained, or allowed to wither away in common, day-to-day, sociomaterial practices.  
(Mol, 2002, s. 5-6)

Mol (2002) har i et længere feltarbejde undersøgt, hvordan åreforkalkning enacts på et hollandsk hospital. I en repræsentativ ontologi har åreforkalkning kun én ontologi, der er universel for alle tilfælde af åreforkalkning, og som er selve essensen af sygdommen uafhængigt af hvilket perspektiv, der anlægges på sygdommen: Det er en forsnævring af arterierne. Når patienter oplever smerter, så er smerterne symptomer på denne indre sandhed, som Mol da også finder enacted i sygehusets patologiske afdeling. Her er åreforkalkning rigtignok en forsnævring af arterierne, men kun i kraft af, at sygdommen indtræder i et amputeret legeme, hvorfra der tages tværsnit af forsnævringen til nærmere studier (Mol, 2002, s. 32).

Men der er også andre enactments af åreforkalkning. Hos kirurgerne enacts åreforkalkning i en mere systemisk variant, hvor der nok er forsnævringer, men hvor disse er indlejret i en større helhed i form af det vaskulære system. Åreforkalkningen er altså (også) en systemisk forstyrrelse, der blandt andet kan observeres ved at sprøjte kontrastvæske i blodet, og hvor kirurgiske indgreb såsom endarterektomi (udrensning) angioplasti (ballon udvidelse) eller bypass har genoprettelse af systemet som formål (Mol, 2002, s. 98).

Smerte fylder ikke meget i hverken den kirurgiske eller patologiske åreforkalkning. Men det er til gengæld et altoverskyggende omdrejningspunkt for den åreforkalkning, der enacts i patienternes hverdag, i almen praksis og hos fysioterapeuter. Her er åreforkalkning især forbundet med smerte ved fysisk anstrengelse – og behandles som sådan med en kombination af motion, gangterapi og medicin

(Mol, 2002, s. 162).

Åreforkalkning har således en multipel ontologi. Det er noget, der får eksistens i situeret praksis, når patienter lever med smerte og deltager i fysioterapeuternes gangterapi, når kirurger genopretter det vaskulære system, og patologerne laver tværsnit af amputerede lemmer. Og selvom det hele er åreforkalkning, så er det ikke helt den samme åreforkalkning.

## Enactment i skolens undervisning

Undervisning i enactments kan tage mange former, men der vil være lighedstræk med undervisning baseret på de eksisterende begreber i forsøgsfaget om brug, brugspraksis og intentionalitet, der også omhandler, hvordan forskellige forståelser og praksisformer medierer teknologier eller brugssituationer. Den principielle forskel består dels i, at enactments betegner forståelser som socio-materielle praksisformer frem for tanker og perspektiver (tænk på de amputerede lemmer ovenfor) og mere radikalt tilskriver forståelserne agens ift. til teknologiernes ontologi.

Et undervisningsforløb til udskolingen med fokus på de nationale test kan tjene som eksempel. Der tages dog det forbehold, at der kun er tale om en eksemplificering af muligheder og på ingen måde et fuldt udviklet eller didaktiseret forløb. De nationale test er en teknologi, som både elever og lærere har opøvet en form for praksis omkring, og som kan være genstand for diskussioner i klassen eller hjemme i familierne. Derfor er der umiddelbar adgang til både forståelser af teknologien, og hvordan forståelserne er med til at enacte teknologien på forskellig vis. Et undervisningsforløb, der skal tydeliggøre forskellige teknologiforståelser omkring testene kunne for eksempel have tre bestanddele.

*Trin 1 - Kortlægning af forskellige forståelser af de nationale test*  
Først kan eleverne undersøge, hvordan de selv og deres klassekammerater forstår testene som teknologi, hvordan lærerne og skolen forstår dem, og ikke mindst, hvordan ministeriet forstår dem. Formålet er at afdække så mange forskellige forståelser (i form af socio-materielle enactments) som muligt. Hvis vi tager udgangspunkt i forskning på området, er det for eksempel sandsynligt, at eleverne har indarbejdet testene som en mekanisme til social kategorisering i samspil med andre kategoriseringsteknologier i klassens sociale fællesskab (Andreasen, 2019).

Hos lærerne kan eleverne måske finde en forståelse af teknologien, som noget der udfordrer deres egen faglighed på flere fronter og blandt andet kræver omfattende lærerfaglig orkestrering og mediering for at kunne fungere i praksis (Maguire, 2019). Og hos ministeriet vil eleverne finde de nationale test forstået som en aktør i at fremme en stærkere evalueringskultur på skolerne og et vidensgrundlag for sektoren som sådan.

### *Trin 2 – Algoritmeforståelse*

Herefter kan eleverne undersøge og eksperimentere med de adaptive algoritmer, der blandt andet bruges i testene. Formålet er her at opnå dybere kendskab til, hvordan algoritmerne medierer og har agens i de kortlagte forståelser. For at skabe lidt analytisk afstand til de nationale test kunne denne del for eksempel bestå i både at eksperimentere med testens egen algoritme og de tilsvarende 'dynamic difficulty adjustment' algoritmer, der bruges i spilindustrien, og som børnene kender fra populære spil såsom FIFA.

### *Trin 3 – Redesign af teknologi og teknologiforståelser i samspil med hinanden*

Som afslutning kan eleverne afsøge det gensidige påvirkningsforhold mellem teknologi og teknologiforståelse ved at re-designe testalgoritmen med henblik på at skabe nye teknologiforståelser eller, omvendt, re-designe en teknologiforståelse med henblik på at skabe en ny variant af teknologien. Hvordan ville det for eksempel påvirke de identificerede teknologiforståelser, hvis den adaptive algoritme blev erstattet med en randomiseret? Eller hvis tilpasningen foregik på klasseniveau frem for individniveau? Eller hvis ministeriets forståelse (og socio-materielle praksis) ikke var, at testene skulle være et instrument til viden og evalueringskultur for lærere og skolesystem, men derimod opbygning af faglig glæde og selvtillid hos eleverne – hvilken algoritme og brugspraksis kunne mediere en sådan forståelse?

De identificerede teknologiforståelser i et sådant forløb ville kunne udfordres og modsiges. Men den didaktiske pointe er ikke, om forståelserne er valide eller sande – begreber, der som beskrevet, har en anden betydning i en performativ ontologi – men at eleverne opnår en erkendelse af, at der findes flere forskellige teknologiforståelser omkring de nationale test, og at disse har ontologisk betydning, idet de er med til at enacte testene som teknologi.

## Udvikling af professionsfaglige teknologiforståelser

En performativ ontologi og begrebet om enactment kan også bidrage med en tilgang til udvikling af nye teknologiforståelser. Hensynet er ikke at komplicere skolefaget yderligere, men derimod den udfordring, at hvis teknologiforståelse skal indføres både horisontalt og vertikalt i uddannelsessystemet, så vil alle involverede uddannelser og fagtraditioner have behov for at omsætte og udvikle egne varianter af teknologiforståelse. I hvert fald hvis man accepterer den performative præmis om, at der ikke eksisterer ét universelt fænomen kaldet teknologi, der kan beskrives af én fælles faglighed, men derimod et komplekst og sammenblandet fænomen, der må beskrives af et lige så komplekst og sammenblandet fagfelt.

I forhold til et selvstændigt skolefag skal der for eksempel helt konkret udvikles, hvad der kan kaldes lærerfaglig teknologiforståelse i form af blandt andet et undervisningsfag på læreruddannelsen suppleret af nogle tværgående moduler og ikke mindst et tilhørende fag- og forskningsmiljø. Og hvis teknologiforståelse indføres som element i eksisterende fag, så vil samtlige af disse fag i et eller andet omfang også skulle udvikle egne teknologiforståelser i skolen såvel som på læreruddannelsen. I hvert fald hvis ambitionen er at overskride det niveau, hvor teknologien (eller teknologiske fagfelter) blot er redskaber for forskellige faglige formål mere end transformerende for disse, som blandt andet beskrevet i typologien fra Iversen et al. (2019, s. 24). Eksemplerne i dette afsnit kommer dog fra forfatterens arbejde med socialfaglig teknologiforståelse. Anledningen var et større designprojekt, der havde til formål at udvikle et koncept for socialrådgiveres brug af nye digitale teknologier (primært videokonference, chat og sms) til at interagere med anbragte børn og unge (Ballegaard, Andersen, Olsen & Lauritsen, 2018). I den forbindelse har forskergruppen analyseret det empiriske materiale for, hvordan socialrådgivere enacter forskellige teknologiforståelser i deres arbejde med børnene (Andersen, Danholt & Lauritsen, udkast).

Analysen er et bidrag til en igangværende debat på det sociale område, hvor det (også) diskuteres, hvordan socialrådgivere og socialpædagoger bør udvikle en faglighed omkring digitale teknologier (López Peláez et al., 2018; Parker-Oliver & Demiris, 2006). Formålet er at skifte præmis for diskussionen om socialfaglig teknologiforståelse som den faglighed, der mangler i socialfaglig praksis, og som derfor må indføres udefra. Til teknologiforståelse som noget, der allerede findes i en eller anden form, men uden at være specielt synligt eller veludviklet. I sidstnævnte tilfælde vil undervisning i socialfaglig teknologiforståelse skulle udvikles i en vekselvirkning mellem de ekssi-

sterende forståelser og nye forståelser, der kan udfordre og udvikle disse samt ikke mindst bidrage til et sammenblandet faggrundlag (i tilfældet nedenfor er det for eksempel tydeligt, hvordan teknologisk handleevne vil kunne spille en vigtig rolle). En lignende implikation vil også gøre sig gældende for teknologiforståelse på læreruddannelsen, idet der også her findes potentielle enactments, der måske ikke er lige synlige, men som med fordel kan identificeres og bringes i samspil med andre teknologiforståelser i en lignende omfavnelser af teknologien som et sammenblandet fænomen (se eksempler i B. L. Andersen, Andersen, et al. 2021).

Analysen resulterede i en række kategorier af socialfaglige teknologiforståelser, der på forskellig vis enacts i socialfaglig praksis, og hvoraf der inddrages tre eksempler i det følgende. De første to er teknologiforståelser, der er så dominerende og naturaliserede i stort set alle områder af samfundet, at der er en selvstændig pointe i at tydeliggøre dem netop som forståelser, der performer teknologier på bestemte måder. Mens det tredje eksempel er en særegen socialfaglig teknologiforståelse, der illustrerer, hvordan eksisterende enactments med fordel kan videreudvikles i samspil med nye fagfelter.

De to første teknologiforståelser er henholdsvis 'optimering' og 'fremmedgørelse', der har tydelige idehistoriske aner hos klassiske økonomer såsom Adam Smith og Frederic Taylor overfor Karl Marx og Joseph Schumpeter. I socialfaglig praksis, som i så mange andre sammenhænge, indføres digitale teknologier med en forventning om, at de vil optimere praksis, enten ved at styrke den faglige kvalitet eller øge effektiviteten – og ofte begge dele (se eksempelvis Fahnøe, 2015). Samtidig har socialrådgiverne oplevet en løbende opgaveglidning i forbindelse med nye it-systemer, hvor digital dokumentation (data-produktion) i stigende grad udgør den faglige hovedopgave frem for dialog med borgeren (Dansk Socialrådgiverforening, 2015; Høybye-Mortensen & Ejbye-Ernst, 2018). Hvilket igen har medført en dobbelttrettet forståelse af teknologi, som dét der burde optimere, men som i stedet fjerner og fremmedgør rådgiverne fra borgerne og kernen i deres arbejde (L. B. Andersen, Danholt & Lauritsen, 2018).

Til trods for at socialrådgivere bruger størstedelen af deres arbejdsdag foran computeren, så definerer mange af dem sig således fagligt og menneskeligt i opposition til digitale teknologier, som de har en forventning om burde være redskaber til optimering, der bare skal virke, men som omvendt ofte viser sig at fremmedgøre dem fagligt. Som flere af dem fortalte, så er de ikke it-personer: "Jeg er ikke nogen nørd til it, det skal virke og hvis det ikke gør det og ikke er så smart for mig, så bliver jeg irriteret. Man må få det til at virke" (Interview med socialrådgiver, 2015).

Forståelserne omkring optimering og fremmedgørelse udgør modsatte poler, men understøtter i fællesskab den konklusion, at hvis bare teknologierne var designet ordentligt (eller slet ikke var der), eller fra et ledelsesperspektiv hvis socialrådgiverne bare var mere kompetente brugere, så ville praksis fungere bedre. Hvilket betyder, at socialrådgivernes egen faglighed sættes uden for indflydelse i forhold til de teknologier, der i mange årtier har medieret og sat præmisser for interaktionen i rådgivernes daglige virke.

Det sidste eksempel er i modsætning hertil en teknologiforståelse, der er central i rådgivernes faglige virke, og som derfor kan bygge bro mellem det socialfaglige og socialområdets digitalisering. Nemlig forståelsen af teknologier som 'relationsfremmende mellemlid'. Forståelsen findes i mange former og i relation til mange typer af teknologi. Eksempelvis arbejder mange socialrådgivere med at skabe tryghed-via-distance ved at bruge dukker som mellemlid i samtaler med børn. Denne faglige praksis går igen i brugen af videokonference, hvor især den fysiske afstand og den manglende mulighed for øjenkontakt kan influere positiv på samtalsituation i visse situationer og med bestemte typer af børn og unge (L. B. Andersen et al., 2018). Her fortæller en anbragt dreng for eksempel om, at videosamtaler fungerer som et usynlig mellemlid (eller væg):

” You know, in some ways it is easier to talk with her through Skype than it would have been physically [...] you have more comfort. If she gets mad, then it is more nice and easy.  
- There is some distance?  
Yes, there is like a wall. An invisible wall.  
(L. B. Andersen et al., 2018, s. 52)

En mere radikal version af denne teknologiforståelse er fagligt funderet i begrebet om det 'fælles tredje' (Husen, 1996; Lihme, 1988). Hvis en socialfaglig person (den ene) skal oparbejde en autentisk relation til eksempelvis et udsat barn (den anden), så kræver det et fælles tredje, der hverken er defineret af den ene eller den anden, og som gerne må udfordre begge parter. Mange af socialrådgiverne var for eksempel udfordret i at orkestrere teknisk gode videosamtaler med børnene. Bluetooth-koblingen drillede, der var dårlig internetforbindelse hos dem eller børnene, softwaren kom med kryptiske fejlbeskeder, eller adgangskoden var udløbet.

At teknologierne 'bøvlede' skabte stor frustration hos rådgifterne og kobled sig til forståelsen af fremmedgørelse hos mange. Men i de tilfælde, hvor børn og socialrådgivere lykkedes med at samarbejde om bøvlet, der var bøvlet meget effektivt i at styrke relationer og skabe gensidig tillid (L. B. Andersen et al., 2018). Og her sammenlignede

rådgiverne det tekniske bøl med en fælles tredje dynamik, der havde samme virkemåde som at tage på udfordrende oplevelsesture eller fare vild under bilture, der kan nivellere magtforhold og aktivere børnenes kompetencer og ressourcer. Denne teknologiforståelse er interessant, idet den indebærer, at teknologien virker bedst (socialfagligt), når den ikke virker godt (teknisk). Samtidig udgør forståelsen en balance, hvor der skal opøves teknologisk handleevne i forhold til at orkestrere en tilpas mængde bøl, således at situationerne ikke kun fører til sammenbrud og kaos. En orkestreringskompetence af bøl og nedbrud, der nok ikke er meget ulig den situation, som lærerne befinder sig i, når der skal undervises i teknologiforståelse i for eksempel et Fablab.

## Diskussion: Teknologiforståelser – fra problem til potentiale

” Objects are boundary projects. But boundaries shift from within; boundaries are very tricky. [...] Objectivity is not about disengagement but about mutual and usually unequal structuring, about taking risks in a world where “we” are permanently mortal, that is, not in “final” control.  
(Haraway, 1988, s. 595)

Hvor starter og stopper digitale artefakter og teknologier? Og hvor starter og stopper et fag og en faglighed, der skal skabe forståelse for digitale teknologier og ikke mindst myndiggøre borgerne i forhold til deres konsekvenser?

Inspireret af Donna Haraway kan man sige, at netop fordi teknologier og andre objekter ikke har en ontologisk kerne, så vil de altid udgøre afgrænsningsprojekter for de implicerede. Argumentet i denne artikel er, at det ikke bør være forskere og undervisere, der skal afgøre, hvad der udgør teknologiens sande væsen i en given kontekst, men at det derimod må være et afgørende formål for teknologiforståelse, at elever og studerende opnår indsigt i det formative forhold mellem forskellige teknologier og de teknologiforståelser, der medierer og enacter disse. Som Haraway argumenterer, så handler det teknologiske om gensidig omend ulige strukturering, hvor vi alle må acceptere at være dødelige i den forstand, at vi ikke kan (eller bør) trumfe andres enactments ved reference til en dybere sandhed, men må acceptere at være placeret i et ikke-neutralt samspil mellem disse.

Hvis Latour (2006) omvendt har ret i at den repræsentative ontologi dominerer de vestlige samfund, så kan indførsel og udbredelse af

teknologiforståelse i stadig flere fagmiljøer og uddannelsesinstitutioner let medføre, at fagets grænser forhandles, etableres og diskuteres ud fra den præmis, at det enten skal afgøres hvilken teknologiforståelse, der har størst autoritet i at repræsentere teknologi som distinkt ontologisk fænomen, altså hvilken teknologiforståelse der kommer tættest på teknologien, som den i virkeligheden er. Eller, omvendt, at der etableres en arbejdsdeling mellem en lang række faglige perspektiver og tilgange, der hver især kan gøre krav på særskilte teknologiforståelser, men uden at kunne forstå eller agere i det sammenblandede eller i samspil med hinanden på tværs af de ontologiske zoner. Det er derfor artiklens argument og bekymring, at en 'opdelt' eller 'ren' faglighed vil være handlingslammet over for samfundets digitalisering. Hvis man ligeledes anerkender, at fagligheder (forstået som socio-materielle praksisser) ikke bare beskriver deres genstand, men også er med til at performe denne genstand, så er der i høj grad behov for en mangfoldiggørelse af faglige teknologiforståelser.

Heldigvis er der allerede en tydelig ambition i forsøgsfaget om netop at gøre det fagligt sammenblandede til et centralt omdrejningspunkt, hvorved faget kan rumme og spejle teknologiernes sammenblandede og multiple væsen. I forhold til temaet for dette særnummer vil det også være et centralt omdrejningspunkt for en videreudvikling af fagdidaktikken, at denne skal kunne basere sig på et sammenblandet grundlag, der måske vil udfordre, hvad man traditionelt forstår som en fagdidaktik, der jo netop dækker en faglig afgrænsning. Hvordan praktiserer man for eksempel det eksemplariske princip for udvælgelse af undervisningens indhold, hvis fagligheden er sammenblandet, og teknologiens grænser varierer med forskellige teknologiforståelser.

Spørgsmålet er ydermere om faget eller fagligheden i tilstrækkelig grad kan rumme den faglige mangfoldighed uden samtidig at miste sammenhængskraft. Det er mildt skrevet ikke nogen nem udfordring, og kompleksiteten virker overvældende. Men omvendt er der ikke nogen vej udenom, hvis vi som samfund for alvor skal kunne genoptage den politiske og demokratiske opgave i forhold til såvel den teknologiske udvikling som konsekvenserne heraf for såvel natur som kultur. Latour kan få det sidste ord i denne forbindelse: "Halvdelen af vores politik skabes i videnskaberne og teknikken. Den anden halvdel af naturen skabes i samfundene. Lapper vi de to sammen, kan vi tage fat på den politiske opgave igen" (Latour, 2006, s. 194).



## Referencer

- Andersen, B. L., Andersen, L. B., Ebsen, R. O., Fonfara, A. M., Hjorth, M., Jepsen, K. N., ... Schou, D. V.** (2021). *National undersøgelse af grundlag for udviklingslaboratorier som metode til fag- og kompetenceudvikling i teknologiforståelse som led i dansk og PL på Læreruddannelsen* [projektnotat]. Danske Professionshøjskoler.
- Andersen, B. L. & Hasse, C.** (2012). Teknologiforståelse i professionerne. I: C. Hasse & K. Dupret (Red.), *Teknologiforståelse – På skoler og hospitaler* (s. 264). Aarhus Universitetsforlag.
- Andersen, B. L., Nielsen, L., Rehder, M. M., Andersen, L. B., Hjorth, M., Petersen, N. A. I. & Jepsen, K. N.** (2021, i tryk). Teknologiforståelse på læreruddannelsen: Kulturelle forudsætninger for faglig integration og kompetenceudvikling i eksisterende undervisnings- og grundfag. *Learning Tech*, 10.
- Andersen, L. B., Danholt, P., Halskov, K., Hansen, N. B. & Lauritsen, P.** (2015). Participation as a matter of concern in participatory design. *CoDesign*, 11(3-4), 250-261. <https://doi.org/10.1080/15710882.2015.1081246>
- Andersen, L. B., Danholt, P. & Lauritsen, P.** (2018). Digitization and the distance between case managers and placed children in Teledialogue. *STS Encounters*, 10(2.3).
- Andersen, L. B., Danholt, P. & Lauritsen, P.** (Udkast). Enacting digital literacy in social work practice. *European Journal of Social Work*, (Udkast).
- Andreassen, K. E.** (2019). Nationale test set fra børneperspektiv. *Viden om literacy*, 25, 74-79.
- Ballegaard, S. A., Andersen, L. B., Olsen, L. & Lauritsen, P.** (2018). *Digital kommunikation mellem anbragte børn og unge og deres sagsbehandlere Evaluering af udviklings- og forskningsprojektet Teledialog*. VIVE.
- Basballe, D., Casper, M., Hansen, B. L., Hjorth, M., Iversen, O. S. & Kanstrup, K. H.** (2021). *Gap-analyse af teknologiforståelse i det danske uddannelsessystem fra grundskole til ungdomsuddannelser*. Den nationale kapacitetsgruppe for teknologiforståelse. <https://danskeprofessionshøjskoler.dk/wp-content/uploads/2021/01/gap-analyse.2021.pdf>
- Basballe, D., Halskov, K. & Hansen, N. B.** (2016). The early shaping of participatory design at PDC. *PDC 2016. Participatory Design in an Era of Participation: Proceedings of the 14th Participatory Design Conference : August 15-19, 2016, Aarhus, Denmark Volume II, Volume II*. Participatory Design Conference, Aarhus. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2948076>
- Bjerknes, G., Ehn, P. & Kyng, M.** (Red.). (1987). *Computers and democracy: A Scandinavian challenge*. Avebury.
- Caeli, E. N.** (2020). *Teknologiforståelse*. Aarhus Universitetsforlag.
- Dansk Erhverv.** (2021). *Et fremtidssikret uddannelsessystem—Der løfter alle*. <https://www.danskerhverv.dk/siteassets/mediafolder/dokumenter/04-politik/2021/et-fremtidssikret-uddannelsessystem---der-lofter-alle.pdf>
- Dansk Socialrådgiverforening.** (2015). *Bureaukrati tynger børnearbejdet – men der er veje ud af det!* Dansk Socialrådgiverforening.

- Danske Gymnasier.** (2021). *Politikpapir: Forslag om at opprioritere teknologi på stx og hf.*
- Danske Professionshøjskoler & Danske Universiteter.** (2020). *Kapacitetsopbygning omkring teknologiforståelse i det danske uddannelsessystem – Hensigtserklæring.*
- de Castro, E. V.** (2004). Exchanging Perspectives – The Transformation of Objects into Subjects in Amerindian Ontologies. *Common Knowledge*, 10(3), 463-484. <https://doi.org/10.1215/0961754X-10-3-463>
- Ehn, P.** (1987). Scandinavian Design: On Participation and Skill. I: G. Bjerknes, P. Ehn, & M. Kyng (Red.), *Computers and democracy: A Scandinavian challenge* (s. 41-77). Avebury.
- Fahnøe, K.** (2015). Konstruktionen af it-systemet ”Digitalisering – Udsatte Børn og Unge” som løsningen på problemer i den socialfaglige sagsbehandling. *Nordisk Administrativ Tidsskrift*, 92(2).
- Fibiger, J.** (2020). *Teknologiforståelser: Filtret ind i og ud af teknologiens verden.* Samfundslitteratur.
- Hansen, T. I.** (2020). Teknologiforståelse som praktisk klogskab – Om variation og virksomhedsformer i teknologiforståelse som fag. *Unge Pædagoger*, 2020(1), 25-35.
- Haraway, D.** (1988). Situated Knowledges: The Science Question in Feminism and the Privilege of Partial Perspective. *Feminist Studies*, 14(3), 575-599. <https://doi.org/10.2307/3178066>
- Hasse, C. & Dupret, K.** (Red.). (2012). *Teknologiforståelse – På skoler og hospitaler.* Aarhus Universitetsforlag.
- Husen, M.** (1996). Det fælles tredje – Om fællesskab og værdier i det pædagogiske arbejde. I: B. Pécseli (Red.), *Kultur & pædagogik* (s. 218-232). Hans Reitzels Forlag. <http://michaelhusen.dk/det-faelles-tredje/>
- Høybye-Mortensen, M. & Ejbye-Ernst, P.** (2018). The long road to data-driven decision-making: How do casework registrations become management information? *STS Encounters*, 10(2.2), 7-36.
- Iversen, O. S., Dindler, C. & Smith, R. C.** (2019). *En designtilgang til teknologiforståelse.* Dafolo.
- Juul, A., Brinckmann, R. & Harder, J.** (2020, 6. november). *Dekaner: Alle på velfærdsuddannelserne bør undervises i teknologiforståelse.* Altinget Uddannelse. <https://www.altinget.dk/uddannelse/artikel/dekaner-alle-paa-velfaerdsuddannelserne-boer-undervises-i-teknologiforstaelse>
- Latour, B.** (2004). *Politics of nature: How to bring the sciences into democracy.* Harvard University Press.
- Latour, B.** (2006). *Vi har aldrig været moderne: Et essay om symmetrisk antropologi.* Hans Reitzel.
- Lee, C. P.** (2007). Boundary Negotiating Artifacts: Unbinding the Routine of Boundary Objects and Embracing Chaos in Collaborative Work. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 16(3), 307-339. <https://doi.org/10.1007/s10606-007-9044-5>
- Lihme, B.** (1988). *Socialpædagogik for børn og unge – Et debatoplæg med særlig henblik på døgninstitutionen.* SOCPOL.

- López Peláez, A., Pérez García, R. & Aguilar-Tablada Massó, M. V.** (2018). e-Social work: Building a new field of specialization in social work? *European Journal of Social Work*, 21(6), 804-823. <https://doi.org/10.1080/13691457.2017.1399256>
- Madsen, O. L., Møller-Pedersen, B. & Nygaard, K.** (1993). *Object-oriented programming in the BETA programming language*. Addison-Wesley.
- Maguire, L. H.** (2019). Adapting to the test: Performing algorithmic adaptivity in Danish schools. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 40(1), 78-2. <https://doi.org/10.1080/01596306.2018.1549705>
- Mol, A.** (2002). *The body multiple: Ontology in medical practice*. Duke University Press. <https://doi.org/10.1215/9780822384151>
- Naur, P.** (1967). Datalogi – Læren om data. I: *Danmarks Radios Rosenkjer forelæsnings* (s. 1-16).
- Nielsen, M. V. & Christensen, A. S.** (I tryk). Den teknologisk myndige borger – Om hvordan kritiske perspektiver på teknologiens rolle i samfundet kan bidrage til teknologiforståelse i folkeskolen. *Learning Tech*, 10.
- Nørgård, R. T.** (2020). Teknologifantasi. *Tidsskrift for læreruddannelse og skole*, 40(117), 65-79.
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N. & Hoagwood, K.** (2015). Purposeful Sampling for Qualitative Data Collection and Analysis in Mixed Method Implementation Research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533-544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- Papert, S. & Freire, P.** (1985). *The Future of School*. <http://www.papert.org/articles/freire/freirePart1.html>
- Parker-Oliver, D. & Demiris, G.** (2006). Social work informatics: A new specialty. *Social Work*, 51(2), 127-134. <https://doi.org/10.1093/sw/51.2.127>
- Pickering, A.** (2017). The Ontological Turn: Taking Different Worlds Seriously. *Social Analysis*, 61(2), 134-150. <https://doi.org/10.3167/sa.2017.610209>
- Shaw, T. V., Lee, B. R. & Wulczyn, F.** (2012). "I Thought I Hated Data": Preparing MSW Students for Data-driven Practice. *Journal of Teaching in Social Work*, 32(1), 78-89. <https://doi.org/10.1080/08841233.2012.640599>
- Smith, R. C., Bossen, C., Dindler, C. & Iversen, O. S.** (2020). When Participatory Design Becomes Policy: Technology Comprehension in Danish Education. *Proceedings of the 16th Participatory Design Conference 2020 - Participation(s) Otherwise - Volume 1*, 148-158. <https://doi.org/10.1145/3385010.3385011>
- Star, S. L. & Griesemer, J. R.** (1989). Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420. <https://doi.org/10.1177/030631289019003001>
- Strathern, M.** (2004). *Partial connections* (updated edition). AltaMira Press.
- Sørensen, K. K.** (2020, 27. november). *Teknologiforståelse skal være et obligatorisk fag*. Skolemonitor.dk. <https://skolemonitor.dk/nyheder/art8012962/Teknologiforst%C3%A5else-skal-v%C3%A6re-et-obligatorisk-fag>
- Taylor, F. W.** (1997). *The principles of scientific management*. Dover Publications.
- Undervisningsministeriet.** (2018). *Læseplan for forsøgsfaget teknologiforståelse*. Undervisningsministeriet. <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20L%C3%A6seplan.Tilg%C3%A6ngelig.%20>

- Vækstforum.** (2011). *Baggrundsnotat: Digitalisering i den offentlige sektor.* Statsministeriet.
- Wagner, M.-L., Iversen, O. S. & Caspersen, M. E.** (2020). Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computationel empowerment i den danske grundskole. *Unge Pædagoger*, 2020(1), 7-14.
- Wing, J. M.** (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.

# Abstract

---

The Danish higher technical examination programme (HTX) is the only high school program in Denmark that specialises in technology and engineering. Central to the curriculum are the profile subjects: Technology and Technical Science. In this article, we take a closer look at these subjects and examine the concept of technology embedded within them. The ministerial order regarding these subjects places the concept of technology within the ‘Technology model’. We will examine the background for the model, its potential and limitations and the model’s place in teaching through empirical findings to examine whether the Technology model lives up to its described purpose, which is to help the students fulfil the learning goals. Overall, it can be argued that the model works but also that the teachers should be aware of the model’s shortcomings and discuss these with students, so they obtain a more dynamic and dialectical understanding of technology.

Teknisk Gymnasium (HTX) er den eneste gymnasiale uddannelse i Danmark, der har et stort fokus på teknologi og ingeniørvidenskab. Centralt i pensum på HTX er profilfagene: Teknologi- og teknikfag. I denne artikel ser vi nærmere på profilfagene og undersøger begrebet teknologi, og begrebet der er indlejret i dem. I bekendtgørelsen vedrørende teknologi- og teknikfaget placeres teknologibegrebet i rammen af ‘Teknologimodellen’. Vi vil i artiklen undersøge baggrunden for teknologimodellen, dens potentiale og begrænsninger, samt modellens plads i undervisningen gennem empiriske fund for at blive klogere på, om teknologimodellen lever op til dens beskrevne formål – at hjælpe eleverne med at opfylde læringsmålene. Samlet set kan der argumenteres for, at modellen fungerer, men også at lærerne skal være opmærksomme på modellens mangler og diskutere disse med eleverne, så de opnår en mere dynamisk og dialektisk forståelse af teknologi.

# Technology in the HTX technology subject

## The Higher Technical Examination Programme (HTX), the Technology subject, and the Concept of Technology

By Mette Møller Jeppesen & Lars Bo Henriksen,  
Aalborg University

### Introduction

The Technical High School (HTX) holds a special place in the Danish secondary education landscape. It is the only form of secondary education specialised in technology and engineering. Central to the HTX curriculum are the profile subjects, Technology and Technical Science. Profile subjects are subjects that essentially define the type of education and the profile subjects technology and technical sciences distinguishes HTX from other forms of second level education. In this paper, we take a closer look at these profile subjects – Technology and Technical Science. More precisely, we want to investigate the ‘concept of technology’ in these profile subjects. That is, how is the concept technology understood – conceptualised – and which role, or roles, does this understanding play in both teaching and learning in the profile subjects (Henriksen, Nørreklit, Jørgensen, Christensen, & O’Donnell, 2004).

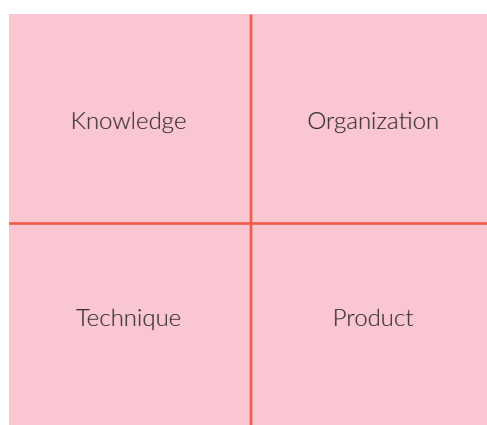
### Exploring the concept of Technology in the profile subjects

In the curriculum for the technical high school (HTX) the concept ‘technology’ is described in sociotechnical terms:

” The subject technology deals with the connections between technological solutions and societal problems in a national and global perspective. The subject deals with technological innovation, that is, the development of products based on analyses of societal issues. In the interaction between technology, knowledge, organisation and product, social, technical, and scientific knowledge and knowledge are combined with practical work in workshops and laboratories.  
(Ministry of Children and Education, 2017, p. 1)

In the ministerial order the concept ‘technology’ is placed firmly within what is known as the ‘Technology Model’. As stated in the ministerial order the Technology Model consists of four elements: technique, knowledge, organisation, and product (Figure 1).

**Figure 1.**  
*Technology.*



These basic elements of the model can then be supplemented with other elements such as social infrastructure, social norms, human resources, etc.: this is the Expanded Technology Model (Figure 2).

**Figure 2.**

*The Expanded Technology.*

---

Social infrastructure	Social norms	Labour relations	Societal division of labour
Human resources	Knowledge	Organization	Organizational culture
Ecological conditions	Technique	Product	International relations
Economic infrastructure	State regulation	Market conditions	Living conditions

The Technology Model was developed and came to prominence in the 1980s and 1990s, especially at Aalborg University in the Technology and Society research group (Müller, 1980; Knudsen, 1983; Lorentzen, 1988; Müller, 1990; Lorentzen, 1994; and others).

*Technique:* Technique refers to all those tools, machines, and materials that combined with labour are necessary for the production process; in Marxist terms these are known as the instruments of labour (Müller, 1980, p. 20). The concept ‘technique’ is therefore restricted to what we metaphorically could term hardware and should not be confused with other uses of the term.

*Knowledge:* Knowledge refers to the software component, which is also necessary for the production process. Software is here used as a



metaphor and used in a wider sense as in computer software. It includes all the skills, intuition, insight, experience, tricks of the trade, and so on without which there could be no work or production process. This knowledge can be gained in several ways, in schools, in apprenticeships, through experience, or in any other way where one learns about the production process.

*Organisation:* In almost any process of production there is some kind of division of labour and because of this division we also need some form of coordination, or some form of organisation. This concerns the organisation of the production process itself, but also technology in its wider context. For example, roads and filling stations etc. for cars, rails and stations etc. for trains, airports and security control etc. for air travel. Organisation here refers to all relevant infrastructure necessary for making the world go around.

*Product:* The product element of the model refers to the end result of the production process. Most technologies aim to make a product as very broadly understood. In the case of the car, a plane, or a train we could say that the product is transport. In the case of the factory, it might be some kind of component. Therefore, the product is the final result we want to achieve when we use technology.

The Technology Model is a holistic model, which means that it attempts to describe technology as much more than simply products or things. The model also tries to capture everything it takes to make technology work the way we want it to work. In this way, the Technology Model can help provide us with a much more nuanced view of technology (Lorentzen, 1988, p. 22; Müller, Rimmen, & Christensen, 1986). These Technology Models have now found their way into the ministerial order and into several textbooks used in teaching or facilitating the technology subject at the HTX technical high school. The questions addressed here are therefore [1] which role does this model play at HTX, if any at all, and secondly, [2] is the model actually able or capable of fulfilling this role. The aim of the technology subject, as described in the ministerial order is to teach the students about the relationship between technology and society and the question is consequently whether the Technology Model is able to assist in achieving this goal.

The Technology Model gives us a much wider perspective on technology than other simpler models. One very prominent idea is that technology is applied science, stating that technology is developed based on scientific discoveries (Bunge, 1966). This, rather simplistic model, has been contested time and time again. Gil-Pérez, Vilches, Cachapuz, Praia, Valdés, & Salinas (2005), for example, argue that the

exact opposite is the case, that technology is necessary for science – Galileo needed his monocular and Boyle his air pump. Both conceptions of technology can under certain circumstances be correct. Today’s advanced technologies are unthinkable without science and almost any scientific endeavour is based on some kind of technological device. However, both are too simplistic, and the Technology Models presented above are correct in the sense that they offer a much wider and more nuanced view on technology, especially when it points to the importance of the technological context, and much more than simply the device in question. Notwithstanding this widening of perspectives further questions arise. First, there is the question of the dynamics of technology. Technologies are developed, they are used by people, and they change over time. The Technology Model has no means of capturing this dynamic element. Instead, various studies rest on some, admittedly very interesting, narratives telling the stories of technological innovation and change (see for example, Lorentzen, 1988). But the model is basically a static model. Lorentzen (1988) attempts to remedy this by introducing a stage model for technological innovation (Lorentzen, 1988, p. 23), but this then falls into all the pitfalls of stage models. Building upon Edquist (1977) she states very rightly that ‘technology is in itself a process’, but then rather hastily suggesting a stage model beginning with phase one, basic research, and even if this should encompass all elements of the Technology Model and should be based on science, social science, and arts, it is doubtful if all technologies are based on basic research. The next phases are termed theoretical development (phase 2), application (phase 3), organisers, a phase where the end-users organise the technology into their everyday lives (phase 4) and finally, the use of the end product (phase 5). Questions could be asked of each of these stages, but a more basic criticism can be addressed. First, stage models have no way of explaining how one should get from one stage to the next, each stage is not very dynamic and overall, such stage models could be described as ‘sequences of timelessness’ (Henriksen, Nørreklit, Jørgensen, Christensen, & O’Donnell, 2004, p. 168). That is, even if it is presented as a dynamic model, it is not very dynamic, but still rests on empirical narratives in order to create the kind of dynamics needed.

A second question raised by the Technology Model concerns the relation between technology and the human actors involved. It is obvious that technology is man-made in the sense that no technology exists without some kind of human effort. This is implicit in the Technology Model. But what about technology’s influence on us as users of technology? Are we not also affected by the technology? The world we live in is a very different place with technology or without technology (Ihde, 1990), and from ANT (Actor Network Theory) (Latour, 1987)

and STS (Science and technology studies) we have learned that technologies do have some form of agency; by agency here we mean that technologies are not neutral entities but are able to make us change our behaviours and our ways of acting in the world, and maybe also change our ways of thinking. In Heidegger's essay on technology, for example, he very convincingly argues that our way of thinking is strongly affected by technology (Heidegger, 1954/1977). He even calls the modern western worldview a technological worldview, meaning that we, as modern westerners, tend to think of efficiency as the ultimate goal and arbiter of almost everything. This view has potentially dire consequences for life on our planet, as we tend to think of everything in the world as material for our use, as objects for our manipulation and consumption, and to do that as efficiently as possible. If this is the case, then technology refers not only to manmade tools and means to an end, but also determines our thinking and our acting in the world, which is a very deterministic view. With this critical insight and with ANT's insistence on technology's agency, we can no longer be content with the Technology Model's four elements alone; we also need to more critically take into account the impact that technology has on us and on our ways of thinking.

We can now plausibly conclude that the Technology Model is an initial valuable contribution to the study of technology. It does not rest on simple explanations such as 'technology is applied science' or similar reductive definitions. Rather, it considers some of the complexities of technology. The question now becomes whether this is good enough in order for the model to function as a pedagogical and didactical device at the technical high school (HTX), given the missing dynamics of the model and its inability to show us, or reveal to us, the dialectical relationship between man and technology? In the remainder of this paper, we will take a closer look at the Technology subject and address the question of whether the Technology Model as it is laid out in the ministerial order is really capable of helping students fulfil the learning goals of the technology subject? In order to do so we will visit a class while it is being taught the subject of Technology to see how the Technology Model is taught to the students in the HTX classroom<sup>1</sup>.

1 This visit was part of a larger action research project, over three years, and consisting of cooperation with the HTX teachers. The methods applied in the project could be described as participant observation, combined with interventions (see Jeppesen et al., 2020). The empirical data for this article were collected during several such interventions with a special emphasis on one observation where the teacher specifically addressed the Technology Model.

## Teaching Technology

One enters the classroom at HTX in Aalborg and thirty students have already arrived and so has the teacher. The teacher starts by informing the students about the plan for today's lesson. First of all, the students are informed that the first one and a half hours of today's lesson is being completed as class teaching. Further, the teacher says the following:

” Today's lessons in this Technology A class deals with the concept of technology, the subject of technology, the technology report, and an introduction to an individual assignment.

(Field notes, 05.02.2019)

All students in the class have to work with the Technology Model. The model consists of the four concepts noted in Figure 1 above: knowledge, technique, organisation, and product. The teacher has printed the model on paper and cut it out into small puzzle pieces. There are four pieces to the puzzle. Each student is then handed one puzzle piece each. They now have to conceptualise one concept depending on which piece of the puzzle they were handed. The teacher refers to one of the books used in the technology subject – preparatory material the students should have read at home before coming to class. They all get ten minutes to complete the assignment. Afterwards the students must form groups of four finding three other group members. One for each of the elements in the Technology Model. In these groups, the students now have to follow up on the concepts each of them just conceptualised in the previous assignment. Further, they, together as a group, have to attempt to conceptualise the concept of technology. Again, students are given ten minutes for the assignment. Some students leave to complete the assignment in the common area just outside the classroom; others stay in the classroom as it saves them time. Once the students have completed the assignment, they all gather in class. Here, the teacher and the students follow up on what the concept of technology contains, based on the concepts from the Technology Model: knowledge, technique, organisation, and product. The students conceptualised knowledge as being knowledge to make a product e.g., craftsmanship. Further, they argued that knowledge has to do with empirical findings, experience, creativity, and theoretical knowledge. Technique was described as the machines that are used to create products, materials, processes, and methods. They further found organisation to be management, division of labour, which can be both technical or societal and horizontal or vertical sub-processes. The last element of the Technology Model, product, the students con-

ceptualised as the end result of a manufacturing process, a physical product or service and as something having utility value or exchange value. Following a joint follow-up to the four concepts in the Technology Model, they now move on to talk about what technology is as a concept in relation to the technology subject. One student explains that the technology concept is about working with a societal issue, working with product development and working with the Technology Model. The student further adds that: “all parts are needed to create a solution” (Field notes, 05.02.2019). As the class finishes following up on the technology concept, the teacher gives the students a task. They must now discuss what the subject technology contains with the person they are sitting next to. The teacher further states that they must focus on the identity and purpose of the technology subject. In working with the subject, they must use the text they have read to prepare for today’s teaching. The idea is for students to emphasise and highlight the most important passages in the text in relation to subject identity and purpose. After the students have completed the assignment, they are given a short break. One of the students has a birthday and has brought cake. When the break is over, they follow up on the identity and purpose of the technology subject in the class. Some of the points that are made about the identity of the subject include technological solutions, societal issues, local and global perspectives, problem-based learning, and innovative competencies. In connection with the purpose of the subject, they note that it creates prerequisites for higher education and teaches students to work independently and in collaboration with others. Before the class ended, the students had to work on each other’s problem statements. Before starting, however, students get a checklist for a good problem statement. With the list in their hands, students now have to work on each other’s problem statements to provide different suggestions on how to improve them. Among other things, they look at the form of the problem statement, whether there are sub-questions for the problem statement and whether it can be formulated more sharply. While the students are well into the assigned task, one by one the students find that the teaching is ending and therefore leave the room.

After observing how the Technology Model is taught in the classroom it is now interesting to see how the students actually manage to use the Technology Model in practice when doing project work. Before providing an example, it seems pertinent to provide the reader with some insight into what the Technology Model can be used for and how it is used.

## What can the Technology Model be used for and how used?

When students in the technology subject write projects, they must also come up with a solution to the problem they are working on. They need to create a product. When thinking about the product, the students must also think about production preparation and for production preparation, the students can prepare a technology analysis based on the Technology Model (Jeppesen, Henriksen, Routhe, & Kristensen, 2020, p. 114-115). A technology analysis can be prepared at many different levels and which level is relevant to the project the students are working on depends on the problem they want to solve. Based on the four elements in the Technology Model, the students could analyse the elements through the following questions: the analysis of the knowledge element could start from the questions; what knowledge must be in the company to produce the product the students want to create? And what knowledge is there among the employees? And what new knowledge must the company acquire in order to be able to produce the student's desired product? (Jeppesen et al., 2020, p. 115). The technique element could be accessed through questions such as: which processes in relation to the manufacturing process should be manual and which should be automatic? Are there new work processes? And what new production plants are needed? (Jeppesen et al., 2020, p. 115). In relation to the organisational element of the Technology Model, this element can, among other things, be unfolded through the following questions: Are there any new professional groups to take care of? And how is the readiness/capability to switch from one product to another? The final element, the product element, can also be accessed by looking at: "how the production process should proceed, what opportunities and barriers exist with the product, the environmental aspects, economics, and marketing etc." (Jeppesen et al., 2020, p. 115). It is a questioning, challenging, collaborative, and dynamic thinking process.

## How can the Technology Model be used in practice?

Now that we have gained some insight into how the Technology Model is taught in the technology field at HTX and have gained some greater insight into what the Technology Model can be used for and how, we now look at where the students actually use the model in practice.

The technology analysis is carried out for the production preparation together with a detailed documentation of the manufacturing process (Jeppesen et al., 2020, p. 115). Not all students use the Technology Model in their projects, nor is it an essential requirement. However, it is applicable in most Technology subject projects at HTX. Every time the students start a new technology project they must evaluate which methods can best help them to answer or address their problem statement and through this evaluation of methods, the Technology Model and thus also the technology analysis ends up being part of the methodological approach chosen.

When this is the case, the Technology Model is used to perform a technology analysis based on the physical product the students wish to create as a solution to the problem they are working on. The students are very structured when they use the Technology Model to perform a technology analysis. They base the analysis on the four elements: technique, knowledge, organisation, and product and through one element at a time analysing and thinking their way through the model asking the abovementioned questions. Table 1 below illustrates the structure of a technology analysis, the four elements of the Technology Model, as well as the sub-topics that students need to complete when performing such an analysis.

**Table 1.**  
*The Expanded Technology.*

Knowledge			Organisation		
Ability	Insight	Intuition	Management	Coordination of work distribution	
Technique			Product		
Work Mens	Work Items	Labour	Type of product	Does the product have utility value?	Does the product have trade-in value?

Although the method is relatively simple and straightforward to apply, it is still possible to complete the individual elements more or less specifically. Below are several examples taken from the empirical findings of how the various elements of the Technology Model can be filled in, or completed, very differently.



### Example 1.

---

Knowledge		Knowledge
Ability		Ability
Handling of jigsaw or painting.		Experience knowledge is based on a previous workshop course. During the course it was learned how to work in the workshop and how to use the machines. Experience is further drawn from previous projects and in addition we have also been able to expand our experience by asking the supervisor for advice on specific issues.

Box 1

Box 2

In the above-mentioned example, it becomes clear that there are some differences in how students unfold the different elements of the Technology Model. Box 1 shows an example of students who have described only practical skills, such as the practical skills that the students in question have possessed prior to project work. What they already know. In contrast, Box 2 describes how the students concerned both draw on existing experience, but further, it also notes that they are aware that they draw on experiences from previous projects and that, in addition to this, they have the opportunity to draw on even more knowledge from their supervisor. Here the students are thus able to illustrate that they understand the project design process and that they additionally understand how to incorporate this knowledge into the technology analysis.

## Example 2.

---

Technique		Technique
Labour		Labour
Human labour and the machines used.		Several different machines have been used, all of which have been handled by the same person. In addition, some special machines were also used for the processes in product development that required it.

Box 1

Box 2

In Example 2 similar differences are noticed. In Box 1, the students in question write very short and specific notes on the workforce in their project. Human labour and machines have been used. In contrast to this in Box 2, it is illustrated that some students describe in some more detail how labour relates to their project. It is noted who handles the machines and that special machines have been used for specific processes in the development process. Again, different ways in which the elements of the Technology Model can be completed and thus the technology analysis can be unfolded are illustrated here. The students are able to illustrate that they understand the process in which they are working and in addition how to incorporate this knowledge into the technology analysis. It is emphasised again that there are students who are able to illustrate that they understand the process that is part of the project work and at the same time that they are able to draw that knowledge into the technology analysis.

### Example 3.

---

Organisation		Organisation
Coordination of work distribution		Coordination of work distribution
Joint management of the project and work has been carried out vertically.		Work has been done on both horizontal and vertical work distribution in the project. Horizontal in the sense that tasks are distributed among the group members so that it has been possible to work on several tasks at once. Vertically in cases where important joint decisions must be made that are important for the project work.

Box 1

Box 2

The final example, Example 3, supports the previous two. It seems that there are basically two ways to fill out the elements of the Technology Model and thus to carry out the technology analysis. Either writing very short and specific notes or writing and being conscious about drawing on experiences from previous lectures, other projects etc. This is also illustrated in Example 3 above where it is seen in Box 1 that the students in question very briefly noted that they had a common coordination of the work distribution in connection with the project and that all work distribution was done vertically. Box 2 shows the opposite example that some students have made some deeper reflections on how they have coordinated and distributed the tasks in project work. Here it is specified that the students concerned have worked with both vertical and horizontal distribution of work and also how it was applied in their project. In addition to the technology analysis based on the Technology Model, when the product is complete, the students can prepare a technology assessment to assess how the new technology they created interacts with the rest of the community (Jeppesen et al., 2020, p. 115).

## Conclusion

In this brief paper, we raised the question about the role of the concept of technology in the HTX upper secondary school, especially in the Technology subject. From the ministerial order we found that the so-called Technology Model is written directly into the legal basis of such education. The question addressed here was therefore which role this model plays at HTX, and secondly, if the model is actually able to fulfil this assigned role. From the above analysis of the Technology Model, we found that the model is comprehensive and much more holistic than models describing technology as applied science or similar reductive models. We also found that the Technology Model lacks a dynamic focus, and it is not clear how the Technology Model handles the impact technology might have on us as users – how it critically affects our ways of thinking and acting. We also saw how it is taught, how the teachers could use it, what it can be used for in the classroom and how it can be used in student projects and assignments. From all this, we can reasonably conclude that the model works. With the model, students have access to a design of a technology analysis based on the technology they have developed in their projects – and for such a purpose the model seems excellent. However, the use of the model can also be problematic in the sense that it can be used very ‘mechanically’ by the students. For some of the students, the use of the model becomes more a question of filling out the boxes in the model, so that they can say that this part of the project has been completed. Therefore, in some cases it may also function as a checklist more than a model. HTX teachers need to be aware of this, and to make sure that this problem is addressed in classroom discussions. The model may be further problematized as not including a more comprehensive understanding of technology and therefore not enabling the students to relate to how the technology they have worked on in the project affects both the students themselves and the context in which they are included. But perhaps this would be too much to ask at an upper secondary level. Overall, however, it can reasonably be argued that the model works. It aims to help students to complete a technology analysis. But it can also be argued that HTX teachers need to be aware of the model’s shortcomings and discuss this with students so that they obtain a more dynamic and dialectical understanding of technology.

## Referencer

- Bunge, M.** (1966). Technology and Applied Science. *Technology and Culture*, 7(3), 329-347. <https://doi.org/10.2307/3101932>
- Edquist, C.** (1977). *Teknik, samhälle och energi* (Technique, Society and Energy). Lund.
- Gil-Pérez, D., Vilches, A., Cachapuz, A., Praia, J., Valdés, P., & Salinas, J.** (2005). Technology as 'Applied Science': A Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science. *Science & Education* 14(3), 309-320. DOI: 10.1007/s11191-004-7935-0
- Heidegger, M.** (1977). *The Question concerning Technology*. Harper & Row. (Original work published 1954).
- Henriksen, L. B., Nørreklit, L., Jørgensen, K. M., Christensen, J. B., & O'Donnell, D.** (2004). *Dimensions of Change – Conceptualising reality in organisational research*. Copenhagen Business School Press. DOI:10.1016/j.scaman.2006.06.001
- Ihde, D.** (1990). *Technology and the Lifeworld. From Garden to Earth*. Indiana University Press.
- Jeppesen, J. M., Henriksen, L. B., Routhe, H. W., & Kristensen, R. S.** (2020). Projekt arbejdet - Teknologi og Teknikfag (*Project work – Subjects Technology and Technical Science*). Systime.
- Knudsen, H.** (Ed.) (1983). *Teknik – hverdagsliv. Forskningsresultater og forskningsbehov (Technique – everyday life. Research results and research needs)*. Aalborg University Press.
- Latour, B.** (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Open University Press. <https://doi.org/10.1086/289690>
- Lorentzen, A.** (1988). *Technological Capacity – a contribution to a comprehensive understanding of technology and development in an international perspective*. Aalborg University Press.
- Lorentzen, A.** (1994). *Teknologi og udvikling i den nordjyske maskinindustri (Technology and development in the Northern Jutland machine industry)*. Aalborg University Press.
- Ministry of Children and Education** (2017). *Curriculum, Technology Subject A and B*. <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/htx-laereplaner-2017> (accessed 7 October, 2020).
- Müller, J.** (Ed.) (1980). *Liquidation or Consolidation of Indigenous Technology: A Study of the Changing Conditions of Production of Village Blacksmiths in Tanzania*. Aalborg University Press. DOI:10.5771/0506-7286-1981-1-93\_1
- Müller, J., Rimmen, A., & Christensen, P.** (1986) *Samfundets teknologi – Teknologiens samfund. (Society's technology - The society of technology)*. Systime.
- Müller, J.** (Ed.) (1990). *Infrastruktur og samfundsudvikling (Infrastructure and society development)*. Aalborg University Press.

# Abstract

---

Teknologiforståelse i folkeskolen har delvist bestået af faglige udvikleres udarbejdelse af faglige prototyper. Der har i forsøget ikke været undersøgt, hvilke epistemologiske og fagdidaktiske perspektiver disse prototypers forløbsbeskrivelser repræsenterer, hvorfor dette vil være artiklens afsæt. Artiklens undersøgelsesspørgsmål er: Hvilke epistemologiske og fagdidaktiske forståelser kan identificeres i udvalgte forløbsbeskrivelser rettet mod teknologiforståelsesfaglighed som selvstændig faglighed, og hvordan kommer disse til udtryk?

Metodisk udvælges narrativer fra ind- til udskoling på baggrund af en strukturel analyse. Den narrative fortolkning tager afsæt i Ricoeurs kritisk-hermeneutiske fortolkningsramme og består af en konfiguration (mimesis 2) af de udvalgte præfigurerede (mimesis 1) narrativer. Tekststykker og plots identificeres og fortolkes med udgangspunkt i undersøgelsesspørgsmålet. Fortolkningerne henter forklaringselementer fra styredokumenter og fokusgruppeinterviews med tekstforfattere af forløbsbeskrivelser sammenholdt med elementer fra den præsenterede teoretiske ramme. På baggrund af den konfigurative fortolkning diskuteres resultaternes skolefagsdidaktiske implikationer.

Experiments with TL in public schools have partly unfolded as a development of prototypes by professional educators. However, it has not been examined which epistemological and subject-didactic perspectives they rely on. The research question of this article is: What epistemological and subject didactic understandings are represented in selected course descriptions, and how are these expressed?

Methodologically, narratives are selected from grade 1-9, based on a structural analysis. The interpretation relies on Ricoeur's critical-hermeneutical, narrative framework and consists of a configuration (mimesis 2) of the selected prefigured (mimesis 1) narratives. Text-elements and plots are identified and interpreted according to the research question. The interpretations draw explanatory elements from steering documents and focus group interviews with the authors of the course descriptions and include elements from the theoretical framework. Based on the interpretation, the school subject-didactic contributions of the results are discussed.

# Uoverensstemmende overensstemmelse

## En narrativ fortolkning af epistemologiske og fagdidaktiske forståelser af teknologiforståelse som fag

### Indledning

Teknologiforståelse er et gryende fagfelt i Danmark. Det er fremkommet på baggrund af et ønske om, at elever og studerende på alle uddannelsesniveauer skal kunne reflektere over eget liv samt deltage kritisk og konstruktivt i et fremtidigt arbejdsliv og samfund præget af en massiv digitalisering og automatisering.

I grundskolen pågår i skrivende stund et større forsøg med udviklingen af en faglighed, der sigter imod at udvikle viden og færdigheder hos eleverne, som gør dem kompetente til det digitaliserede samfund i og uden for skolen. I forbindelse med forsøget Teknologiforståelse i folkeskolen er der udviklet 110 prototyper, der afprøves på 46 udvalgte skoler. Prototyperne sigter både mod en udvalgt fagrække, hvor teknologiforståelsesfagligheden søges integreret som en del af allerede eksisterende fag, og mod etableringen af et selvstændigt fag.

#### Artiklens fokus og forskningsbidrag

Denne artikel baserer sig på en kritisk-hermeneutisk undersøgelse af forløbsbeskrivelser fra de 11 prototyper. Mere konkret tages afsæt i kvalitative dokumentanalyser af 35 forløbsbeskrivelser, der repræsenterer teknologiforståelse som en selvstændig faglighed på alle klassetrin.

Gennem analyser og fortolkninger af forløbsbeskrivelserne afdækkes, hvilke henholdsvis epistemologiske og fagdidaktiske perspektiver, der ligger til grund for den faglighed, der repræsenteres i de udvalgte prototyper.

Herigennem mener vi, at det bliver muligt at kaste lys over, hvorledes fagligheden i de teoretisk forankrede og formulerede styringsdokumenter transformeres og kommer til udtryk gennem fagudviklernes formgivninger af prototyperne, som har skolepraksis som mål. Artiklen skal ikke ses som en objektiv beskrivelse, men et forskningsbidrag,

Af Susanne Dau, Professionshøjskolen UCN,  
Roland Hachmann, UC Syd,  
og Malte von Sehested, Københavns Professionshøjskole

der peger på en række fortolkninger af fagligheden, som kan støtte en fortsat udvikling af en egentlig fagdidaktik for faget. I undersøgelsen har følgende forskningsspørgsmål været guidende:

**Hvilke epistemologiske og didaktiske positioner kan identificeres i udvalgte forløbsbeskrivelser i prototyperne rettet mod teknologiforståelse som selvstændig faglighed, og hvordan kommer disse til udtryk i de repræsenterede narrativer og antenarrativer?**



Narrativer og antenarrativer skal her forstås som forskellige dele af det empiriske materiale, der analyseres med afsæt i en kritisk-hermeneutisk fortolkningstradition byggende på idéerne fra den franske filosof Paul Ricoeur. I artiklen veksler vi mellem at tale om prototyperne som samlende begreb for de udviklede undervisningsforløb og forløbsbeskrivelser. Forløbsbeskrivelserne skal i artiklen forstås som det hoveddokument, der beskriver undervisningsforløbet i den pågældende prototype. Vores analyser af forløbsbeskrivelserne inkluderer ikke de lærer- og elevressourcer, der er tilknyttet som eksterne dokumenter.

### **Teknologiforståelse i en dansk kontekst**

Forsøgets prototyper indlejrer en vifte af teknologier, metoder og tematikker. Ligeledes afspejler prototyperne en række forskellige indgangsvinkler til at arbejde problembaseret, herunder scenarier og cases, der søger at opstille Wicked Problems (Tuhkala, Wagner, Iversen & Kärkkäinen, 2019), der betegnes som problembaserede, komplekse og virkelighedsnære problemstillinger (Caeli & Bundsgaard, 2019).

Sideløbende med forsøgsfagets afvikling fremkommer forskellige forskere og fagpersoner med bidrag til diskussioner inden for fagfeltet. Wagner, Iversen og Caspersen (2020) redegør for, hvorledes teknologiforståelsesfagligheden bygger på internationale strømninger og en skandinavisk, objektorienteret programmeringsfilosofi. De bidrager med en helhedsmodel for computationel modellering, der søger at vise en sammenhæng mellem fagets kompetenceområder og rationale.

Caeli (2020) peger på fagets historiske ophav og beskriver, hvorledes en del af datidens diskussioner omkring datamaternes funktion og samfundsmæssige implikationer (Naur, 1967) afspejles i de diskussioner, der præger feltet i dag. Caeli og Dybdal (2020) anlægger i et skolefagdidaktisk perspektiv en operationalisering af et datalogisk syn på relationen mellem problemer, værktøjer og mennesker (Naur, 1967).



På baggrund af et empirisk eksperiment peges der bl.a. på elevernes modstand i relation til designprocessers krav om iterative forbedringer.

Hansen (2020) påpeger, at der er en diskrepans mellem fagets og folkeskolens formål nemlig fravær af kulturel og historisk dimension, herunder menneskets samspil med naturen. Samtidig understreger han, at der i fagdokumenterne ikke er nævnt begreber som fantasi og fordybelse, men derimod analyse, erkendelse og problemløsninger.

Hansens kritik vinder også genklang hos Paaskesen & Nørgaard (2016), der påpeger behovet for at arbejde fantasifuldt med teknologierne, og at faget bør vende sig mod et deliberativt og kreativt, skabende perspektiv uden fastlagte mål og produkter, men med en åbenhed for dialogiske og demokratiske læringsformater. Fougts & Phillipps (2020) anlægger et scenariedidaktisk perspektiv og argumenterer for, at det scenariebaserede har en central placering i teknologiforståelsesfagets metoder og rammesætning, idet scenariebaserede undervisningsforløb trækker på domæneforståelser uden for skolen og netop derigennem understøtter tematiseringer af virkelighedsnære problemstillinger.

Fibiger (2020) tager et almindidaktisk perspektiv på fagligheden. Han påpeger en nødvendig grundlæggende didaktisk stillingtagen hos læreren, der rækker ud over skolens egne grænser samt implicerer en række nye faglige kompetencer og dispositioner, som læreren ikke råder over.

En række perspektiver tager i deres kritik afsæt i skolens dannelsesopgave, og kritiserer fagligheden for at have et snævert teknologibegreb med fokus på primært digitale artefakter, der overser den historiske udvikling, som bl.a. teknologifilosofien repræsenterer (Christensen, 2020; Hansen, 2020). Andre kritiske positioneringer stiller spørgsmål ved designtilgangen eller myndighedsbegrebet (Hansen, Skinnebach & Thruelsen, 2019) og påpeger, at faget bærer præg af et naturfagligt (STEM) blik, der i indsnævrer faget til et kreativitetspræget datalogifag.

Overordnet ses særlig fire positioner, der bidrager kritisk og konstruktivt til diskussionen om fagligheden og legitimeringen af faget i skolen:

1. Det datalogiske perspektiv, der argumenterer for nødvendigheden af bestemte computationelle kompetencer.
2. Designperspektivet, der fremhæver bestemte procesorienterede metoder tilgange samt arbejdet med problemer.
3. Det skolefagsdidaktiske perspektiv, der argumenterer for faglighedens legitimering samt forskellen på basisfag og skolefag.

4. Det almindelige didaktiske perspektiv, der tager et mere overordnet fokus på faglighedens legitimering i forhold skole, uddannelse, undervisning og læring.

Det er ikke artiklens ærinde at positionere sig et bestemt sted, for eller imod, de ovenstående diskurser. Det bør bemærkes, at kun ganske få af disse bidrag henviser til egentlige empiriske undersøgelser og i stedet beror på mere normative overvejelser og begrundelser.

Artiklens ærinde er derfor at bidrage til diskussionen gennem en mere dybdegående og empirisk forankret undersøgelse af forløbsbeskrivelserne og deres tilblivelse, som kan være både med- og modstemmende i relation til de ovenfor skitserede positioneringer.

## Fagdidaktiske og epistemologiske perspektiver samt vidensaspekter

### **Fagdidaktiske perspektiver**

Fagdidaktikken udgør fagenes betingelses- og legitimeringsgrundlag i spændingsfeltet mellem de fagvidenskabelige discipliner og almindelig didaktik (Nielsen, 1998). Som Krogh, Qvortrup & Christensen (2016) påpeger, hersker i fagene den indsigt, at det faglige indhold ikke læres på en hvilken som helst måde, og at der er særlige metoder og undervisningsformer, der knytter sig til fagligheden. Fagdidaktikken repræsenterer en metarefleksion over fagets metoder, samt hvilken faglig viden og kunnen der skal udvikles hos eleven gennem den tilrettelagte undervisning. Fagsynet og de fagdidaktiske positioner kan komme til udtryk på forskellig vis, for eksempel gennem den eksplicite udvælgelse af stof, indhold og aktiviteter, der udgør grundlaget for undervisningen. Indikationer på fagdidaktiske overvejelser kan også komme til udtryk gennem de begrundelser, der gives for, at et særligt tema eller stof skal være genstand for undervisning. Eksempelvis gives der i prototypen *Computationelle strukturer i interaktive fortællinger* (side 3) en begrundelse for arbejdet med interaktive fortællinger, idet problemfeltet anskues som aktuelt for alle slags digitale artefakter, men rammesættes gennem genrekravet interaktive fortællinger.

Nielsen (1998) redegør for fire fagdidaktiske grundpositioner, hvoraf to: basisfagsdidaktik og etno-didaktik, afspejler et hovedfokus på fagets særlige videns- og problemfelter. I basisfagsdidaktikken bestemmes indholdet af fagets indre logikker og strukturer, hvor særlige indholdstemaer er særligt vigtige. Etno-didaktikken fastholder fagets blik, men legitimerer indholdsudvælgelsen ud fra et mere demokratisk perspektiv, hvor elevernes erfaringsverden og interesser

tilgodeses. De to andre grundpositioner, udfordringsdidaktikken og eksistensdidaktikken, er styret af fagets didaktiske dannelsesforestillinger. Udfordringsdidaktikken retter fagets legitimering gennem en indholdsudvælgelse, der relaterer sig til aktuelle, samfundsmæssige problemfelter, der løses gennem projektorienterede metoder og ofte positionerer eleverne som kritisk-problemløsende. Eksistensdidaktikken tager afsæt i menneskelige grundvilkår, og indholdet udvælges ud fra problematikker, der rammesætter eksistentielle spørgsmål ved mennesket i verden. De fire didaktiske grundpositioner supplerer hinanden og kombineres ofte i mere eller mindre grad.

### **Epistemologiske perspektiver og vidensaspekter**

Et epistemologisk fagsyn implicerer også en forståelse af, hvordan eleven lærer, og hvad viden er. I artiklen trækkes tre vidensaspekter frem, der tilsammen afspejler, hvorledes vi som mennesker tænker, erfarer og handler i verden. De tre aspekter, der her skelnes mellem, er erfaringsviden, praksisviden og propositionel viden (Dohn, 2017; Hachmann, 2020). Erfaringsviden er en kropslig forankret fornemmelse for en situation, der ikke alene er mentalt forankret i hukommelsen, men også kommer til udtryk i den måde, situationen håndteres på med afsæt i dispositioner, følelser og motiver. Erfaringsviden kan ikke reduceres til at være passiv og tilbageskuende, men bør derimod kontinuerligt opbygges gennem partikulære oplevelser. Praksisviden er knyttet til at handle i praksis med bestemte færdigheder. Handlingsperspektivet, som knytter an til færdigheder, er her vigtigt, idet det fører både tavs og artikulerbar viden med sig. Man handler ikke bare, men man handler på baggrund af, i forhold til og gennem noget. Færdigheder kan have forskellige grader af fysisk handlen, og den viden, der er tilknyttet, er tilsvarende forskellig i sin kropslighed. At programmere en Micro:bit kræver ikke den samme grad af kropslighed som at udføre et højdespring. Der er særlige teknikker, udtryksformer og regler forbundet med begge aktiviteter, der gør dem mere eller mindre veludførte. Praksisviden er ikke blot at kunne, men også at vide, hvordan man gør noget på den rigtige måde i relation til de krav og betingelser, situationen stiller. Propositionel viden er viden om noget, der kommer til udtryk gennem forskellige sproglige påstande. Sproglige påstande bygger på og tager afsæt i vores erfaringer med at handle i verden. Disse relateres til både abstrakte begreber, der tilegnes i konkrete situationer, men også til erfaringer fra tidligere situationer. Eksempler på facilitering af den propositionelle viden findes i brugen af designzoner (eksempelvis i 1. klasses forløbsbeskrivelse ”Storm P- og Rube Goldbergmaskiner”) og faglige begrebskort, der er arbejdet med i forløb om ”Vores digitale fremtidsby” i 2. klasse. Når propositionel viden kommer til udtryk, danner erfaringsviden og praksisviden altså

grundlaget for den meningsforståelse, der fremkommer, og som er situationel i den givne kontekst.

## Den fortolkningsmæssige ramme

Metodisk baseres artiklen på dokumentanalyser (Lynggaard, 2015) af forløbsbeskrivelserne (narrativer) i udvalgte prototyper suppleret med interviews (antenarrativer) fra de fagudviklere, der har formgivet prototyperne relateret til styringsdokumenternes formulerede faglighed. Grundlaget for vores dokumentanalyser bygger på den semantiske, kritisk-hermeneutiske fortolkningstradition, som beskrevet af Ricoeur (1990). Ricoeur beskriver denne tilgang som handlingens hermeneutik, der bygger på fortolkning af tekster og disses handlingsforløb (Ricoeur, 1990, s. xi).

Som udgangspunkt for fortolkning opererer Ricoeur med mimesisbegrebet, der omfatter henholdsvis:

- Mimesis 1 (præfigurationen), der repræsenteres gennem de senere beskrevne forløbsbeskrivelser.
- Mimesis 2 (konfigurationen), der er den umiddelbare fortolkning af teksten og den første distance til den oprindelige tekst i mimesis 1.
- Mimesis 3 (refigurationen), der er fiktional og peger ud mod fremtiden og læserens forståelse og fortolkning af teksten og konfigurationen heraf, i en ny refiguration.

Den præfigurative analysegenstand (mimesis 1) er repræsenteret ved de empiriske narrativer og antenarrativer, som er udvalgt fra forløbsbeskrivelser. Disse præfigurerede, narrative elementer undergår en semantisk fortolkning under mimesis 2, som dels peger fremad mod læsernes fortolkning (refigurationen eller mimesis 3) og dels bagud mod de præfigurative beskrivelser fra forløbsbeskrivelserne og forklaringselementer hentet fra styredokumenterne og de transskriberede interviews. En styrke ved denne fremgangsmåde er ikke at levere en færdig, strukturel og bagudrettet analyse, men at pege på fortolkninger og gå mistankens omvej (Rendtorff & Hermansen, 2002, s. 24), som kan danne grundlag for nye fortolkninger. Analysen og heraf afledte fortolkninger har dermed et potentiale for udvikling. Desuden tillader brugen af Ricoeurs fortolkningsgreb, at vi kan nedtone vores egen bias som deltagere i forsøget og de krav om henholdsvis objektivitet og subjektivitet, som en strukturel analyse alene vil være betinget af. Der gives med andre ord et fortolkningsrum med den viden og erfaring, vi bringer med ind i nærværende artikel.

## Den fortolkningsmæssige fremgangsmåde

De præfigurative narrativer (Mimesis 1), som udvælges, kan enten være en sammenhængende tekst eller et antenarrativ: forstået som en mindre tekstdel. Denne tekstdel kan være fragmenteret, uden plots, non-lineær og usammenhængende, men forbinder tidligere historier med fremtidsorienterede perspektiver, der kan virke transformerende (Boje, 2001, 2008; Dau, 2014). Vores arbejde med narrative fortolkninger (konfigurationen) tager afsæt i den tekstlige fremstilling af forløb i teknologiforståelsesfaget, der dels angiver retning i elevernes dannelse og uddannelse til faget, og dels angiver fremtidige handlinger og aktivitet jævnfør beskrivelsen af forløbene.

Forløbsbeskrivelserne, der er genstandsfeltet for analyserne og fortolkningen, fremstilles ikke som klassiske narrativer med en begyndelse, en midte og en afslutning og med indbyggede plots. De er derimod repræsentationer, der gennem beskrivelser, metaforer og begrundelser, som træder frem i teksten, giver et grundlag for efterfølgende selektion og fortolkning af narrativer.

Som indgang til analyserne har vi systematiseret den præfigurative tekst (mimesis<sub>1</sub>) og de bagvedliggende forståelser, der i tekstform repræsenteres i prototyperne. Denne indledende strukturelle analyse baseres på det, som Ricoeur betegner som de egenskaber, der skal være til stede for i konfigurationen at undersøge tekstens plots (Ricoeur, 1990, s. 76). Systematiseringen foregik ved, at alle forløbsbeskrivelser i de 35 prototyper til teknologiforståelse som fag blev undersøgt ud fra følgende skematiske oversigt:

**Tabel 1.**

*Kategorier for indledende systematisering.*

Nr	Prototype	Trin	Plot og metaforer	Fagmål	Legitimering	Fagdidaktiske spor	Epistemologiske spor
				Hvilket problem søges løst?	Skolens formål	Metoder	Erfaringsviden
				Hvilke kompetenceområder dækkes?	Fagdidaktisk	Stofudvælgelse	Praksisviden
						Indhold	Propositionel viden

Tabel 1 blev anvendt dels til identificering af centrale plots eller antenarrativer, som adresserer dele af forskningsspørgsmålet, og dels som den første strukturering og analyse af mimesis 1-teksten med blik for de bagvedliggende præmisser, som fagudviklerne har haft jævnfør format for prototypeudvikling, designmodel, mål, begrebsramme og læseplan.

Efter den skematiske organisering blev det tydeligt, at de prototyper, der bedst favner teknologiforståelsesfagligheden over tid, er de sidst udviklede, hvilket er i tråd med Ricoeurs forståelse af narrativers grundlag for udsigelse af mening (Ricoeur, 1990, s. 3). Denne grad af udsigelse genfindes også i forløbsbeskrivelserne eksempelvis på 3. årgang, hvor der bygges videre på tidligere forløb og opsamling af viden og færdighedsmål:

” Fælles for de fire forløb er, at de samler op på de videns og færdighedsmål for indskolingen, som de tidligere forløb ikke er kommet omkring, herunder videns og færdighedsmål indenfor Teknologisk handleevne og Computational tankegang. Samtidig har forløbene indtænkt en progression fra de forrige forløb i forhold til uddybning og gennemarbejdning af faglige områder fra tidligere forløb indenfor Digital myndiggørelse og Digital design og designprocesser.  
(Dyrendom, Frydendahl, Klausen & Søgaard, 2021, s. 3)

Plottet, som udledes fra narrativerne, består af dets evne til at samle detaljerne i handlingen og favne erfaringen (Når internettet flytter ind – hvem (f)lytter med, s. 76), hvorfor det netop er disse, der udledes, analyseres og fortolkes på. I plots afsløres de uoverensstemmende overensstemmelser (diskonkordant concordance) og i den cirkulære fortolkningsproces og anvendelsen af de indre og ydre referencer favnes disse i genbeskrivelsen (Ricoeur, 1990, s. 43). Dels distanceres beskrivelserne i konfigurationen, som de bliver fremstillet i artiklen her, fra den præfigurerede tekst i prototyperne, og dels peger teksten i artiklen fremad mod en ukendt fremtid og refiguration hos læserne. Udover plots identificeres metaforer i de udvalgte tekster fra prototyperne. Metaforer skal ifølge Ricoeur forstås som tæt forbundet til narrativet, idet de bidrager med sprog, aspekter, kvaliteter samt værdier, der ikke kan favnes i den deskriptive fremstilling. På denne måde fungerer metaforer som en poetisk diskurs og tekstens reference. Et eksempel på dette er overskriften på forløbsbeskrivelserne ”Dear data” i 6. Klasse og ”Intelligente tekstiler” i 7. klasse, som metaforisk udtrykker dels indholdet, men også overskrider en mere traditionel forståelse af henholdsvis data og tekstiler. Metaforen er sammenlignelig med det at ”se som” og har magt til at afsløre ”væren” (Ricoeur, 1990, s. xi) og

dermed det epistemologiske grundlag eller dannelsesstærkning. Metaforerne kan samle forståelsen på en innovativ måde, som betyder, at der afsløres relevante forudsigelser. Den indholdsmæssige analyse har fokus på fagdidaktiske og epistemologiske perspektiver, og hvorledes de træder frem såvel i forløbsbeskrivelserne som i de transskriberede fokusgruppeinterviews. Det betyder, at ikke al tekst i forløbsbeskrivelserne og fra transskriptionerne af fokusgruppeinterviews er lige relevant at se på, men kun narrativer og antenarrativer, som kan adressere disse dele. Derved bliver den narrative fortolkning selektiv i relation til artiklens formål.

Dette betyder, at selektionskriterier til valg af forløbsbeskrivelser inkluderede forløb, som kunne:

- akkumulere viden fra tidligere forløb, dvs. forløb fra henholdsvis 3., 6. og 9. klassetrin.
- inkludere metaforiske beskrivelser samt plots, antenarrativer.
- repræsentere de gennemgående pædagogiske og fagdidaktiske overvejelser fra trinnet (jævnfør fund fra Tabel 1).
- repræsentere generiske didaktiske metoder og artefakter anvendt på trinnet (eks. begrebskort, designzoner, breaker-space/skramlotek og Micro:bit i indskoling).

## Konfiguration 1: Indskoling

I indskoling er forløbsbeskrivelsen i prototypen “Når internettet flytter ind – hvem (f)lytter med” (Dyrendom, Frydendahl, Klausen & Søgaard, 2021) udvalgt som analytisk genstand, da den ligger på 3. klassetrin og trækker på elevernes tidligere forløb, og fordi den adresserer viden og kompetencer, som inkluderer kompetenceområderne og giver et nogenlunde tydeligt indblik i fagligheden. Denne analytiske genstand suppleres med antenarrativer fra et interview med de tre fagudviklere (A, B og C), hvor deres retrospektive forklaringer bidrager til indsigt i deres epistemologiske afsæt og forståelse af teknologi-forståelsesfagligheden.

Teknologiforståelsesfagligheden er i forløbsbeskrivelsen koblet op på elevernes tilegnelse af viden om internetsikkerhed, digitale fodspor og internettets konstruktion koblet med brugsstudier, hvor eleverne opnår færdigheder i at undersøge brugen af digitale artefakter i hverdagen. Desuden tilskynder forløbet, at eleverne kan arbejde teknisk idégenererende. Forløbet lægger ikke op til, at eleverne skal kunne ændre systemindhold og algoritmer, men i stedet at de på baggrund af analyser kan udarbejde idéer og bygge videre på andres idéer

til re-design af de digitale artefakter, så de bliver mere sikre og fremtidssikrede. Dette afspejler forløbsbeskrivelsens fokus på, at teknologiforståelsesfagligheden skal være meningsfuld for eleverne og tage afsæt i deres hverdag og deres erfaringer (eksempelvis med TIK TOK). Der lægges derfor ikke op til, at eleverne skal producere et digitalt artefakt, men at de gennem designprocessen, feedback og refleksioner opnår viden og kompetencer til kunne komme med forslag til forandringer på idékort.

Selve overskriften i forløbsbeskrivelsen indeholder en metafor i form af en personificering af internettet, som dermed tildeles menneskelige egenskaber; at kunne flytte ind og lytte med. Denne metafor favner læserens opmærksomhed, idet den dels italesætter en forståelse af de digitale artefakter (her internettet) som nogle, der kræver dels forståelse og dels kritisk stillingtagen, da de både flytter ind i dit hjem og lytter med på, hvad du siger. På denne måde fungerer metaforen som meningsskabende genbeskrivelse af forløbsbeskrivelsen og som metaforisk reference for, hvordan forløbsbeskrivelsen skal anskues, og hvad det betyder for elevens væren (jævnfør Ricoeur, 1990, s. xi). Brugen af metaforer og personificeringer kan tolkes som et didaktisk greb i forhold til målgruppen i indskoling; brugen heraf favner noget fagligt abstrakt og fjernt på en mere nær måde for både elever og lærere. Samtidig lægges der hos fagudviklerne ikke skjul på, at det ikke kun handler om direkte oversættelser af styredokumenterne til undervisningsforløb, men at de også vil udvikle noget. Prototypen som forandringsimpuls bliver således også omtalt metaforisk: "Det hed sig, at det var en trojansk hest, nede på indskoling. Det handlede om teknologiforståelse, men vi havde også så meget andet på hjerte..." (Fagudvikler B).

Forløbsbeskrivelsen beskriver, hvorledes elevernes hverdag er præget af en digital legekultur, hvor mængden af information på nettet kan være overvældende. Forløbet baserer sig således på en pragmatisk tænkning, hvor fokus er på praksis, og på hvordan virkeligheden udspiller sig i konkrete sammenhænge i relation til praksis (Løgstrup, 2020). Dette viser sig eksempelvis ved, at beskrivelsen lægger op til, at lærerne selv skal finde de rette tidspunkter, hvor de vil intervenere:

” ... hvor læreren løbende griber de øjeblikke, hvor det er meningsfuldt at forklare og udfordre eleverne omkring deres viden om internet og internet sikkerhed. Læreren har derfor brug for at trække på egen viden om feltet, når der løbende opstår mulighed for fælles refleksion og vidensopsamling.

(Dyrendom, Frydendahl, Klausen & Søgaard, 2021, s. 6)



Ligesom hos Fibiger (2020) arbejdes der med et afsæt, som har fokus på lærerens didaktiske stillingtagen, hvor fordringen er, at nye didaktiske kompetencer sættes i spil. I citatet indgår endnu en metaforisk reference, hvor det fremgår, at læreren skal gribe øjeblikke, hvor gribe kan associeres med at gribe en bold eller lignende genstande. Denne metafor rammesætter og refererer til, at læreren skal finde det præcise øjeblik, hvor det findes passende at understøtte eller udfordre eleverne. Der er ikke direkte angivet hvornår eller hvordan, men udelukkende hvem, nemlig læreren. Her forventes læreren først og fremmest at anvende erfaringsviden i relation til hvornår og dernæst sin propositionelle viden i relation til hvordan.

Selvom forløbsbeskrivelsen synes at inkludere en pragmatisk tilgang, så er der også dele af forløbsbeskrivelsen, der trækker mere direkte spor til styredokumenterne: eksempelvis kompetenceområderne og designprincipperne, som på den ene side rammesætter forløbet indhold og metode og på den anden side sætter begrænsninger for en pragmatisk, mere ikke-cementeret tilgang og metode. Det kommer til at betyde, at lærerfagligheden, forstået som lærerens didaktiske frihed og teknologiforståelsesfaglighed, efterspørges, men også at den afgrænses af et på forhånd defineret design med tydelige kompetenceområder, som efterstræbes. Kompetenceområder, som også i sig selv synes at repræsentere forskellige epistemologiske traditioner. Forfatterne af forløbsbeskrivelsen har forsøgt at omgå dette så vidt muligt, idet de ønskede, at forløbet skulle bygge på elevernes dannelse og pædagogiske, almen-didaktiske overvejelser:

” Det der meget problemorienterede, virkelige problemer, det tænker jeg er noget, der lige skal tvistes, sådan at vi husker på, at det handler om børnenes virkelighed – ikk?”. I virkeligheden tage det alvorligt, at det er et dannelsesfag, og det har en skabende identitet, så i virkeligheden som fag, det ligger lige så meget over i håndværksfag som det gør i de humanistiske fag, så i stedet for at sige det ligger i STEM eller de humanistiske fag, så... jeg tænker, det er dannelsesfag.  
(Fagudvikler A)

Indholdet i citatet bekræftes af fagudvikler B og C. Forfatternes beskrivelse af fagligheden, giver i kraft af deres udsagn om, at faget ligger i flere områder (STEM, de humanistiske fag og håndværksfag), udtryk for den pragmatiske tænkning, som forløbene udvikles på baggrund af. Dette resulterer i, at de beskriver faget som et dannelsesfag. Ligeledes afspejler citatet et fokus på børnenes virkelighed og erfaringer (mere end komplekse samfundsmæssige problemer), og at forfatternes didaktiske grundposition mest synes at relatere til etno-didaktikken

(Krogh & Nielsen, 2012). Når forfatterne tidligere beskriver deres udvikling som en Trojansk hest, gives der et metaforisk billede på, hvordan de har sneget sig ind i feltet og bragt det frem, de havde på hjerte, mere end det, der måske umiddelbart var forventet. Forløbsbeskrivelsen angiver i sit formål følgende:

” Eleverne skal i dette forløb udvikle faglige kompetencer, således at de konstruktivt og kritisk kan forstå, hvad internettet er samt forstå synlig og usynlig dataopsamling i et børneperspektiv og dets muligheder og konsekvenser med henblik på at forstå, skabe og agere meningsfuldt i et fremtidigt digitaliseret samfund. Forløbet vil også rammesætte refleksioner over internet etik og hensigtsmæssig kommunikation på internettet.  
(Dyrendom, Frydendahl, Klausen & Søgaard, 2021, s. 4)

Formålet konkretiserer således, dels hvad der skal udvikles (udviklingen af faglige kompetencer) og dels hvorfor der skal udvikles (med henblik på forståelse, skabelse og ageren). Dette synes at have en tydelig sammenhæng med det overordnede formål med forsøg med teknologiforståelse i folkeskolen, da forståelse og udvikling af kompetencer også her står helt centralt, hvilket også fremhæves af en fagudvikler:

” Fordi, hvor styrken ligger, der ligger den i virkeligheden i formålet for teknologiforståelse. For der er beskrevet jo noget, der godt kan oversættes til en pædagogisk ramme for faget, men når man så ryger over i mål, og det gør lærerne hurtigt, de ryger hurtigt over i den der mål matrix-agtige, så kan det godt virke en lille smule sådan instrumentelt og teknisk, altså de skal arbejde med netværk eller et eller andet ikk?  
(Fagudvikler A)

Forfatterne problematiserer den forskydning, der foregår fra formål til mål i styredokumenterne og pointerer i ovenstående citat, at det kommer til at virke instrumentelt, hvorfor det synes at kunne afspejle en uoverensstemmende overensstemmelse som forfatterne forsøger at overvinde gennem deres egne pædagogiske overvejelser (det, de har på hjerte, jævnfør tidligere citat). De pædagogiske overvejelser adresseres som værende relaterede til følgende områder:

” ...ja, nu kan vi godt brug ordet – legende,... trendy tilgang vi kan have overhovedet til undervisning – nej, men sådan hvis vi skal holde det indenfor det, vi arbejder med her, sådan en eksperimenterende eksplorativ tilgang. Jeg tror også det har noget at gøre med hvad for en kok har der lige siddet (og været udvikler)... og måske fordi vi også [de 3 udviklere] har haft forskellige styrker allesammen... og ved det vi har lavet alt sammen sammen.  
(Fagudvikler B)

I dette citat argumenteres der med afsæt i deres pædagogiske intentioner for forløbsbeskrivelsen, og der synes i denne sammenhæng at være paralleller dels til den tænkning om teknologiforståelse, som er beskrevet hos Paaskesen & Nørgaard (2016) og dels til Hansen (2020) i relation til det legende og udforskende, men også i relation til den dannelses-tænkning, som ikke synes at være begrænset, men trækker på forskellige fagområder (jævnfør tidligere citat om det humanistiske, håndværksmæssige og STEM). Således afspejles et pragmatisk forsøg på at imødekomme teknologiforståelsesfagligheden med afsæt i fagudviklernes kompetencer og intentioner. Dette bekræftes også af fagudviklernes italesættelse af, at de har arbejdet symfonisk med forsøgets kompetenceområder.

Den grundlæggende pædagogiske tænkning, som udviklerne har forsøgt at indlejre i prototyperne generelt og retrospektivt, er med deres egne ord rettet mod lærernes mulighed for re-didaktisering af forløbene og en pædagogisk tænkning, som tager afsæt i formålet med forsøgsprojektet og et fokus på elevernes dannelse samt det eksperimenterende, udforskende og legende.

## Konfiguration 2: Melletrin

På melletrin er forløbsbeskrivelsen i prototypen ”Computationelle strukturer i interaktive fortællinger” (Københavns Professionshøjskole, Læremiddel.dk, VIA University College, UCN, Rambøll, 2020) udvalgt som analysegenstand. Prototypen er en blandt fire afsluttende forløb til 6. klasses-trin og formodes derfor at være udtryk for den faglige position, fagudviklerne er kommet frem til gennem arbejdet med forsøgsfaget som selvstændigt fag på melletrinnet. Denne analytiske genstand suppleres med antenarrativer fra et interview med de 3 fagudviklere (D, E og F), hvor deres retrospektive forklaringer bidrager til en fortolkning af deres epistemologiske afsæt og forståelse af teknologiforståelsesfagligheden.

Forløbsbeskrivelsen er typisk for de øvrige prototyper på mel-

lemtrinnet ved at have en ret begrænset brug af metaforer. Det mere beskrivende og udfoldede metaforiske sprog optræder i højere grad i de elev- og lærerressourcer, som prototypen indeholder udover forløbsbeskrivelsen. Selvfølgelig bliver således i høj grad et dokument, der over for læreren skal beskrive, hvad der skal ske, hvornår og hvorfor.

Omdrejningspunktet i prototypen er at forstå computationelle strukturer, ved at man skaber interaktive fortællinger, og forstå at disse strukturer går igen i andre digitale artefakter. Således indledes forløbsbeskrivelsen med følgende begrundelse for valget af problemfelt:

” Bag ethvert digitalt artefakt ligger en ide, som er omsat til computationel struktur. En forståelse for computationelle strukturer er derfor essentiel i teknologiforståelsesfaget, både når eleverne forsøger at forstå eksisterende artefakters opbygning, og når de selv skal konstruere digitale artefakter og derfor skal kunne strukturere deres egne ideer computationelt.  
(Københavns Professionshøjskole, Læremiddel.dk, VIA University College, UCN, Rambøll, 2020, s. 4)

Citatet beskriver, at der i arbejdet med digitale artefakter er flere didaktiske forståelser i spil, hvor forståelse relaterer til den erfarings- og praksisviden, eleverne oparbejder gennem konstruktioner. Implicit ligger heri, at den viden, der udvikles, er eksemplarisk og overførbart til andre situationer: ”De computationelle strukturer, som eleverne skal arbejde med, lader sig overføre til andre typer artefakter, [...] den opnåede forståelse gennem denne prototype kan altså anvendes videre frem i mange andre sammenhænge.” (Københavns Professionshøjskole, Læremiddel.dk, VIA University College, UCN, Rambøll, 2020, s. 4). Denne pointe gentages i forløbsbeskrivelsens perspektivering både i forhold til det væsentlige i, at eleverne opnår en bevidsthed om computationelle mønstre og som eksemplarisk, ved at de fremadrettet kan gribe tilbage til denne prototype, når der skal konstrueres digitale artefakter (Københavns Professionshøjskole, Læremiddel.dk, VIA University College, UCN, Rambøll, 2020, s. 19). Udover den computationelle tænkning ligger forløbsbeskrivelsen op til, at man arbejder med digitalt design og designprocesser samt teknologisk handleevne. I forløbet arbejdes der med Twine som et værktøj til strukturering af interaktive fortællinger. Der gøres en del ud af at forstå værktøjet både gennem konstruktion eller modificering af eksisterende fortællinger, men også ved at afprøve andres fortællinger og herigennem opbygge egen forståelse af de mulige narrative forløb. I forløbsbeskrivelsens 2. udfordring (Københavns Professionshøjskole, Læremiddel.dk, VIA

University College, UCN, Rambøll, 2020, s. 15) udvides dette undersøgelses- og forståelsesarbejde til at omfatte programmering som en del af den interaktive fortælling. Da der er tale om tekstbaseret programmering, som i følge trinmålene først introduceres i udskoling, gøres der særligt opmærksom på dette, og der peges på, at der kan skabes erfaringer, som eleverne kan bruge, når de for alvor skal arbejde med tekstbaseret programmering senere (Københavns Professionshøjskole, Læremiddel.dk, VIA University College, UCN, Rambøll, 2020, s. 6).

Forløbsbeskrivelsen gør også noget ud af at sikre elevernes forståelse af faglige begreber. Det er en del af den særlige prototype-skabelon, at man har en oversigt over centrale faglige begreber, men det understreges her, at lærere skal understøtte og stilladsere elevernes forståelse ved selv at anvende og støtte eleverne i at anvende begreberne. Det er i høj grad læreren, der skal sikre dette, og det skal gøres, hvor det giver mening. Der stilles krav til underviseren om at have både en god forståelse for selve fagbegreberne, men også en forestilling om progression i elevernes viden gennem brug af specifikke sproglige ytringer og termer gennem forløbet. Der er tale om en pragmatisk tænkning, og der lægges op til basisfagsdidaktiske overvejelser i relation til arbejdet med fagbegreber og elevernes progression.

Teknologiforståelse er ikke udsprunget af en etableret faglighed, men er sammensat af flere videnskabsdiscipliner, der mødes og sammen skaber en ny faglighed. I forløbsbeskrivelsen trækkes i høj grad på datalogi. Ikke bare gennem valget af stofområde, men også gennem metoder, hvor især use-modify-create-tilgangen bliver omdrejningspunktet for elevernes bearbejdning af det faglige stof. Eksempelvis skal eleverne i forløbet tage udgangspunkt i et præfabrikeret eksempel; selv udbygge og sidenhen skabe deres egen interaktive fortælling.

De forskellige faglige forudsætninger hos fagudviklere fremhæves som afgørende for deres udvikling af prototyperne. Dette formuleres af fagudvikler D: "Så grunden til, hvor vi er nået til, hvor vi er, det er, at vi har trukket og hjulpet hinanden med vores forskellige fagligheder, og så har vi heldigvis haft noget at byde ind med, i den her...". Fagudvikler E fortsætter: "Det har været en gave for den her gruppe, at vi har haft en datalog med, hvor jeg tænker, at det kan jeg ikke med en lærerbaggrund læse mig til eller tænke mig til eller spørge mine kollegaer om." Tilstedeværelsen af en datalog synes at forklare vægtningen af en basisfagsdidaktisk tilgang, hvor basisfagets, i dette tilfælde datalogi, struktur og indhold nedsiver i undervisningsfaget, uden at det omformes af pædagogiske teorier og hensyn (Krogh & Nielsen, 2012). Udover denne nedsivning kan der også spores en brug af mere almene tilgange og metoder gennem en række forskellige øvelser og opgaver, der kan genfindes på tværs af skolens fag. For eksempel brugen af dobbeltcirkler til retrospektion (Københavns Professionshøjskole,

Læremiddel.dk, VIA University College, UCN, Rambøll, 2020, s. 17). og brugen af spilelementer til idégenerering (Københavns Professionshøjskole, Læremiddel.dk, VIA University College, UCN, Rambøll, 2020, s. 16). Det at trække på eksisterende fag og deres opfattelser af viden og didaktik peger fagudviklerne også selv på:

” Anden fagdidaktisk tekst om, hvordan man kan arbejde med programmering, som jo ligger beskrevet typisk til voksne, som man så skal lave en omformning af, qua hvad man ellers ved om didaktiske ting, fra ens andre fag (...) jeg kommer med matematikfaglig baggrund og trækker jo så en del af matematikkens didaktik ind i, hvordan jeg vil omsætte de her faglige domæner til et eller andet, der giver mening, hvordan man vil arbejde med repræsentationsformer eller abstraktion, eller hvad ved jeg?  
(Fagudvikler F)

Citatet oven for vidner om, at fagudvikleren selv anskuer det fagdidaktiske arbejde som et konglomerat, der dels trækker på fagudviklernes egne didaktiske og faglige forståelse, dels deres erfaringsviden og dels på deres eksisterende didaktiske kendskab og tilgange. En anden vinkel på de forskellige fagligheder, der skaber baggrund for forsøgsfaget er, at den implicitte designforståelse lægger op til en udfordringsdidaktisk tilgang, og at den ud fra denne skabte prototypeskabelon, som fagudviklerne har været underlagt, både har skabt et forsøg på retning, men også har betydet, at fagudviklerne har oplevet, at skabelonen arbejdede imod den tilgang, de ønskede til fagets vidensforståelse og didaktik:

” Havde vi haft mere frihed til at sige, ”det er sådan, vi fortolker målene, så er det sådan her vi kunne lave en prototype, den kunne skaleres på den her måde, og rent didaktisk kunne vi planlægge det og lave en rammesætning der hedder sådan og sådan, hvor der har vi været bundet af”, nå men vi skal starte i et problem, og så skal vi løse det, og så skal vi også designe noget.  
(Fagudvikler D)

Der peges på nogle af de udfordringer, der har været i forbindelse med omskabelsen af fagligheden med styringsdokumenternes baggrund, og hvorledes disse rammer har virket begrænsende på fagudviklernes udformning af prototyperne. Især produktkravet i arbejdet med digitale artefakter synes at have været en forhindring eller en uoverensstemmelse i relation til den overensstemmende beskrivelse, som er fremkommet i prototypen.

## Konfiguration 3: Udskolingen

Som analysegenstand på udskolingsniveau er forløbsbeskrivelsen fra prototypen "Appanalyse" (Hjort, Christensen, von Sehested & Erkmann, 2021) udvalgt. Denne udvælgelse baseres på, at forløbet er det sidste af den samlede forløbsprogression på 9. klassetrin og bygger på de tidligere forløb både til 9. klasse, men også på tidligere forløb på 7. klassetrin. Forløbet formodes at afspejle fagudviklernes faglige position, der er blevet til gennem det samlede udviklingsforløb inden for teknologiforståelsesfaget som selvstændigt fagområde i udskolingen. Denne analytiske genstand suppleres med antenarrativer fra et interview med de 2 fagudviklere (G og H), hvor deres retrospektive udtalelser bidrager til forklaring til deres epistemologiske afsæt og forståelse af teknologiforståelsesfagligheden.

Forløbsbeskrivelsen er overordnet set et eksempel, der i mindre grad gør sprogligt brug af metaforer og plots og i højere grad har fokus på det fagdidaktiske område i form af faglige metoder og epistemologiske perspektiver. I forløbsbeskrivelsens første sætning iscenesættes forløbet med afsæt i elevernes livsverden: "I forløbet skal eleverne analysere en af de apps, de bruger i deres dagligdag" (Hjort, Christensen, von Sehested & Erkmann, 2021, s.3). Dermed indtages en etno-didaktisk position (Krogh & Nielsen, 2012), der med afsæt i elevernes subjektive interesser søger at skabe en meningsfuldhed i forhold til elevernes livsverden. Forløbet foreslår selv SnapChat som genstand for elevernes analyser i forhold til at blive sig bevidst om deres egen adfærd og brug af app'en, der pt. er populær hos mange unge. I nær-analyserne af sprogbrugen bliver det ligeledes tydeligt, at forløbsbeskrivelsen rummer en problematiserende undertone. Dette indikeres bl.a. ved gentagende brug af begrebet "konsekvens(er)". Eksempelvis i forløbsbeskrivelsen nævnes det, at eleverne både skal "blive klogere på den enkelte app (og de eventuelle konsekvenser, brugen af app'en har), og senere: "Endeligt skal eleverne vurdere konsekvenser for individ og samfund..." (Hjort, Christensen, von Sehested & Erkmann, 2021, s. 3).

Brugen af et begrebet "konsekvens" er henførbart til en fagterm i den faglighed, der er defineret i styringsdokumenterne, både i fagets formål, men også i kompetencemålene, hvor det først og fremmest fremkommer under digital myndiggørelse i form af konsekvensvurderinger i forhold til digitale artefaktens betydning og potentialer. Ud over konsekvensvurderinger lægges der i forløbet op til, at eleverne skal komme med forslag til mulige re-designs af enkelte elementer i app'en. I forløbsbeskrivelsen gøres der eksplicit opmærksom på, at eleverne ikke kommer ud i en reel designproces, hvor de formgiver et design og dermed ikke følger den forløbsmodel, som prototyperne normalt følger. Der er dermed en aktiv metarefleksion henvendt mod

læreren i forhold til prototypens afdækning af fagets kompetenceområder.

Nedtoningen af den konkrete designproces genspejler en epistemologisk position, hvor der er en højere vægtning af abstrakte, kognitive processer, og hvor propositionel viden fremhæves. I forløbsbeskrivelsen påpeges eksplicit det centrale i, at elever hele tiden stiller spørgsmål til de digitale teknologier (Hjort, Christensen, von Sehested & Erkmann, 2021, s. 9). Eleverne skal vurdere, forestille sig og dele disse forestillinger med hinanden gennem sprogliggørelser af forslag til re-designs af enkelte elementer i den valgte app. Der er tale om former for abstraktioner, hvor eleverne modellerer løsninger på en udfordring i en proces, der ligger forud for den egentlige applikation. Der trækkes på en naturfaglig indgang til problemløsning, og prototypen kan, uden at dette ekspliciteres, ses som en måde at træne elevernes problemløsningsstrategier med afsæt i denne faglighed. Dette bekræftes også indirekte af fagudvikleren til prototypen, der påpeger: "... hele den naturvidenskabelige del er totalt drænet fra faget, som jeg ser det med mine meget stærke naturfaglige briller (...) også fordi faget kommer i... eller har jo sin start i naturvidenskabsstrategien" (Fagudvikler G). En nærliggende tolkning på ovenstående er, at prototypens indhold er et forsøg på, fra fagudvikleren side, at skabe et naturvidenskabeligt afsæt for elevernes problemløsningsstrategier og undersøgelser af den valgte app.

Prototypen kan anskues som en faglig positionering mellem kompetenceområderne digital myndiggørelse samt digital design og designprocesser. Dermed lægges der et fagligt fokus på netop disse to kompetenceområder, og prototypen må ses som et forsøg på at omsætte netop de færdigheds- og vidensmål, der knytter sig hertil.

Der er indikationer på, at digital myndiggørelse har en særlig tyngde, idet begreber fra dette kompetenceområde oversættes til direkte faglige handlinger i forløbet herunder teknologianalyse, brugsstudier og konsekvensvurderinger. I forløbets progression, sker en bevægelse fra personlig livsverden til refleksioner over konsekvenser for samfundet, der forskyder den didaktiske position fra et etno-didaktisk perspektiv til det udfordringsdidaktiske perspektiv. Denne bevægelse afspejler ligeledes den beskrevne faglighed i styredokumenterne, hvor eleverne i vid udstrækning skal arbejde med og forholde sig til komplekse samfundsrelaterede problemstillinger.

Forløbsbeskrivelsen rammesætter prototypen som en ydre struktur, der samtidig implicerer, at læreren må træffe en række fagdidaktiske valg herunder, hvilken app der tages afsæt i, men også i forhold til de øvrige ressourcer i form af faglige loops med videre, der knyttes til forløbet. Fagudviklerne henvender sig i den forbindelse til læreren gennem metakommunikation og påpeger, at der er "... rigeligt med



materiale til at dække undervisningen, og der er samtidig lagt tilstrækkelig fleksibilitet ind, så man let kan tilpasse timetallet og få mulighed for øvrig opsamling inden fagets afslutning.” (Hjort, Christensen, von Sehested & Erkmann, 2021, s. 4). Prototypens forholdsvis faste struktur og den her fremhævede metatekst kan tolkes som et forsøg på at give læreren vide rammer for sin metodefrihed, samtidig med at der skabes en faglig stilladsering, der kan støtte læreren i forhold til stof og indholdsudvælgelse. Der ligger en normativ vurdering hos fagudvikleren, der ganske tydeligt påpeger, at læreren ikke behøver søge ud over prototypen. Dette giver forløbsbeskrivelsen og prototypen som helhed præg af at være et afgrænset og stramt forløb, hvor der er plads til lærerens justeringer, men inden for fastlagte rammer.

Prototypen som helhed bærer præg af at være en hybrid mellem et åbent idekatalog på indholdssiden og et styret undervisningsforløb på struktursiden. Denne hybriditet spores også hos fagudviklerne, hvor der netop gives udtryk for en mangel på klarhed over, hvad prototypen skal repræsentere:

” Jeg synes, det har været en stor opgave, at få den her faglighed didaktiseret, så at lærerne reelt kan bruge den. Der har været for stort et spring. Øhm, så omkring prototyperne, det er i hvert fald at få en stærk didaktisering af fagligheden og at det kan hjælpe lærerne med at... finde hoved og hale i de hoveddokumenter, der ligger der.  
(Fagudvikler G)

og

” Er det undervisningsmateriale, er det en idé, eller er det halvfabrikat eller hvad pokker er det? Altså, og det synes jeg har været et problem hele vejen og det har været et problem i forhold til, hvad det var vi sad og lavede, ikke?  
(Fagudvikler H)

Fagudviklerne påpeger, at prototypeformatet har haft en formaterende kraft på, hvordan fagligheden er blevet fortolket og didaktiseret med henblik på at støtte læreren i at arbejde målrettet med målbeskrivelserne i faget. Der peges løbende i interviewet på, at en grundlæggende udfordring er det store spring, der hersker mellem faglighedens indbyggede kompleksitet og det faglige underskud, der både ligger hos lærerne, men også hos fagudviklerne selv, der identificerer sig som henholdsvis naturfags- og almindidaktikere.

## Epistemologiske og fagdidaktiske mønstre på tværs af forløbsbeskrivelserne

I konfigurationerne af de udvalgte forløbsbeskrivelser ovenfor er der udledt nogle tværgående mønstre i relation til de beskrevne epistemologiske og fagdidaktiske perspektiver. Disse mønstre binder de uoverensstemmende overensstemmelser sammen i en ny forståelse og sammenhæng. De fortolkningsmæssige konfigurationer er et udtryk for den første distancering til præfigurative forløbsbeskrivelser, som har været underlagt vores bearbejdning. Der er derfor ikke tale om udtømmende analyser af forløbsbeskrivelserne og deres indhold, men en selektion og bearbejdning, som kan give et indblik i det fagdidaktiske og epistemologiske grundlag.

Fra et epistemologisk perspektiv har indskolingen et særligt udtalt fokus på, at eleverne skal tilegne sig håndgribelige erfaringer med teknologien, kombineret med en pragmatisk legende og eksperimentel tilgang. På mellemtrinnet er der stadig en høj vægtning af en tilegnelse af erfaringer med teknologierne, men denne står i forbindelse med den metodiske fremgangsmåde use-modify-create, hvor elevernes færdigheder og erfaringer kombineres gennem kreative og skabende processer. Derudover indgår også propositionel viden i elevernes forståelse og arbejde med fagligheden gennem evalueringer og introspektion. Udskolingen har i højere grad end indskoling og mellemtrin fokus på det propositionelle vidensaspekt, men inkluderer også erfaringsviden og praksisviden som en del af forløbet. Det epistemologiske fokus på propositionel viden kommer især til udtryk ved, at eleverne i højere grad skal forstå og anvende faglige begreber og termer som en del af diskussioner og refleksioner omkring designprocesserne. Derudover lægges der vægt på, at eleverne eksplicit kan formulere og vurdere konsekvenserne af digitalisering på mere abstrakte niveauer som "menneske og samfund". Der synes fra et progressionsperspektiv at være en forventning om, at elevernes abstraktionsevne stiger med alderen og dermed også en logik i, at viden tæt på elevens erfaringshorisont er mere udtalt i indskoling, og at den propositionelle viden er mere udtalt i udskolingen, hvor eleverne for eksempel skal arbejde introspektivt med at forklare og diskutere grundlaget for deres arbejde i højere grad end med kropslige og legende tilgange.

Fagdidaktisk afspejles der forskellige didaktiske tilgange i de forskellige prototyper. I indskolingen er der en afspejling af elementer fra etno-didaktikken, hvor prototypernes indhold mere er bestemt af elevernes erfaringsverden og rettet mod deres dannelse end bestemt af styredokumenternes ønske om mere udfordringsdidaktiske perspektiver relateret til komplekse problemstillinger og samfundsudfordringer.

På mellemtrinnet kombineres basisfagsdidaktikken og udfordringsdidaktikken, men med vægt på førstnævnte. Dette afspejles i, at der på mellemtrinnet er et overvejende fagligt fokus på elevernes forståelse af begreber og faglige progression (og støtte hertil), som læner sig relativt tæt op ad styredokumenterne, selvom denne ramme problematiseres af fagudviklerne.

I udskolingens progression sker der en bevægelse fra personlig livsverden til refleksioner over konsekvenser for samfundet, som afspejler en bevægelse fra et etno-didaktisk perspektiv til en udfordringsdidaktik. Dette er i overensstemmelse med den beskrevne faglighed i styredokumenterne, hvor eleverne i vid udstrækning skal arbejde med og forholde sig til komplekse samfundsrelaterede problemstillinger. Ligesom på mellemtrinnet afspejler udskolingens prototype, at fagudviklerne har arbejdet i et spændingsfelt mellem naturfagdidaktiske positioneringer og almindidaktiske positioneringer delvist afledt af fagudviklernes egen baggrund og kompetencer, hvilket i højere grad er afgørende i de tilhørende elev- og lærerressourcer, men ikke i forløbsbeskrivelsen.

Både i udskoling og på mellemtrinnet problematiseres styredokumenternes snævre rammer for udfoldelsen af forløbsbeskrivelserne, men i indskoling har fagudviklerne i højere grad arbejdet med at overskride denne gennem deres "Trojanske hest". På mellemtrinnet synes fagudviklerne at balancere og udfordre rammen, og i udskoling er der i højere grad tale om tilpasning til rammen og samtidig en kritik heraf. Uanset, hvordan fagudviklerne har grebet udfordringen med at skabe uoverensstemmende overensstemmelser mellem styredokumenter og forløbsbeskrivelserne an, så har styredokumenterne præget både produktion og indhold i forløbsbeskrivelserne og dermed udgjort den baggrund, som udviklingen må ses i lyset af.

Fra et fagdidaktisk perspektiv bidrager vores undersøgelse med et fokus på, hvordan fagudviklernes fortolkninger har forskudt sig i forhold til den oprindeligt formulerede faglighed.

Generelt er der et billede af en forskydning fra et udfordringsdidaktisk udgangspunkt i de tidlige prototyper, mod et etno-didaktisk udgangspunkt med et afsæt i elevernes livsverden og umiddelbare erfaringer. De faglige kompetenceområder udfoldes med udgangspunkt i problemer og udfordringer, som eleverne i højere grad kan genkende. Denne forskydning fra udfordringsdidaktikken mod en styrket etno-didaktisk position har en betydning for den fagdidaktiske stof- og indholdsudvælgelse i prototyperne, og på den måde har prototyperne som helhed bevæget sig fra problemløsning af abstrakte virkelighedsnære problemstillinger gennem design til elevcentrerede læringsmiljøer, ligesom de har bevæget sig fra et rammestyret undervisningsmiljø til elevcentrerede kreative design, og endelig fra den kontrollerede

styring af viden og kompetencebaseret uddannelse til et større fokus på elevernes dannelse gennem faget.

Bevægelsen mellem udfordringsdidaktik og etno-didaktik peger således på, hvorledes læreren må orientere sig og balancere forskellige didaktiske positioner som afsæt for undervisning i teknologiforståelse som selvstændig faglighed.

## Konklusion

Igennem de narrative konfigurationer har vi gjort opmærksom på, at der fra indskoling mod udskoling sker en progression i de epistemologiske spor fra en overvejende konkret, legende tilgang i indskoling til en overvejende abstrakt og problemløsningsorienteret tilgang i udskoling. Disse fund bekræftes også i den gennemgang af forløbsbeskrivelserne, som er foretaget i den strukturelle indledende analyse (Figur 1). Samtidig har vi påpeget, at den didaktiske grundposition i forløbsbeskrivelserne har rykket sig fra primært en grundlæggende udfordringsdidaktisk position til en mere etno-didaktisk position særligt i indskoling og på mellemtrinnet, men også i form af stofudvælgelsen på udskolingsniveau.

Forskydningen fra det legende og eksperimenterende i indskoling til et større abstraktionsniveau i udskoling kan til dels forklares af et syn på faglig progression og elevernes erkendelsesmæssige kompetencer og fagligheder på de forskellige trin, og til dels af forskellige fagdidaktiske orienteringer hos fagudviklerne og deres måde at arbejde og forhandle udarbejdelsen af prototyperne på. Fagdidaktisk peger dette på, at forskellige didaktiske grundlag har inspireret fagudviklerne fra det legende og udforskende i arbejdet med teknologisk forestillingskraft i indskoling til mere scenariedidaktiske inspirationer og videre til naturvidenskabelige møder i udskoling. Det interessante i denne sammenhæng er, at der i analyserne er indikationer på, at denne tendens er generel og på tværs af fagudviklernes arbejde. Vi har gennem vores konfigurationer givet et indblik i nogle af de udfordringer, der har været i relation til at overskride forskellige epistemologiske og fagdidaktiske traditioner og retninger både hos fagudviklere og i de iboende styredokumenter, som ligger til grund for forløbsbeskrivelserne. Vi har skitseret, hvorledes disse uoverensstemmende overensstemmelser har været en udfordring og en balancegang i etableringen af prototyperne. Artiklen har igennem de konfigurative fortolkninger af udvalgte forløbsbeskrivelser vist en teknologiforståelsesfaglighed, som har udviklet sig i et spændingsfelt mellem styredokumenternes

retningsgivende mål og kompetencer, fagudviklernes fagdidaktiske (for)forståelser og fortolkninger og de grundlæggende antagelser og værdier, som fagudviklerne har båret med sig og forhandlet i gruppen af med-fagudviklere. Forløbsbeskrivelserne og de retrospektive forklaringer fra interviewene med forløbsudviklerne afspejler, hvorledes fagudviklerne har overskredet og forhandlet indlejrede modsætninger mellem egne forståelser og styredokumenternes retningsgivende anvisninger, således at forløbsbeskrivelserne fremstår overensstemmende med styredokumenternes intention og samtidigt overskrider disse.

Den overordnede udviklingstendens i forløbsbeskrivelserne peger på, at fagudviklerne har haft et etno-didaktisk afsæt med deres respektive fag- og dannelsessyn, der er blevet udfordret af styringsdokumenternes overvejende afsæt i basisfags- og udfordringsdidaktikken.

## Referencer

- Boje**, D. M. (2001). *Narrative methods for organizational & communication research*. Sage.
- Boje**, D. M. (2008). *Storytelling organizations*. Sage.
- Caeli**, E. N. (2020). *Teknologiforståelse* (1. udg.). Aarhus Universitetsforlag.
- Caeli**, E. N., & Bundsgaard, J. (2019). Computational thinking in compulsory education: A survey study on initiatives and conceptions. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09694-z>
- Caeli**, E. N. & Dybdal, M. (2020). Teknologiforståelse i skolens praksis. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 12(22). <https://doi.org/10.7146/lom.v12i22.115613>
- Christensen**, O. (2020). Teknologi og forståelse. *Unge Pædagoger*, 81(1), 15-24.
- Dau**, S. (2014). The use of the threefold mimesis. *Akademisk kvarter/Academic Quarter*, 112-125.
- Dohn**, N. B. (2017). *Epistemological concerns – querying the learning field from a philosophical point of view* [doktordisputats]. Syddansk Universitet.
- Dyrendom**, K., Frydendahl, J. A., Klausen, M. T. & Søgaard, P. (2021). *Teknologiforståelse som fag 3. Klasse, 2 forløb. Når internettet flytter ind – hvem (f)lytter med*. Lokaliseret [02.02.21] på: <https://xn--teknologiforstaaelse-6cb.dk/wp-content/uploads/2021/06/2.-N%C3%A5r-internettet-flytter-ind-3.-kl-SOM-FAG-27-05-2021.pdf>
- Fibiger**, J. (2020). *Teknologiforståelser: Filtret ind i og ud af teknologiens verden*. Samfundslitteratur.
- Fougt**, S. S. & Philipps, M. R. (2020). *Teknologiforståelse – I et scenariedidaktisk perspektiv*. Hans Reitzel.

- Hachmann, R.** (2020). *Didactic Design for Transformations of Subject-content Knowledge: An investigation of student teachers' transformations of subject-content knowledge between professional education and practice* [ph.d.-afhandling]. Syddansk Universitet.
- Hansen, T. I.** (2020). Teknologiforståelse som praktisk klogskab. *Unge Pædagoger*, 81(1), 25-35.
- Hansen, T. I., Thruelsen, D. K., & Skinnebach, L. H.** (2019). Socio-teknologisk fantasi og formåen: Et dobbelt didaktisk perspektiv på teknologiforståelse i læreruddannelsen. *Studier i Læreruddannelse og Profession*, 4(1), 5-27.
- Hjort, M., Christensen, B. R., von Sehested, M. & Erkmann, M.** (2020). *Teknologiforståelse som fag 9. klasse, 3. forløb, AppAnalyse*. Lokaliseret [02.02.21] på: <https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/06/3.-AppAnalyse-9.-klasse-SOM-FAG.pdf>
- Krogh, E., & Nielsen, F. V.** (red.) (2012). Sammenlignende fagdidaktik 2. *Cursiv*.
- Krogh, E., Qvortrup, A. & Christensen, T.** (2016). *Almendidaktik og fagdidaktik*. Frydenlund.
- Københavns Professionshøjskole**, Læremiddel.dk, VIA University College, UCN & Rambøll (2019). *Didaktiske prototyper format og vejledning*. <https://tekforsøget.dk/forlob/som-selvstaendigt-fag-mellemtrin/>
- Københavns Professionshøjskole**, Læremiddel.dk, VIA University College, UCN, Rambøll (2020). *Teknologiforståelse mellemtrin 6. klasse, Computationelle strukturer i interaktive fortællinger*. Lokaliseret [02.02.21] på: <https://xn--tekforsget-6cb.dk/forlob/som-selvstaendigt-fag-mellemtrin/>
- Lynggaard, K.** (2015). Dokumentanalyse. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard, (2015). *Kvalitative metoder: En grundbog* (2. udgave), s. 153-167. Hans Reitzels Forlag.
- Løgstrup, L. B.** (2020). *Pragmatisme*. Læremiddel.dk. Lokaliseret 18. januar, 2021, på [https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2021/04/Pragmatisme\\_printversion\\_2020.pdf](https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2021/04/Pragmatisme_printversion_2020.pdf)
- Naur, P.** (1967). *Datamaskinerne og samfundet*. Munksgaard.
- Nielsen, F. V.** (1998). *Almen musikdidaktik*. Akademisk Forlag.
- Paaskesen, R. B. & Nørgård, R. T.** (2016). Designtænkning som didaktisk metode: Læringsdesign for teknologisk forestillingskraft og handlekraft. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 9(16). <https://doi.org/10.7146/lom.v9i16.24201>
- Rendtorff, J. D. & Hermansen, M.** (2002). *En hermeneutisk brobygger: tekster af Paul Ricoeur*. Klim.
- Ricoeur, P.** (1990). *Time and narrative* (genoptrykt). The University Chicago Press.
- Teknologiforståelse i folkeskolen.** (2021). *Om forsøget med teknologiforståelse i folkeskolen*. Lokaliseret den 3. februar, 2021, på: <https://tekforsøget.dk/om-forsøget/>
- Tuhkala, A., Wagner, M-L., Iversen, O. S. & Kärkkäinen T.** (2019). Technology Comprehension – Combining computing, design, and societal reflection as a national subject. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 54-63. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212868918301016>
- Wagner, M-L., Iversen, O. S. & Caspersen, M. E.** (2020). Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computationel empowerment i den danske grundskole. *Unge Pædagoger*, (1). <https://u-p.dk/vare/2020-nr-1/>

# Abstract

---

Undoubtedly, digital technologies have a substantial impact on our societies. Therefore, it is relevant to introduce the course “technology comprehension” in public school. Equally so, it is important to discuss the content of the course and specifically, how technology is conceived through the stated learning goals. Based on the field of science and technology studies (STS), I analyse the course’s implicit technology comprehension and I argue that an understanding of technology as an actor in a more-than-human world needs to be included. This implies emphasizing the complexity, opacity and ‘unruly’ aspects of technology and thereby empowering the students not to become masters of technology exclusively, but to live in a more-than-human world. The article is concluded by an inconclusive list of suggestions for how to develop the course. The hope is that the list can inspire practitioners in public school to develop their own ideas and learning activities.

Digitale teknologier har utvivlsomt en betydelig indvirkning på vores samfund. Derfor er det relevant at indføre faget ”teknologiforståelse” i folkeskolen. Ligeledes er det vigtigt at diskutere kursets indhold, og specifikt hvordan teknologi beskrives og udtrykkes gennem fagets læringsmål. Baseret på feltet videnskab og teknologi (STS) analyserer jeg kursets implicite teknologiforståelse og argumenterer for, at en forståelse af teknologi som en aktør i en mere-end-menneskelig verden er fraværende og bør inkluderes. Dette indebærer en forståelse af teknologi som kompleks, uigennemsigtig og ’uregerlig’. Derved lærer eleverne ikke blot at mestre teknologi men at leve og eksistere i en mere-end-menneskelig verden. Artiklen afsluttes med en ufærdig liste af forslag til, hvordan faget kan videreudvikles. Håbet er, at listen kan inspirere praktikere i folkeskolen til på den baggrund at udvikle egne idéer og læringsaktiviteter.

# Technology Comprehension in a More-Than-Human World

By Peter Danholt, Aarhus University

## Introduction

Technology is on the agenda in the societal debate. We are currently engaging with the problem of technology and especially digital technologies and the increasing datafication of society that has occurred over the last decades to an extensive degree (Castells, 2003; Kitchin, 2014; O’Neil, 2016; Schäfer & van Es, 2017). Concerns revolve around the power of the tech giants, the impact of internet and social media platforms, data and datafication, robotics, data breaches and theft, privacy and surveillance, threats to democracy and social coherence due to digitization, hacking and cybercrime, post-truth and fake news and so on. The consequences of IT and the problems that may follow from its pervasiveness and complexity are thus high on the societal agenda. In that respect, “Technology comprehension” proposed as a new course in the public schools of Denmark seems highly appropriate and timely. We – as citizens in general – must learn to engage with the role of information technology and be empowered to take part in the formation of our future societies. It has dawned on many of us, that it should not be up to the aptly named tech giants such as Facebook, Google, Amazon, Microsoft, etc. in combination with computer scientists and engineers to design and define our increasingly digitized reality. As Manuel Castells stated 15 years ago, “Technology does not determine society – it is society” (Castells & Cardoso, 2006, p. 3).

This being the case, not only raises the question: “how are digital technologies shaping our lives and society at large and how do we – as individuals and society – meet the challenges involved in this societal transformation?” It also raises the more fundamental question “what is technology and what characterizes our relation to technology?” In this article, I wish to unfold this question and relate it to the technology comprehension course, since how we think about and perceive technology is arguably consequential for how we practice and con-



duct our lives and societies and accordingly, it is consequential for how we consider possibilities, problems, solutions and necessary actions. I will argue that we need to challenge a preferred and inherently humanistic and anthropocentric understanding of technology that sees technology as ideally a designed object and as subject to human control. This is an understanding that has dominated throughout enlightenment and modernity. However, my argument is that it is both inadequate and problematic because it keeps us in a frame of thinking that perpetually reproduces the idea of technological solutions to problems. Briefly put and based on the broad research field of science, technology and society (STS), the problem is that when we prefer to think of technology as an object designed by human beings, it easily follows that we consider the consequences of technology is due to or caused by the design and the intentions of the human creator(s) (Danholt & Gad, 2021; Jasanoff, Markle, Peterson & Pinch, 2001; Sismondo, 2009). This means that when we encounter technological problems, we may tend to see them as either the products of human intentions or as being due to inadequate or poor design and thus still, however in another respect, determined by human beings, only now due to human inability or fallacy. In both cases, what is reproduced is the idea that technology is determined by human actions either by design or use. And from that assumption follows that technology can be designed in better ways – and thus, that they ideally can become the objects that we wish for, namely objects that do neither more or less than what was intended by their human masters. However, as has been shown extensively in the field of science, technology and society studies (STS), technology is a transformative agent that adds to the world and comes with side-effects. It is in Donna Haraway's terms a trickster and accordingly, the above, and for many preferred and convenient, comprehension of technology as an object mastered by man, is flawed and simplistic (1991, 1997). Instead, as suggested in STS, technology is more adequately a transformative agent that produces emergent and unexpected consequences (Callon, 1989; Haraway, 1997; Latour, 1999; Law, 1991; MacKenzie & Wajcman, 1999; Perrow, 2011; Winner, 1980). The field of STS has grown and existed for well over 40 years and dates further back to the work of among others, the philosophers Martin Heidegger and Gilbert Simondon (Heidegger, 1978; Simondon, 1980). The field provides a rich resource of empirical studies and theoretical concepts for acknowledging, analyzing and discussing the role of technologies for humans and societies (Danholt & Gad, 2021; Farias, Roberts & Blok, 2020, Jasanoff et al., 2001; Sismondo, 2009).

This comprehension of technology as a transformative agent is what I find crucially missing in the technology comprehension course in its current form. An understanding of technology as adding to and

transforming reality and thus escaping human mastery, not by accident, but by default, is what we must learn to acknowledge and live with. Not an idealistic idea of technology that we chase and which will continue to disappoint us. This is also pertinent with respect to our current worldly condition in which climate changes make evident that we exist in a more-than-human world. We are not the masters of our existence or of the world. Ironically, humans acting as if we were the masters of the world, during the last 3-400 years (a very brief period of time considered on a planetary timescale), has led to a situation in which our actions seems to return to us with a vengeance, as the Belgian philosopher Isabelle Stengers has formulated it (2015). The planet, the climate, water, ice, animals and objects of various sorts have become agents that act upon us and must be taken into account in a manner that we have not anticipated. The world has become a forceful agent that cannot be negotiated with in the manner that we are used to negotiate among ourselves in our political arrangements, and as if we are the only ones on the planet capable of doing stuff (Latour, 1993, 2004a; Stengers, 2015). The current COVID-19 pandemic is a good example of this. We witness politicians, decision makers and the public negotiate and disagree on what should be done. In many cases, as if it was up to them and us as human beings to decide how COVID-19 will act, but the main character – COVID-19 – does not partake in these debates, nor does it care about them. It just goes about its ‘business’, spreading, mutating and so on. What we need to learn or perhaps more accurately re-learn (since for thousands of years we – the human beings – have indeed lived in a world where we were submitted to the brute forces of nature), is that although digital technologies and planetary forces are indeed not the same, they are both ‘forces’ we need to learn to think differently about, in order to develop our understanding, actions and ideas about our capacities and limitations and in turn be able to form ‘liveable futures’ (Haraway, 2016). The public school seems an obvious place to initiate and facilitate that movement.

The article is structured in the following manner. In the next part, I will briefly unfold central insights from science and technology studies, which I find missing in the current presentations of the technology comprehension course proposal, namely seeing and understanding technology as an unruly actor in a more-than-human world. Secondly, I will present and discuss the technology comprehension course. Thirdly, I will propose some brief suggestions for developing and teaching the course and lastly, I will conclude by summing up and making some final remarks. My overall point in the text is that perhaps we need to think of the school as a place in which exploration and articulation of uncertainty and incomprehensibility could pave a way for creating not future designers of technology, but resilient people who

can live and act in an uncertain more-than-human world, in which we do not have a full understanding of technology (or other matters such as the climate), but still can act and make choices. As sociologist and organisation scholar Herbert Simon pointed out, information is always limited and rationality-bounded, also and especially when there seems to be an abundance of information, as we tend to think is the case today with the internet (1982). Not understanding how a given app or technological device functions, can be enough to guide decision making, for instance that one – for those reasons – chooses not to use it. I would argue that what is needed in an uncertain future is people who can challenge existing ways of living and expand and invent new ways of imagining and living in a more-than-human world. People that are able to find middle ground between “an apocalyptic no-hope scenario of the future” and a “no need to worry and act – science and technology will fix the world” scenario as suggested by Donna Haraway (2016).

## Technology as Actor – a More-than-Human Perspective

In a classical text by the American political theorist and technology scholar Professor Langdon Winner entitled: “Do artifacts have politics?”, Winner points out that we need to develop our understanding of technology (1980). On the one hand, we should be cautious to think that technology is simply a reification and implementation of human will and politics – what can be referred to as a form of social determinism: humans fully determine how technology is designed and with what consequences. On the other hand, Winner points out, we should also avoid the opposite understanding, namely that technology is completely detached from human actions and politics. A technological determinist understanding where technological development is understood as driven by its own internal logics detached from social and cultural factors. This version is often expressed in the form of the argument: “You cannot stop the technological development”, as if technological development is not implicated by human actions such as power, politics, wealth, consumption, governance, law, etc. Winner’s text is written in early 1980 and we still encounter these two equally simplistic and limited versions of technology in the public media, in political arguments, in common discourse, in sale speeches for new technologies, in expert arguments and so on. Winner offers, among others, an example of how politics and technology such as infrastructures is mutually implicated. The example provided is about

something as trivial as low bridges built in New York in the 1930s. The bridges made it impossible for public transportation such as buses to pass underneath them and reach the beaches on Long Island in contrast to smaller private automobiles, which could pass. Therefore, the bridges effectively prevented the poor and mostly coloured parts of the New York population, who could not afford automobiles, to come to the beaches, whereas the richer and mostly white part of the population, with cars, had access. The example serves to show that something we tend to think of as a trivial infrastructural and non-political artifact (a bridge) can be highly political. It can act as a segregation device. More importantly, what a given technological artifact is or can be is indeed open and contingent. It depends on other things and circumstances. The specific technology can be many things and have many purposes and consequences which are not 'built into' the artifact, but materialize as it is introduced and developed in and through relations to other things and situations (Jensen, 2015). Accordingly, Winner's example has been debated and whether or not Robert Moses, the city planner of New York at the time, actually intended the bridges as race segregation devices or not, is – and continues to be – debatable. The point is that to fully decide once and for all whether or not the bridges were intended as race segregation devices misses the point about technology and its many-faced and contextual qualities. Because in that case, we are trying to do what Winner warns against, namely to pin down technology as simply human politics inscribed into an artifact or as a politically neutral artifact. The point is not whether the bridges were actually by human actor intended in a specific manner or not. The point is that the bridges clearly can function as race segregating devices under the given societal and demographic circumstances of 1930s New York. To determine whether or not it is intended by its designers is to limit our comprehension of technology and reduce technology to an artifact that both in its design and use is determined by humans.

In continuation of Winner, another important figure of science and technology studies is the French sociologist and anthropologist Bruno Latour, who is also a central voice in current climate change debates. Latour opens one of his most renowned texts on technology by referring to the Greek myth of Daedalus (1994). In the myth, technology is anything but a neutral instrument of human will. Instead, technology plays the role as that which betrays and leads astray, it intervenes and changes the trajectory of the story and the will of the human actors in the story. Latour proposes that we need an understanding of technology as a transformative actor. Central to Latour's work, is the concept of translation. Latour defines it as follows: "I use translation to mean displacement, drift, invention, mediation,

the creation of a link that did not exist before and that to some degree modifies two elements or agents” (1994, p. 32). As an example of translation, Latour juxtaposes the two positions expressed in the US gun legislation debate. On the one side, we have the anti-gun argument that says: “guns kill people!”, which clearly locates the problem with technology (technology determinism) and on the opposite side, we have the pro-gun argument stating: “People kill people!”, which holds that guns are not the problem, but those that use the guns. An example of social determinism. Latour sides with none of the two positions but offers an alternative: it is the coming together of gun and person that kills. In Latour’s terms, the hybrid: gun-person. Obviously, the gun needs someone to pick it up and fire it, in order for it to kill or harm, but the point is also that the person becomes a much more lethal actor with the gun in hand. So, both gun and person need each other to carry out killing by gunshot. With guns accessible in society, human will and intentions are therefore being changed – they are translated. Our programs of action, as Latour calls them, are changed by guns: “You had wanted only to hurt but, with a gun now in hand, you want to kill” (1994, p. 32).

The example is illustrative of Latour’s notion of translation, but should of course be taken only as illustrative. The point is not that all people with guns become killers – that would be to fall back into technological determinism. No, the point is just that we – human beings – as embodied and situated beings, are affected and changed by technologies and that those technologies become realized in specific ways due to the particular situations and practices in which they are a part. Technologies make a difference! They add to the world and change actions, intentions, will, perception, experience, etc. in numerous and more or less obvious ways. Being able to analyze and acknowledge this hybridity of the human-technology relation: that we are changed by technology and how we in return change technology in specific situations, I would argue, should be a central component of technological empowerment. Because being able to understand what we become with technology in specific situations, i.e. how our programs of action are being formed, not by us or by the technology, but by the human-technology nexus, is essential for becoming agents capable of reflecting and acting in our daily lives and society. Increasing our awareness of our hybridity is central to becoming someone in, at least partial, control of our agency. To acknowledge and analyze moments and processes of translation is to ‘stay with the trouble’ (Haraway, 2016) of technology and not fall prey to reducing our understanding of technology in either a social or a technological determinist manner.

Let me offer a brief example of how one could use Latour’s translational understanding of technology in the public school in relation

to digital bullying. To stay with the Latourian argument, when we encounter digital bullying, we might either begin to locate the problem with the human being bullying, and then we talk about manners, ethics and behaviour on social media: how we should address each other, how we keep a respectful tone, how we do not share sensible content and so on. Or we may locate the problem with social media platforms and blame them for making us insensitive and isolated, algorithmically enhancing hateful and radical remarks and so on. However, what is missing in both of these approaches is the translational aspect that sees digital bullying as a hybrid product. Latour's point would be that we become different actors on social media platforms. We are not ill-mannered and rude from the onset – we become a different actor, a human-social media hybrid. We are not physically confronted with those we bully as there is a 'convenient distance'. Our bullying has an unknown, but potentially large audience – we might become 'famous' (receiving many likes), our new primary motivation may, with social media in fact, not be to bully, but to befriend numerous other and become popular. Viewed as such, the social media platform is not just 'the media' on which I conduct my already ill-mannered behaviour. No, it transforms my agency and who I am as a person, keeping in mind that of course, I am not determined by the social media platform – I may indeed also be ill-mannered, but the platform adds to or enhances some 'qualities' and decreases others. If we approach digital bullying in this manner, bullying becomes a more complex, multifaceted and strange phenomenon. It becomes something that we can try to disentangle and analyze explicitly as a practice, but also in a speculative and explorative manner. Arguably, we might establish a more exploratory and investigatory dialogue and perhaps also less morally weighted dialogue with the students. We could explore how digital bullying is comprised and emerges in specific situations, what kind of feelings, motivations and experiences is involved and the processes that leads to certain bullying actions. Why and how bullying can happen 'unintendedly' and so on. And of course, through such an exploratory investigation, we could also ideally end up developing strategies and other forms of hybridity that prevent digital bullying.

The point is that Latour's translational and hybrid approach allows for picking apart and composing and constructing action and agency – instead of understanding it as a closed or determined matter given either by nature, sociality or what not. Digital bullying can thus become an exploration of how agency is configured and hybrids emerge and we can have a different dialogue, that is not from the outset configured as specific persons' or personalities' problem – or conveniently placed far away as something Facebook, Instagram and Twitter 'makes us do'.

In the next part, I present the technology comprehension course based on the material that describes the competence areas of the course. I focus on how technology is perceived and presented in the material. What I will argue is that the description of the course repeats what can be said to be mainly humanist and modernist conceptions of technology, critical reflection and empowerment, which, based on STS, in some respect fails to meet the challenges presented to us today – not only in relation to technology, but also more broadly in relation to the formation of liveable futures and prevention of what design researcher Tony Fry and others have referred to as de-futuring (2020). The program is currently in a test phase that includes 46 schools in Denmark. Therefore, I focus on what is stated about the new course. I do not address or analyze concrete teaching practices, which of course would be very relevant, but lies beyond the scope of this article. First, I briefly account for the four core elements in the course and then, I discuss them based on what I have presented above as a more-than-human comprehension of technology, respectively a recognition of the agential qualities of technology presented in especially posthumanist parts of STS and exemplified in the works of Bruno Latour, Isabelle Stengers, Donna Haraway and Andy Pickering among others (Haraway, 1991, 2016; Latour, 1987, 1999; Pickering, 1995, 2011; Stengers, 2010, 2011).

## About the Course

The course “technology comprehension” is proposed as a continuing course throughout the Danish public school education from the 1st to the 9th grade – 9 years in all. So, from entry level to graduation, the students will be taught the course. As mentioned, the course is currently in a test phase (2019-2021) and is thus presently not an independent course, but integrated in other courses such as Danish, Math, Science, Craft and Design.

The course is structured around 4 main competence areas: 1. Digital Empowerment, 2. Digital Design and Design processes, 3. Computational Thinking and 4. Technological capacity/ability to act technologically. My main focus in the following will be on the first, since it is the one that comes closest to include and describe an understanding of technology, which is why I will present the three others first and then close with discussing the first in more detail.

### Digital Design and Design Processes

Digital design and design processes focuses on the creative processes under which digital artifacts are constructed, including the choices and opt-outs that the designer has made in the process. Digital design and design processes deal with the planning and implementation of iterative design processes, taking into account future use contexts. Students must learn to frame complex problems in order to plan, implement and argue for the design of their own digital artifacts.

(Ministry of Children and Education, 2020b)

This area focuses on how to facilitate design processes, e.g. being able to manage a design process, learn to “frame complex problems in order to plan, implement and argue for the design of their own digital artifacts”.

### Computational Thinking

Computational thinking focuses on students’ ability to model reality so that elements can be performed computationally. Computational thinking deals with the analysis, modelling and structuring of data and data processes which means students learn to decode phenomena and processes from everyday life, from academic contexts and in digital artifacts and describe these in the form of algorithms and digital models.

(Ministry of Children and Education, 2020a)

This competence focuses on learning computer science in a more accessible and pedagogical manner and basic system developments approaches such as object-oriented programming. The focus is on learning to model a real-life situation and translate it into a problem that can be “solved” or processed by software and computers.

### Technological capacity/ability to act technologically

Technological capacity/ability focuses on language, expressiveness and mastery of tools in relation to being able to express computational thoughts in a digital artifact. Technological capacity is about mastering computer systems, digital tools and associated languages as well as programming. Through the work with this area of competence, the students must learn to use many different digital technologies, just as they must learn strategies and gain experience in, for example, troubleshooting and solving problems in relation to these and being able to make the right decision about choosing tools.

(Ministry of Children and Education, 2020d)



This follows in continuation from the two above, but emphasizes the competence to be able to assemble different technologies in order to configure devices for a given problem, including to being able to do problem solving and acquiring hands-on experience with IT.

Before we turn to Digital Empowerment, I will point out what I find significant with the three above in relation to a more-than-human comprehension of technology. Considered together, the three areas seem to promote that students learn to become competent designers and developers of technology. The focus is on how they become able to “frame complex problems in order to plan, implement and argue for the design of their own digital artifacts”. Moreover, I gather that by means of computational thinking, the students learn to decode phenomena and processes from everyday life, from academic contexts and in digital artifacts and describe these in the form of algorithms and digital models. This statement seems to promote an understanding of real-world problems as available, translatable and solvable by computer models and algorithms. A point that is debatable to say the least. Not only might we, based on Latour, point out that nothing is ever easily translated without transformation from one setting to another, no phenomena are put into computer models without transformation.

Today, we see numerous examples of how algorithms and data models are biased and skewed in various ways (Bonde, Bossen & Danholt, 2019; Danholt, Klausen & Bossen, 2020; Edwards, 2013; Maguire, Langstrup, Danholt & Gad, 2020; O’Neil, 2016). The intention of this competence area seems to be that the students as future computer model designers will be better equipped to avoid these mishaps, but still, it seems based on the idea that real-world problems can be modelled adequately and transformation be avoided. Translation is assumed to be what can be avoided through good analysis and design. Technology will ideally, and when well-designed, serve the purpose intended by the designer. But for Latour, translation is a condition of existence, not an anomaly that can be done away with. Lastly, as cited above: “Technological capacity is about mastering computer systems, digital tools and associated languages as well as programming” (Ministry of Children and Education, 2020d). Therefore, this competence follows in continuation of the two former ones with its emphasis on providing the students with computer science and design skills.

The main focus of the three competences above is to provide the students with skills related to becoming technology developers and designers. What remains unclear is whether and if so, exactly how those competences will enable the students to reflect on and raise critical questions regarding technology, such as, how it affects us as individuals and societies and whether they become able to formulate other types of solutions to other problems than technological ones.

In short, how do these competences enable reflections and actions regarding what hybrids we are becoming? Rather, it seems that the three competences follow the STEM agenda which has been ongoing for the last 20 years which holds that what is needed are students who will become entrepreneurs and innovators of technology, so that we, in fierce global competition, can produce novel technologies and contribute to growth and increasing consumption of those technologies and allegedly save the globe and become richer all at once. So, based on these three competences, the course seems to me to add little but the same old STEM story: educating students to think that every problem has a technological solution. But this is where the fourth competence comes into the picture, which I will discuss further in the following. Will the competence area digital empowerment make the crucial difference and antidote to the aforementioned three?

#### Digital empowerment

Digital empowerment deals with a critical, reflective and constructive study and understanding of the possibilities and consequences of digital artifacts. In this competence area, the students acquire competences to assess the applicability, intentionality and consequences of digital artifacts for the individual, community and society. Based on academic assessment, students learn to come up with concrete suggestions for redesigning existing digital artifacts.

(Ministry of Children and Education, 2020c)

First, we may note that this competence area emphasizes concepts I found lacking in the three former areas such as “critical” and “reflection”. Further specified in this competence area, the students will learn the following:

- Technology analysis entails describing the physical and digital qualities of a digital artifact, including the shape, color, functionality, input technology and output technology of the artifact.
- Purpose analysis deals with analyzing the purpose, intention, intentionality and application of the digital artifact and they are determined via analysis of the artifact’s use and specifications.
- Usage studies deal with the provision and analysis of empirical data that show how the digital artifact affects people and organizations in a specific usage practice.
- Impact assessment deals with reflection on the significance of digital artifacts for the individual, community and society, including ethical dilemmas associated with its use.
- Redesign deals with the design of an alternative solution based on the previous analyses and assessments.

The first two of the above: based on Latour, technology analysis and purpose analysis can be described as non-black boxing technology and identifying the scripts built into technology (Akrich, 1992; Latour, 1994, 2000). Usage studies focus on the empirical analysis of the use of technology, or again following Akrich, how technologies are de-scribed in practice, i.e. how technology is actually used in practice. This is an important aspect since this is where the intentions 'built into' technology are translated which helps surface the unintended and agential aspects of technology. Impact assessment follows from the former and seeks to stimulate reflection on the consequences of specific technologies from the micro to the macro, as well as the ethical and political dilemmas. Lastly, redesign is about developing and proposing alternative solutions based on the previous steps. So, it seems that this area to some extent begins to engage with technology in an investigative, empirical and practical manner. However, as I will argue in the following it seems also to come with shortcomings and its own problems. In the following, I will discuss what characterizes digital technologies and relate it to the course, then secondly, I will discuss the role of critical reflection in this competence and lastly, the concept of empowerment.

## Technology as an Object or...?

In the same text cited earlier, Latour notes another aspect of technology. Not only does technology transform programs of actions and thus our actions and capacities. The wonder of technology is also that when we begin analyzing and opening them up, we come to realize that they are composed of yet other parts and that they fold time and space:

” Each of the parts inside the black box is a black box full of parts. If any part were to break, how many humans would immediately materialize around each? How far back in time, away in space, should we retrace our steps to follow all those silent entities that contribute peacefully to your reading this article at your desk? They have a peculiar ontological status... The depth of our ignorance about techniques is unfathomable. We are not able even to count their number, nor can we tell whether they exist as objects or as assemblies or as so many sequences of skilled actions . . . .

(Latour, 1994, p. 37-38)

Similarly, Haraway noted in her Cyborg manifesto thirty years ago, that many of our technologies are as sunbeams and they do not seem to have become more concrete or simple since then (1991). In fact, I would suggest that one of the primary qualities of those technologies that we use to a large degree today and which are also those that we discuss the most, such as Facebook, Google, TikTok, etc. seem not only to operate by, but rest upon being vast, complex, ambiguous, multiple, limitless and distributed networks. In short, they are anything but discrete and tangible. They are indeed nowhere and everywhere and want to meet our every need, while capitalizing, on what few, if any, of us are able to comprehend the value of, let alone, what transactions we are participating in.

So, for pedagogical reasons, as it is proposed in the digital empowerment competence, the students should learn to unpack technologies but following Latour and Haraway, the learning objective should perhaps not be that they come to a final conclusion and complete unpacking of the technologies. No, the important learning goal is that the students realize, that technologies do not unpack easily and that we do not end with the essential parts neatly and transparently laid out for us. The learning objective of the exercise is that layers of opacity are endlessly disclosed and new questions and concerns rather than answers are produced. The point is that during the process, the initial opacity has become a new type of opacity, which can be productive in generating new concerns, questions and ways to act. What I would caution against is a learning objective and pedagogy that claims to end up with a technological object as fully disclosed and transparent, because then we are back with the idea where technologies are designed objects that can be disassembled and their inscribed intentions discovered and listed.

The problem is if the teachers prefer “perfect” case-examples of technologies that end up reproducing a notion of technology as a circumscribed object. The challenge of the teacher is to be courageous enough to stay with the ‘unfathomable’ technologies and be able to facilitate a learning practice where the students come to appreciate the value of tracing and unpacking technologies, without coming to the bottom of the matter – a fully disclosed technological object. Instead, the students should learn to appreciate the development of their concerns, questions and ways of re-formulating and re-interpreting the technological object due to its unfathomable character.

## Analysis and Critique as Vehicles for Design

When we take into account the progression described in the Digital Empowerment competence area, it seems that the endpoint is design or re-design. Obviously, many critical reflections may be produced during the process, however, my concern is that when the goal of an analysis of technology is tied to the obligation to design another arguably better one, then the analysis may suffer and be limited due to this obligation. This caution is based on the work of the Belgian philosopher of science and technology, Isabelle Stengers (2000, 2017). Stengers is sceptical of the predominant knowledge economy that has pervaded research policies the last 30-40 years. In Denmark, it is mostly renowned by former minister of research Helge Sanders' expression: "from research to invoice" which states that research should result in economical revenue. Now, of course, it is not automatically a problem when research leads to innovation and profit. Indeed, research has played a substantial role for the development of contemporary society for good and bad. However, the problem is what happens to the practice of science and research, if and when it is expected to produce economic value? How does it affect what research is being proposed and carried out? What questions are asked and so on? Stengers argues that the knowledge economy is poison to research, not because research should be free from obligations. On the contrary, Stengers argues for science, which is thoroughly interested in the question of relevance, and for the idea that science and research should not reside in the ivory tower, but be intimately involved with society. The problem, according to Stengers, is that when relevance is limited to economic value and growth then we are faced with a poisonous environment for science, research and society in a broader sense.

With this in mind, the problem with the current progression of the course is that design plays the role as the endpoint. If that is the case, then what is to prevent the analysis from being determined or limited by the design's ambition? What prevents the students from preferring a shallow and quick analysis of the problem that points nicely to a probable design solution? Why should the students be interested in producing an analysis that exhibits complex, ambiguous 'wicked problems' filled with dilemmas, which characterizes the problems that we face in relation to digital technologies, climate changes, immigration and so on? Alas, complexity, ambiguity and more questions and problems are often what comes out of research processes – not clarity. So, on that note, the point from a more-than-human perspective is to either suspend design as the end goal of the process or considerably broadening the scope of what is to be designed. Perhaps, there could be a social, emotional, conceptual, aesthetic, orga-

nisational, behavioral, etc. (or more likely a conglomerate of these) ‘solution’ to a given problem, not just a technological one. This would also be a way of including competences from other courses in the public school. What if the re-design of a technological problem or device should be in the form of a short story or a sporting activity?

Another point is how critique seems to be conceived in the description of the course. Critique is exercised on existing technologies: technologies are analyzed, unpacked and thereby rendered critiqued and on that basis, a novel technology is designed. Critique thus takes on a modernist and progressionist character, in which the present condition, present technologies are cast as objects that can be critiqued and improved upon. Modernity’s perpetual machine is set in motion (Fry, Dilnot & Stewart, 2015; Latour, 1993). The problem with this “machine” is that it reproduces a history of no history, i.e. a history that repeats the same narrative over and over again: state of the art technology or science rules, until the point where it fails somehow or its shortcomings are being exhibited and thereby, room is made for a new innovation or novelty and so the story goes on. However, in a more-than-human world, the point is that at every instance, there are multiple and interrelated problems and solutions. Problems and solutions are entwined and exceeds human capacities and mastery. They are intrinsic to existence, which in turn leaves us in another relation to them. Belief in continual progress and mastery of our condition become difficult to uphold and instead it becomes a matter of how we participate in a more-than-human ontology. So, the point in relation to critique is if we do not take it into consideration, it may easily become the basis of perpetual production and consumption of technology.

Furthermore, as Latour has pointed out, it seems that nowadays we have all become “experts” in critique and de-construction leading to a situation of mistrust in everything but one’s own preferred truths (Latour, 2004b). My point is that critique of technology or from ‘my point of view’ may become easy and cheap, if the basis of critique is not also closely reflected upon and challenged. Instead of critique, it might be better to consider what we care for, what do we want to keep, what is working and what do we not want to part with? In addition, existence is indeed a very critical actor that, in itself, produces situations with dilemmas, ambiguity, complexity, suffering, hard choices and no easy answers. Learning to think in terms of how to live and exist under those conditions seems highly relevant and something that the course might entail instead of contributing to the same old story of technical fixes to existing problems. This leads me to the last point related to empowerment.

## Empowerment

Empowerment is a contested concept and it is used in many mundane ways for better or worse. I will not offer a definition of empowerment but a way of thinking about empowerment in relation to technology that is different than the one I see in the course. As is explicitly stated in the course description, the notion of empowerment implies mastery of technological devices acquired through skills in designing and analyzing technology. Accordingly, the course rehearses a human-technology relation in which humans ought to have control over technology. I also think it is fair to say, that a primary motivation behind the program is the understanding that we – ordinary people and children – have somehow lost mastery over technology and that this must be remedied by creating a future generation of digitally skilled people. Empowerment in the course description, I thus propose, means ‘power-over’ something – respectively technology.

However, let me offer an alternative notion of empowerment inspired by the feminist scholar and neopagan witch(!), Starhawk (1997). Starhawk presents a situation in which she and a friend are walking in the woods along a trail where other people have littered. Starhawk and her friend take it upon themselves to bring garbage bags on their walks and collect the trash. Not an example that immediately lends itself to ideas of empowerment, but what Starhawk proposes is that empowerment is something that we can acquire through our ability to transform how we relate to and think about a given situation. It is a ‘power within’. In fact, this is Starhawk’s definition of magic: our ability as human beings to willfully change how we think and relate to a given situation. Instead of feeling disgusted and diminished by cleaning up other people’s trash and thereby placing oneself in an inferior position, what Starhawk and her friend do is that they think of their garbage collecting as not being forced upon them due to the recklessness of others, but as something they choose to do for the sake of the forest and the animals. Now, picking up trash becomes something that benefits the forest and thus something done as a matter of care, not something they do as a disgusting service for reckless people. Picking up other people’s trash becomes an empowering event, because not only do Starhawk and her friend think of what they are doing as a matter of care, but in addition, they have transformed the meaning of their actions and willfully parted with the notion that their actions are determined by other’s actions and recklessness.

Based on Starhawk, I would therefore propose a different way of thinking about empowerment than presumed in the course description, where we broaden our scope from power-over technology to realizing and promoting the ‘power within’. To my understanding,

this implies that we realize that the ways we think and conceptualize technology also holds great potentials for change and re-invention. We do not have to become designers of technology in order to be empowered. We may be empowered through ways of thinking differently about technology. Also, because becoming designers of technology may in fact mean that we reify and reproduce ideas about technology as designed objects and instruments of human will. Instead, I propose that by acknowledging the more-than-human quality of technology, we become better equipped to intervene in and reconfigure our relations with technology, because technology cannot be reduced to a designed object, but is by and large a relation comprised of multiple humans and non-humans.

## Suggestions for the Development of the Course

Based on the argument and the analysis of the course throughout this text and what I have called a more-than-human perspective, I propose the following suggestions for the development and teaching of the course.

- Make it a central concern to discuss technology as a human-technology nexus.
- Promote and exercise a translational approach to analyze technological problems by (as briefly exemplified with the digital bullying example).
- Train the students in understanding their agency and themselves as hybrids and encourage them to think about other types of hybridity that can help solve a given problem or habit.
- Train the students' abilities to communicate and convey dilemmas, ambiguity and complexity. Experiment with 'the more complexity and detail, the better' formats.
- Train the students to design more-than-technological solutions to problems.
- Focus on what is that the students as a collective care for and want to promote – not on critique.



- In relation to computational thinking, focus on what the approach leaves out and cannot take into account and how a given real-world problem is being transformed by the computational thinking process.
- Train the students in empowerment as a ‘power-within’ and the ability to think differently about things – not as ‘power-over’ something.

## Final Remarks

The problem with the course is that the very ambition of empowering the students technologically may, ironically enough, entail that simplistic and idealist ideas about technology are reproduced through easy to teach examples. Making the students technologically savvy and giving them this experience may mean that we steer clear of the complexity, opacity and more-than-human qualities related to our technologically permeated life. How do we counterbalance the dominance of tech giants? By becoming like those that have made fortunes on designing technologies to serve their interests and who promote ideas about technology as designed objects, not actors that escape mastery? Or by becoming persons who do not reduce technologies to objects, but can see them as complex, distributed and opaque and as actors that create differences and a range of unintended consequences? I would argue for the latter, because by realizing technology as such entails a relational understanding of existence where the boundary between the self and others, inside and outside, is blurry and permeable. Thus, every problem becomes a simultaneous matter of reconfiguring relations and of changing not just things in the world such as technologies but also of changing oneself and one’s ways of thinking and relating to things in the world. The ‘playing field’ is thus broadened. More points of intervention and transformation can be imagined and developed and one may simply become better at coming to terms with the fact that everything is not up to us – and in fact, that might serve a greater good and be beneficial for many other lifeforms on the globe because then, we might be less reckless as to how we go about treating those other lifeforms.

Based on this, we may start to tread a more realistic and liveable path that avoids two equally idealistic and basically mirroring versions of reality. One where we master our technological creations and one where we are determined by technology/technologies. Therefore,

my point is that less may also in this respect be more. Those capable of understanding that technological existence unavoidably entails dilemmas, suffering, invisibilities, incomprehensiveness and always comes with a price may in the end be better off than a generation of technology designers who think they are capable of building the ‘right’ technologies. The former become designers of existence, not just technology, through their various ways of acting with and against technologies. On that note, I find that a course in technology comprehension in public schools that engages more-than-human perspectives have a crucial role to play in education.

## References

- Akrich, M.** (1992). The De-Description of Technical Objects. In W. Bijker & J. Law (Eds.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change* (pp. 205-224). The MIT Press.
- Bonde, M., Bossen, C., & Danholt, P.** (2019). Data-work and friction: Investigating the practices of repurposing healthcare data. *Health Informatics Journal*, 25(3), 558-566. <https://doi.org/10.1177/1460458219856462>
- Callon, M.** (1989). Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis. In W. E. Bijker, T. P. Hughes, & T. Pinch (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology* (pp. 83-103). The MIT Press.
- Castells, M.** (2003). *The Internet Galaxy: Reflections on the Internet, Business, and Society*. Oxford University Press. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199255771.001.000
- Castells, M. & Cardoso, G. (Eds.). (2006). *The Network Society: From Knowledge to Policy*. Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations.
- Castells, M. & Cardoso, G.** (Eds.). (2006). *The Network Society: From Knowledge to Policy*. Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations.
- Danholt, P. & Gad, C.** (Eds.). (2021). *Videnskab, teknologi og samfund: En introduktion til STS*. Hans Reitzels Forlag.
- Danholt, P., Klausen, M. B., & Bossen, C.** (2020). Data: A Cosmopolitical Approach. *STS Encounters*, 11(1), 255-280.
- Edwards, P. N.** (2013). *A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*. The MIT Press.
- Farias, I., Roberts, C., & Blok, A.** (Eds.). (2020). *The Routledge Companion to Actor-Network Theory*. Routledge.
- Fry, T.** (2020). *Defuturing: An Introduction to a New Design Philosophy*. Bloomsbury Publishing.
- Fry, T., Dilnot, C., & Stewart, S. C.** (Eds.). (2015). *Design and the Question of History*. Bloomsbury Publishing.
- Haraway, D. J.** (1991). *Simians, Cyborgs, and Women: The Reinvention of Nature*. Routledge.

- Haraway, D. J.** (1997). *Modest\_Witness@Second\_Millennium.FemaleMan\_Meets\_OncoMouse: Feminism and Technoscience*. Routledge.
- Haraway, D. J.** (2016). *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Duke University Press.
- Heidegger, M.** (1978). *Being and Time*. Wiley-Blackwell.
- Jasanoff, S., Markle, G. E., Peterson, J. C., & Pinch, T. J.** (Eds.). (2001). *Handbook of Science and Technology Studies*. Sage Publications, Inc.
- Jensen, C. B.** (2015). Experimenting with political materials: environmental infrastructures and ontological transformations. *Distinktion: Journal of Social Theory*, 16(1), 17-30. <https://doi.org/10.1080/1600910X.2015.1019533>
- Kitchin, R.** (2014). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures & Their Consequences*. SAGE Publications.
- Latour, B.** (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Harvard University Press.
- Latour, B.** (1993). *We Have Never Been Modern*. Harvard University Press.
- Latour, B.** (1994). On Technical Mediation—Philosophy, Sociology, Genealogy. *Common Knowledge*, 3(2), 29-64.
- Latour, B.** (1999). *Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies*. Harvard University Press.
- Latour, B.** (2000). The Berlin Key or How to do Words with Things. In P. Graves-Brown (Ed.), *Matter, Materiality, and Modern Culture* (pp. 10-21). Routledge.
- Latour, B.** (2004a). *Politics of Nature: How to Bring the Sciences into Democracy*. Harvard University Press.
- Latour, B.** (2004b). Why Has Critique Run out of Steam? From Matters of Fact to Matters of Concern. *Critical Inquiry*, 30(2), 225-248.
- Law, J.** (1991). *A Sociology of Monsters: Essays on Power, Technology, and Domination*. Routledge.
- MacKenzie, D. & Wajcman, J.** (1999). *The Social Shaping of Technology*. Open University Press.
- Maguire, J., Langstrup, H., Danholt, P., & Gad, C.** (2020). Engaging the Data Moment: An Introduction. *STS Encounters*, 11(1), 7-26.
- Ministry of Children and Education.** (2020a). *Computational tankegang*. Located [18.09.2021] at: <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse/computational-tankegang>
- Ministry of Children and Education.** (2020b). *Digital design og designprocesser*. Located [18.09.2021] at: <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse/digital-design-og-designprocesser>
- Ministry of Children and Education.** (2020c). *Digital myndiggørelse*. Located [18.09.2021] at: <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse/digital-myndiggorelse>
- Ministry of Children and Education.** (2020d). *Teknologisk handleevne*. Located [18.09.2021] at: <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse/teknologisk-handleevne>
- O'Neil, C.** (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Crown.
- Perrow, C.** (2011). *Normal Accidents: Living with High Risk Technologies*. Princeton University Press.

- Pickering, A.** (1995). *The Mangle of Practice: Time, Agency, and Science*. University of Chicago Press.
- Pickering, A.** (2011). *The Cybernetic Brain: Sketches of Another Future*. University Of Chicago Press.
- Schäfer, M. T. & van Es, K.** (Eds.). (2017). *The Datafied Society: Studying Culture through Data*. Amsterdam University Press.
- Simon, H. A.** (1982). *Models of Bounded Rationality*. The MIT Press.
- Simondon, G.** (1980). *On the Mode of Existence of Technical Objects*. University of Western Ontario.
- Sismondo, S.** (2009). *An Introduction to Science and Technology Studies*. Wiley-Blackwell.
- Starhawk.** (1997). *Dreaming the Dark: Magic, Sex, and Politics*. Beacon Press.
- Stengers, I.** (2000). *The Invention of Modern Science*. University of Minnesota Press.
- Stengers, I.** (2010). *Cosmopolitics I*. University of Minnesota Press.
- Stengers, I.** (2011). *Cosmopolitics II*. University of Minnesota Press.
- Stengers, I.** (2015). In *Catastrophic Times: Resisting the Coming Barbarism*. Open Humanities Press. DOI: 10.14619/016
- Stengers, I.** (2017). *Another Science is Possible: A Manifesto for Slow Science*. Polity.
- Winner, L.** (1980). Do Artifacts Have Politics? *Daedalus*, 109(1), 121-136.

# Abstract

---

Artiklen bygger på et interviewstudie med faglige udviklere i afprøvningsforsøget i teknologiforståelse i folkeskolen (UVM, 2018-2021). Målet med studiet er at afdække udviklernes erfaringer med transformation af teknologiforståelse til prototyper (undervisningsforløb) i eksisterende skolefag. Artiklen peger på baggrund af udviklernes fortolkninger på fire potentielle barrierer for et reelt fagmøde og dermed for integration af teknologiforståelse i eksisterende fag: Manglende samtænkning af begreber og fagsprog, divergerende definitioner af teknologi, manglende overlap og relevans i tildelingen af delelementer af fagligheden og manglende plads til faglig udvikling.

The article is related to a national experiment, where a new school subject Technology Comprehension (UVM, 2018-2021) was applied and tested in 46 different schools. The aim of the study is to uncover the developers' experiences with the transformation of Technology Comprehension into prototypes with special focus on themes such as interdisciplinarity, technology, subject language, and interaction etc. The article concludes that the competences must "fit" within the development potentials of the subjects. The study also points out a significant difference between how developers in arts, the humanities, and the natural sciences experienced the project.

# Teknologiforståelse i fag

Den digitale udvikling har øget behovet for, at skolen udvikler elevers kompetencer, så de kan forstå og navigere reflekteret og kyndigt i den digitale verden. I Danmark har vi taget hul på den vigtige drøftelse af, hvad indholdet i fagligheden i teknologiforståelse skal være, hvordan denne faglighed skal organiseres i skoleskemaet, og om denne faglighed skal have status af et selvstændigt fag, eller om den skal integreres i den eksisterende fagrække. I international sammenhæng er ambitionen om at afprøve integrationen af en faglighed, der skal styrke elevers forståelse af teknologi som faglighed og i den eksisterende fagrække både speciel og nytænkende.

Denne artikel er baseret på et interviewstudie af faglige udvikleres erfaringer med i 2018-2021 at udvikle undervisning i Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning (tekforsøget). Fokus for artiklen er den forståelse, som de fagudviklere, der har eksperimenteret med ”integration af teknologiforståelse i eksisterende fag” har udviklet i forsøgsperioden (BUVM, 2018b). Udviklerne har haft det faglige ansvar for at transformere læreplansdokumenter (mål, læseplan og vejledning og herunder nye kompetence- og f/v-områder (færdigheds- og vidensområder) til såkaldte prototyper eller undervisningsforløb. Forsøgsfagligheden er blevet afprøvet på 46 folkeskoler i Danmark. I forsøget har 36 fagudviklere med udgangspunkt i læreplansdokumenterne udviklet 110 prototyper på undervisningsforløb til skolerne. Lærerne fra forsøgsskolerne har efter en kort introduktion afprøvet forløbene i deres egen praksis, og fagudviklerne har under besøg på skolerne og ved centrale samlinger haft dialog med lærerne, der deltog i forsøget.

På den baggrund har vi opstillet følgende forskningsspørgsmål:

**Hvilke erfaringer har faglige udviklere i afprøvningsforsøget haft med at transformere teknologiforståelse som forsøgsfaglighed i eksisterende fag set gennem temaer som tværfaglighed, begreber og fagsprog, teknologi, samspilsmuligheder og brudflader?**



Af Marie Falkesgaard Slot, Københavns Professionshøjskole,  
Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole,  
& Mikkel Hjorth, VIA University College

## Fagligheden og forsøg med fagligheden

I afprøvningsforsøget for teknologiforståelse, som artiklen er baseret på, introduceres teknologiforståelse som en ny faglighed i folkeskolen, der tager udgangspunkt i digital teknologi og dennes betydning for elever og borgere i et digitaliseret samfund. I Danmark har vi i det tværgående tema ”It og medier” i skolen (BUVM, 2021b) ligesom næsten alle lande i EU et særskilt fokus på digitale kompetencer (EACEA, 2012). Den faglighed, som afprøves i forsøget med teknologiforståelse, er beskrevet af en rådgivende ekspertskrivegruppe nedsat af Børne- og Undervisningsministeriet (BUVM). Af kommissoriet for denne ekspertskrivegruppe fremgår det, at forsøget skulle ”afprøve forskellige modeller for styrkelse af teknologiforståelse som en obligatorisk del af undervisningen i folkeskolen...” (BUVM, 2018a). Samtidig beskrives, at forsøgets baggrund er, at den hastige teknologiske udvikling har betydning for skolens muligheder for at leve op til de alment dannede elementer i folkeskolens formålsparagraf, samtidig med at der henvises til, at EU og OECD har fokus på fremtidens kompetencer. Det fremhæves i kommissoriet, at ”faget skal være almindeligdannede, kreativt og skabende” (BUVM, 2018a), og der citeres fra folkeskolens formålsparagraf stk. 3, hvor det er angivet, at skolen ”skal forberede eleverne til deltagelse, medansvar, rettigheder og pligter i et samfund med frihed og folkestyre.” (BUVM, 2021a). Forsøgsfaget Teknologiforståelse er beskrevet i fire kompetenceområder: Digital myndiggørelse, digital design og designprocesser, computationel tankegang og teknologisk handleevne. Digital design og designprocesser sætter fokus på de kreative processer under, hvilke digitale artefakter tilvejebringes, herunder de valg og fravalg, som designeren har måttet foretage eller foretager i processen. Digital myndiggørelse sætter fokus på den indlejring af holdninger og værdier, som kan fremanalyses i digitale artefakter. Teknologisk handleevne bidrager med et perspektiv, der giver sprog, udtryksevne og værktøjsmestring i forhold til at kunne udtrykke computationelle tanker i et digitalt artefakt. Computational tankegang omhandler modellering af verden, så elementer kan eksekveres computationelt og skabe ny erkendelse eller ny mening i en (eksisterende) brugspraksis.

En række begreber har været rammesættende for fagudviklerens planlægning af undervisning i den nye faglighed i afprøvningsforsøget og defineres kort: Begrebet prototype defineres i projektet som en foreløbig udgave af et undervisningsforløb, hvis formål er at afprøve og teste idéer i et design. I projektet er alle 110 prototyper tilgængelige på [tekforsøget.dk](http://tekforsøget.dk). Fagudviklerne henviser undervejs til en række begreber fra projektet. Selvom nogle af disse begreber har en forskningsmæssig historik, antager vi, at udviklerne primært henviser til

begreberne i den ramme, de har haft i forsøget. I Figur 1 har vi kopieret begreber fra en ordliste (BUVM, 2019, der blev udviklet til projektet og de definitioner på begreberne, der var angivet i denne ordliste.

**Figur 1.**

*Definitioner på anvendte begreber i forsøget.*

Digitalt artefakt	Digitalt artefakt betegner en af mennesket tilvejebragt genstand, som indeholder et væsentligt element af digital teknologi. Til forskel fra betegnelsen digital teknologi, betoner betegnelsen digitalt artefakt de produktkvaliteter, der er blevet til gennem design og programmering, hvorved intentionalitet og formål er blevet indlejret i artefaktet.
Digitale teknologier	Digitale teknologier betegner i denne sammenhæng et materiale, der har et væsentligt digitalt element. Til forskel fra digitalt artefakt betegner digital teknologi det potentiale, som det digitale materiale rummer i forhold til at kunne indgå i en designproces, hvor digital teknologi bruges til at udforme et digitalt artefakt.
Intentionalitet	Intentionalitet betegner de holdninger eller værdier, som designere har indlejret i et digitalt artefakt. Alle digitale artefakter sigter efter noget særligt eller har noget særligt til hensigt. Designere har gennem valg og fravalg i designprocessen besluttet, hvilke egenskaber et digitalt artefakt skal have.
Komplekse problemer	Komplekse problemstillinger betegner en særlig kategori af problemfelter, der ikke kan beskrives entydigt, og hvortil der ikke kan skabes en entydig rigtig løsning. Komplekse problemer er ofte kendetegnet ved mangelfulde eller modsatrettede informationer, som gør det svært at forstå problemets omfang og format.

Begreberne har bidraget til en indledende forståelse af et fagsprog for teknologiforståelse og har samtidig været genstand for fag-faglige drøftelser af, hvad integrationen af nye kompetence- og f/v-områder i eksisterende undervisningsfag har betydet af muligheder og begrænsninger og hvordan de metodisk kunne udmøntes (Slot, Lorentzen & Hansen, 2021). I Bilag 1 vises en tabel over de forskellige modeller for integration af kompetenceområder samt færdigheds- og vidensmål i de syv fag, som fagudviklerne har arbejdet med i afprøvningsforsøget.



## Teknologiforståelse som forskningsfelt

Sammenkoblingen af de fire kompetenceområder i teknologiforståelse er en særlig dansk konstruktion (Wagner, Iversen & Caspersen, 2020), og derfor findes der ikke et enkelt forskningsfelt, som teknologiforståelse trækker på. Wagner et al. (2020) argumenterer for, at "... computational empowerment tilføjer en kritisk og nysgerrig stillingtagen til teknologien, og dens påvirkning af os som mennesker" (s. 11). I forlængelse af dette argumenteres i Wagner et al. (2020) for computational empowerment som en kobling mellem de to forskningstraditioner for henholdsvis computational thinking (Wing, 2006) og participatory design. Feltet participatory design har sin rod i forskning i, hvordan arbejdere kunne myndiggøres i forbindelse med digitalisering af de processer, de var ansat til at varetage (Ehn, 1988). Iversen, Dindler og Smith (2020) har skrevet om computational empowerment som en udmøntning af de myndiggørende tanker bag participatory design i en skolekontekst.

Med baggrund i participatory design har der i Danmark været en række forsøg med elevers designprocesser i makerspaces i skolen indenfor eksempelvis FabLab@School.dk-projektet (Smith, Iversen & Hjorth, 2015; Hjorth, Christensen, Iversen & Smith, 2017; Christensen, Hjorth, Iversen & Smith, 2019). Sådanne forsøg har dels trukket på arven fra participatory design og dels på designforskning og interaktionsdesignforskning mere generelt (Cross, 2011; Löwgren & Stolterman, 2004). Denne danske forskning kan ses som del af en strømning i retning af et større fokus på børns designprocesser inden for det internationale forskningsfelt Child-Computer Interaction (Iversen, Smith, Blikstein, Katterfeldt & Read, 2015). Internationalt har fokus i forskningen imidlertid oftest været på design som et middel til elevers læring om digitale teknologier og programmering (se eksempelvis Katterfeldt, Dittert & Schelhowe, 2015; Bekker, Bakker, Douma, Van Der Poel & Scheltenaar, 2015; Chu, Angello, Saenz & Quek, 2017; Brennan, 2015).

Computational Thinking (CT) har i forskningslitteraturen, såvel som i praksis, været anvendt med flere forskellige betydninger fra Wings (2006) overordnede beskrivelse af at kunne anvende computere til at løse problemer som en grundlæggende færdighed på linje med at kunne læse, skrive og regne til mere specifikke koncepter, praksisser og perspektiver som dem formuleret af Brennan og Resnick (2012). Barr og Stephenson (2011) tager sådanne koncepter helt ind i eksisterende fag som matematik og samfundsfag, og Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille & Wilensky (2016) undersøgte CT i matematik og naturfag som et forsøg på at integrere CT i disse fag i amerikanske ungdomsuddannelser. Igennem længere tids indsatser

med CT i særligt den angelsaksiske skoleverden, har der efterhånden udkrystalliseret sig nogle indholdsområder, som sædvanligvis regnes til CT, men der mangler ifølge Caspersen, Iversen, Nielsen & Mussaeus (2018) stadig klare resultater og evidens for, hvad CT er i en grundskolekontekst.

## Undersøgellesdesign

Vi har undersøgt den del af tekforsøget, hvor teknologiforståelse i eksisterende fag introduceredes som ”En delmængde af en større faglighed udfoldet i det selvstændige fag” (BUVM, 2018b). De involverede fag fordelt på alderstrin var:

- I indskoling: Matematik, dansk, natur/teknologi og billedkunst.
- På mellemtrinnet: Matematik, dansk, natur/teknologi samt håndværk og design.
- I udskoling: Matematik, dansk, fysik/kemi og samfundsfag.

Vores empiri er skabt gennem interviews med de fagudviklere, der har udarbejdet prototyper på undervisningsforløb. I seks fokusgruppeinterview har vi interviewet i alt 16 fagudviklere ud af i alt 19 deltagere. I samfundsfag har vi haft mulighed for at interviewe en fagudvikler, mens vi interviewede fire udviklere i dansk, tre i natur/teknologi, to i billedkunst og to i håndværk og design. I fagene natur/teknologi, fysik/kemi deltog i alt tre deltagere i det samme fokusgruppeinterview. Interviewene er foretaget i december 2020, hvilket var efter endt udvikling af de sidste undervisningsforløb men umiddelbart før de sidste afprøvninger af forløbene på skolerne. Under interviewet blev fagudviklerne spurgt til deres erfaringer med at transformere den nye teknologiforståelsesfaglighed ind i eksisterende fag.

Interviewene er efterfølgende transskriberet og kodet efter en struktur, hvor hvert tema er koblet til en række kategorier, som er genereret på basis af mønstre i informanternes udsagn, hvorved vi har forsøgt at være åbne for at lade undersøgelsespersonernes perspektiver bestemme, hvad der er centralt (Maykut & Morehouse, 1994). Desuden er analysen deskriptiv snarere end teorigenererende (Potter, 1996). Eksempler på kategorier er for eksempel ”udviklerens erfaringer med teknologiforståelsesfagligheden” eller ”vurdering af begreber og fagsprog”. De tilsammen godt 120 siders interview er derefter gennemgået ”line by line” (Creswell, 2008) af to forskere, som har kodet datamaterialet for alle kategorier. Fagudviklerne, som er informanter i forhold til undersøgelsen, har kommenteret analysen af deres inter-

view, hvilket bidrager til, at artiklens udlægning af data er retvisende i forhold til interviewpersonernes holdninger og perspektiver.

### **Når to fagligheder mødes**

I det følgende præsenterer vi udviklernes erfaringer og opfattelse af integrationen af teknologiforståelse med det fag fra den etablerede fagrække, som udviklerne har repræsenteret i forsøget. Vi definerer erfaring på et fænomenologisk grundlag, hvor den centrale tilgang er subjektiviteten og erfaringens unikke position. Undersøgelsesdesignet og det analytiske bidrag har ikke haft til formål at få udviklerne til at fremstå negativt eller som en gruppe, der ikke har de fornødne kompetencer til at udvikle fagligheden. Vi interesserer os for udviklernes italesættelse og forståelse af, om de to fagligheder er kompatible, hvilke elementer der har skabt sammenstød, og hvor de ser potentialerne og udfordringer i dette faglige møde. I en åben kodning af de transskriberede fokusgruppeinterviews med fagudviklere fra forsøget opstod der fem temaer, som udfoldes i de næste afsnit.

## **Tema 1: Det tværfaglige møde mellem det etablerede fag og teknologiforståelse**

Der er stor forskel på, hvordan udviklerne ser på mødet imellem deres eget fag og teknologiforståelsesfagligheden. Hvor for eksempel natur/teknologi og fysik/kemi oplevede, at de to fagligheder passede ”rigtigt godt sammen”, og at der primært var brug for udvikling af materialer, didaktik og fælles forståelser, omtalte udviklerne fra dansk teknologiforståelse som ”et selvstændigt fag, der skal proppes ind i vores fag”. Fagudviklerne fra dansk så hellere, at der havde været lagt op til en fortsat fagudvikling i løbet af forsøget, så ”vi også udviklede faglighed i mødet med danskfaget”. Fagudviklerne har desuden haft svært ved ud fra styringsdokumenter at få greb om fagligheden: ”Hvad er det nye? Hvad er det egentligt vi skal? Hvad er teknologiforståelse i dansk?” Udviklerne veksler altså mellem at beskrive teknologiforståelse som noget, der allerede er i danskfaget og noget fremmed, der proppes ind. Udviklerne omtaler desuden, at de i deres samarbejde med lærere i forsøget har oplevet samme skisma blandt disse. Dels har lærere omtalt (elementer af) teknologiforståelse, som noget de gjorde i forvejen, og dels har de omtalt dansk og teknologiforståelse som to forskellige fagligheder, ”hvor den sidste, den er en fremmed fugl, der er på besøg” (udvikler i dansk).

Som beskrevet, var der i forsøget meget forskellige modeller for

integrering af teknologiforståelse i fagene. Hvor håndværk og design for eksempel havde fået tildelt et enkelt kompetenceområde (digital design og designprocesser), havde natur/teknologi i forsøget fået tildelt en sammensætning af færdigheds- og vidensområder fra alle fire kompetenceområder som et nyt kompetenceområde. En matematikudvikler reflekterede over, at dette gav "(...) mulighed for at arbejde helhedsorienteret i natur/teknologi (...)", og gjorde, at man som underviser "ikke skal vente på et tværfagligt forløb (...)" for at kunne "(...) arbejde helhedsorienteret i natur/teknologi (...)". For denne fagudvikler har det altså været vigtigt, at der i natur/teknologi var lavet en sammensætning af færdigheds- og vidensområder fra alle fire kompetenceområder i teknologiforståelsesfagligheden. Udvikleren mener, det burde gælde integrationen i de andre fag også: "Der er en helhed i teknologiforståelse, som jeg synes er vigtigt at få skrevet ind i alle fag."

I billedkunst taler fagudviklerne om behov for en gentænkning af mødet mellem teknologiforståelse og deres fag, der har en mere "elastisk tilgang og mere lydhørhed overfor, hvor fagligheden kan bringes hen på længere sigt". Udviklerne er særligt optagede af, at udmøntningen af faget har "(...) følt afkoblet fra andre typer af faglige tænkninger end den matematisk-logiske". Udviklerne i billedkunst peger ligesom danskudviklerne på, at der ikke har været skabt plads til at afprøve faglige metodiske tilgange, og at konsekvenserne har været, at fagets egne metodiske tænkninger med relevans for teknologiforståelse ikke er blevet afprøvet. I håndværk og design så udviklerne fællesmængder mellem teknologiforståelsesfagligheden og deres fag. Som begrundelse for dette pegede udviklerne blandt andet på, at faget er "meget praksisfagligt", at "man laver produkter" og at der er noget med "kulturforståelsen, altså hvad er det for en kontekst, der her skal bringes ind i, som jeg også synes hænger meget godt sammen".

Den interviewede udvikler i samfundsfag oplever flere fællesmængder mellem teknologiforståelsesfagligheden og faget, og at den nye faglighed kan berige samfundsfaget: "Altså, det er ikke totalt skævt i forhold til den faglighed, vi arbejder med traditionelt, (...) men det tilføjer noget nyt og anderledes". Samtidig pegede udvikleren på, at "der er ting hvor faget ikke har fulgt med". Til gengæld oplevede udvikleren i lighed med nogle af de andre fag kravet om, at der skal designes et digitalt artefakt som et "benspænd".

Når man ser på tværs af fagene i forsøget, er det altså tydeligt, at der er forskel på, hvordan fagudviklerne har oplevet mødet mellem teknologiforståelsesfagligheden og deres fag. Mens der har været fællesmængder mellem disse i håndværk og design, samfundsfag, natur/teknologi og fysik/kemi, har især billedkunst og dansk oplevet teknologiforståelse som en faglighed, der har været vanskelig at få til at fungere i sin nuværende udformning, og udviklerne fra begge fag

har efterlyst, at det gentænkes, hvordan teknologiforståelse skal indgå i deres fag, mens særligt udviklerne fra natur/teknologi og fysik/kemi peger på behovet for udviklingstid og for udvikling af fælles forståelser, der på sigt kan blive til de første elementer i en egentlig integrativ, fagdidaktisk tænkning om teknologiforståelse i naturfagene.

## Tema 2: begreber og fagsprog

I forsøget er det løbende blevet problematiseret, at der i teknologiforståelsesfagligheden var tale om et nyt og vanskeligt fagsprog (se eksempelvis BUVM, 2020; Slot, Lorentzen og Hansen, 2021), hvilket også medførte, at der undervejs i forsøget blev udarbejdet en ordliste med yderligere forklaringer. Ikke overraskende var der også blandt udviklerne en opmærksom på faglighedens begreber og fagsprog samt på, hvordan disse passede med nærtstående begreber i de eksisterende fag.

I natur/teknologi og fysik/kemi pegede udviklerne på, at lærerne havde haft svært ved computationel tankegang som begreb, før der var opnået en fælles sproglig erkendelse af sammenhænge mellem for eksempel teknologisk handleevne og de tankegange, som den computationelle tænkning repræsenterer: "Det slog bare ikke rigtig an." Desuden problematiserede udviklerne i natur/teknologi og fysik/kemi det fokus, der havde været på komplekse problemstillinger i forsøget, idet man gerne i faget ville have haft plads til også at "tage udgangspunkt i en fantasi eller en idé eller noget, man forestiller sig". For udviklerne var der en modsætning imellem sådan en tilgang og så den fra forsøget, hvor de oplevede komplekse problemer som nogle, der var svære eller umulige at løse for elever, og hvor de derfor efterlyste mere konkrete problemstillinger:

” Eleverne skal bekæmpe temperaturstigning og oversvømmelser og sådan noget og det er altså svært at forholde sig til, når man sidder i Tvis på en landsbyskole øhm... det har været en udfordring at gøre det mere konkret og måske tage fat i mindre udfordringer. Men det, tror jeg, bliver sjovere for eleverne, fordi de kan se, at de løser et konkret problem og ikke noget, der over 30 års spænd kommer til at sænke vandstanden 1,5 centimeter.

Også udviklerne i natur/teknologi problematiserede den måde komplekse problemer har været i forsøget. Udviklerne oplevede, at dette havde skabt et fokus på en "bredere problemstilling", som havde ledt dem "væk fra fag-fagligheden". Desuden mente udviklerne i mate-

matik, at begreberne fra teknologiforståelse har skabt distance hos lærerne i forsøget: ”mange elementer i teknologifagligheden lapper fuldstændig ind over matematikken, men der bliver brugt andre begreber”. En af udviklerne har løst det ved ikke at stå så hårdt på begreberne, men i stedet lægge indhold ind i forløbene uden at eksplicitere, hvad det ville hedde med teknologiforståelsesbegreber:

” Så nogle gange tror jeg også det handler om hvad man anser for computationel tankegang. Og i mine egne forløb har jeg også selv gjort alt hvad jeg kunne for at skrive det frem, for eksempel med rutediagrammer og input, databehandling, outputdiagrammer og sådan nogle ting, så jeg tror, de [lærerne] har arbejdet med det, og det har været indlysende for dem, jeg tror bare ikke, de ser det som computationel tankegang.

Mens fagudviklerne i matematik havde oplevet, at lærerne havde haft svært ved det nye begreb computationel tankegang, oplevede fagudviklerne i danskfaget problemer ift. begrebet intentionalitet, som både findes i teknologiforståelsesfagligheden og i dansk, men som ifølge fagudviklerne betyder noget forskelligt i de to fagligheder. Tilsvarende diskuterede gruppen en uklarhed i forhold til forskelle mellem de digitale artefakter, som var produkter i teknologiforståelse og det udvidede tekstbegreb, som danskfaget indeholder. Udviklerne i dansk oplevede samlet set, at mødet mellem de to fagligheder begreber blev på teknologiforståelses præmisser: ”Det har været svært, når der allerede er genstande i danskfaget som sagtens kan tilgodese teknologiforståelses-målene, og (forsøgs)projektet har villet en anden vej”.

Ydermere har gruppen af udviklere til dansk den holdning, at også designprocessen defineres for snævert i læreplanerne. En udvikler foreslår således, at designprocessen fra teknologiforståelse lægges ”ind under” det danskfaglige kompetenceområde ’Fremstilling’, ”Fordi det er en udbygning af det vi gør i forvejen, og det vil også gøre at læreren (...) bedre kan genkende det”. Således arbejdes der ifølge udviklerne allerede med iterative designprocesser, særligt tydeligt i procesorienterede skriveforløb, og ”med at udvikle eleverne til at være kritiske over for budskaber og sproglige ytringer på sociale medier eller i andre tekster” i danskfaget. Udviklerne ser således langt hen ad vejen forskellen mellem faglighederne som især begrebslig, idet fagtermer fra teknologiforståelse skaber en distance til noget af det, man i fagudviklernes øjne i forvejen gør i dansk, men som blot kaldes noget andet i læreplanen for teknologiforståelse.

De danskdidaktiske udviklere har desuden svært ved at forlige sig med, at teknologiforståelsesfagligheden, som den er formuleret i læreplansdokumenterne, er forbundet med en computational empowerment-tradition, som foreskriver, at man i undervisningen skal

arbejde med at løse komplekse, samfundsmæssige problemstillinger gennem digital fabrikation. En udvikler betegner læreplanens intentioner som repræsenterende en "ikke-humanistisk tænkning" og uddyber: "det ligger så langt fra vores fag at være et fag, der skal løse problemer i virkeligheden" på en "håndgribelig, konkret" måde, som udviklerne også benævner "erhvervsrettet". Som i billedkunst kan faget ifølge de dansksdidaktiske udviklere noget andet i forhold til at forstå og agere i verden: "danskfaget er også det at kunne forestille sig nogle andre virkeligheder. Eller at kunne fantasere sig til, at tingene kunne være anderledes, og sproget kunne bruges anderledes til at skabe verdenen med." En udvikler efterlyser eksplicit en bredere opfattelse af, hvad teknologiforståelse i forhold til undervisning skal være i læreplansdokumenterne: "Hvorfor er der ikke plads til teknologifilosofi? Hvorfor er der ikke plads til teknologihistorie? Hvorfor er der ikke plads til forholdet mellem menneske og teknologi?"

Samlet set, har udviklerne på tværs af en række fag oplevet forskellige vanskeligheder med begreber og fagsprog fra teknologiforståelsesfagligheden. I matematik, natur/teknologi og fysik/kemi oplevede fagudviklerne, at det tog tid for lærerne at tilegne sig indsigt i begreberne, mens fagudviklerne i dansk og matematik pegede på, at mange begreber overlappede, men at det enten skabte distance til lærerne at bruge nye ord for det samme, eller at det gav problemer at bruge de samme ord på andre måder.

### Tema 3: definitioner af teknologi

Det tredje tema i fagudviklernes besvarelser er definitioner af teknologi. Mens man i natur/teknologi og fysik/kemi i begyndelsen af forsøget oplevede de digitale teknologier som en barriere for nogle lærere, har forventningen om produktion af digitale artefakter givet mening for disse udviklere:

” Hvor det ofte er personbåret, hvis der er en fysiklærer, der har særlig interesse i digital teknologi, så bliver de[t] måske inddraget der, nu er man ligesom tvunget ud i det, og det synes jeg faktisk, forsøget har vist, at det kan godt lade sig gøre.

Gruppen beskrev en positiv udvikling i lærernes evne og lyst til at håndtere digitale teknologier og udvikle digitale artefakter over tid, samtidig med, at lærernes spørgsmål forandrede sig fra, at de i starten handlede om teknologi, ”men nu er vi begyndt at få de der refleksioner over teknologien, mere de der mere digital myndiggørelsesrefleksioner i virkeligheden, ikke, eller begyndt at diskutere hvordan vi bruger

den, og hvorfor vi bruger den”.

For fagudviklerne i dansk, er definitionen af, hvad et digitalt artefakt var, til gengæld blevet opfattet som snæver, og som noget der nogle gange følte irrelevant i forhold til danskfaget: ”Vi prøvede jo meget at sige, kan et digitalt artefakt ikke også være en PP-præsentation, kan det ikke også være en film? Altså nogle af de ting vi i forvejen arbejder med?”. Udviklerne gav udtryk for, at en sådan opblødning i forhold til, hvilke produkter, der var krav om, kunne lette integrationen i dansk, hvor der ifølge fagudviklerne i forvejen var opbygget en praksis for elevers arbejde med digitale artefakter i et sådant perspektiv. Udviklerne havde både mødt lærere, der opfattede teknologiforståelse som et rent programmeringsfag og lærere, der opfattede teknologiforståelse som noget, de allerede gjorde i dansk (uden at programmere). En af udviklerne gav udtryk for, at lærerne ikke havde udviklet en ny forståelse for teknologi i løbet af forsøget. Ligesom i dansk problematiserede udviklerne i billedkunst definitionen af et digitalt artefakt og omtalte det som, at de havde været ”i clinch med det her digitale artefakt-begreb.” Samtidig oplevede fagudviklerne, at det at begrænse fagligheden til digital teknologi, førte til en forsimpning af faget, og de oplevede begrebsapparatet fra teknologiforståelse som ”lidt af en sten i skoen for mange andre typer faglige tænkninger. Selvom der også i gruppen var en optagethed af at undersøge, hvori det nye teknologifaglige bestod og hvilke typer af artefakter, som reelt kunne bidrage med noget nyt, oplevede udviklerne i billedkunst ikke, at fortolkningen af teknologisk handleevne eller ”kodedelen” havde tilført noget til det eksisterende It og medie-perspektiv i faget. Omvendt var det fokus på digital billedbehandling, som forsøget har givet anledning til, ifølge udviklerne en nødvendighed i billedkunstfaget og noget nogle lærere har haft berøringsangst i forhold til. Billedkunstfaget har dermed brug for det nye input fra teknologiforståelse:

” ... det er jo et udvidet fagbegreb, vi har gang i, ikke også, vi er ved at transformere et fag. Men jeg synes vi svigter teknologiforståelsesfaget, jeg synes vi svigter vores børn, hvis vi tager den visuelle dimension ud, som ligger i billedkunst.

Generelt så udviklerne store potentialer i mødet mellem de to fagligheder, men de oplevede samtidig, at begreberne var definerede, så mødet skete på teknologiforståelsesfaglighedens præmisser og ikke på billedkunsts ditto.

I håndværk og design problematiserede udviklerne også definitionen af et digitalt artefakt i forsøget. Som et eksempel pegede udviklerne på, at de ifølge undervisningsvejledningen skal arbejde med digitale fabrikationsteknikker (som eksempelvis 3D-printer),



men at dette produktionsarbejde først blev defineret som et digitalt artefakt, ”når vi integrerer noget digitalt i de digitale artefakter, altså i de fysiske artefakter.” De oplevede denne måde at definere et produkt i teknologiforståelse som uoverensstemmende med den forståelse af produktionsprocesser, som i forvejen var i håndværk og design.

I samfundsfag efterlyste den ene udvikler en begrebsafklaring af, hvad teknologiforståelse er i samfundsfag, og underbyggede den manglende afklaring: ”Helt klart er det jo godt at lære om hvad programmering er, og programmering og digitale artefakter ... men det er ikke det, der mangler, når vi taler, hvad hedder det, samfundsfag, det synes jeg ikke, det er ikke...”. Udvikleren gav udtryk for, at samfundsfaget allerede i sig selv havde en teknologiforståelse, som ikke harmonerede med den i læreplansteksten for forsøgsfaget: ”Det er jo ikke den samfundsfaglige teknologiforståelse, der er lagt op til i forsøgsfaget”. Udvikleren var for eksempel ikke tilfreds med den måde kompetenceområdet digital myndiggørelse var beskrevet på i forhold til samfundsfag, da hun ikke så læseplanens beskrivelse dække den politiske eller samfundsmæssige dannelse, udvikleren gerne så. Som et eksempel på dette, pegede udvikleren på færdigheds- og vidensområdet teknologianalyse: ”samfundsfagligt ville en teknologianalyse jo handle om, hvordan den her teknologi påvirker vores samfund”.

Samlet set pegede en del af udviklerne på, at definitionen af digitale artefakter har været svær at få til at fungere ind i de eksisterende fagligheder. I natur/teknologi og fysik/kemi berettede udviklerne til gengæld om, at selvom kravene til digitale artefakter i starten havde været en barriere, var der i løbet af projektet sket en udvikling, og på at kravene havde været nødvendige for denne udvikling. I dansk, håndværk og design, billedkunst og samfundsfag oplevede udviklerne til gengæld definitionen af et digitalt artefakt som snævert og snærende.

## Tema 4: Kompetence-, færdigheds- og vidensområder i fagene

Som tidligere beskrevet var hvert fag blevet tildelt en delmængde af de samlede færdigheds- og vidensområder fra forsøgsfagligheden. Der var blandt udviklerne forskellige holdninger til, hvorvidt denne tildeling havde fungeret hensigtsmæssigt. I natur/teknologi og fysik/kemi havde man især fået tildelt færdigheds- og vidensområder fra ”digital design og designprocesser” og ”computational tankegang”. Ifølge udviklerne havde sammensætningen af områder fra de to kompetenceområder gjort, ”at man har ku’ få det hele med”. Dels oplevede udviklerne, at de to kompetenceområder spillede godt sammen i sig selv,

men de oplevede også, at der var et godt samspil med naturfagsfagligheden: "Altså, der er nogle mål, som man ikke behøver tænke, at det er teknologiforståelse, man kan bare være faglærer, hvor man tænker: 'nå, men det passer fint ind i den forståelse, jeg allerede har af mit fag.'" Som et eksempel var arbejdet med data en del af computationel tankegang, som fagudviklerne fandt relevant: "Hele det her med data, altså jeg tænkte, det er måske det fag, hvor vi har størst mulighed for rent faktisk at få nogle reelle data, altså at måle på et eller andet". Udviklerne er samtidig inde på, at selvom digital myndiggørelse ikke har været et kompetenceområde i faget, så er "det (er) jo kommet med alligevel". En af udviklerne peger som en forklaring, at digital myndiggørelse og handlekompetence er indlejret i digitale designprocesser.

I matematik havde man fået tildelt færdigheds- og vidensområder fra alle fire kompetenceområder, og det pegede udviklerne som beskrevet under Tema 1 (Det tværfaglige møde) selv på som en styrke, som en af udviklerne "synes er vigtigt at få skrevet ind i alle fag." Udviklerne så til gengæld gerne, at der i forhold til integrationen i matematikfaget i læreplanen var mere fokus på digital myndiggørelse, "hvor man analyserer verdenen omkring sig (...). Og forholder sig kritisk til den" end på "konstruktionsdelen, som jo lidt er den, hvor man ligesom konstruerer sig frem til en designforståelse". Desuden beskriver en udvikler, at det ville være hensigtsmæssigt med en højere grad af didaktisk frihed til for eksempel at vælge, hvilke matematiske kompetenceområder teknologiforståelse skal spille ind i, så man kan "tage det med, når det giver mening i matematikundervisningen".

I billedkunst var man blevet tildelt færdigheds- og vidensområderne "programmering og konstruktion", "teknologianalyse", "formålsanalyse" og "brugsstudier". Mens det første var en sammensætning af områder fra "teknologisk handleevne" og "digital design og designprocesser", var de sidste tre fv-områder fra "digital myndiggørelse". Selvom billedkunst i forsøget altså var blevet tildelt 3 ud af 5 færdigheds- og vidensområder fra kompetenceområdet digital myndiggørelse, så fagudviklerne ikke, at de i tilstrækkelig grad har fået lov at bidrage til elevernes digitale myndiggørelse: "Billedkunst har så meget at komme med, vi kan bidrage med at udvikle den digitale myndiggørelse i lige så høj grad, som andre fag kan."

I håndværk og design følte udviklerne sig udfordrede af, at faget kun skulle arbejde med det ene kompetenceområde Digital design og designprocesser: "når man tager et kompetenceområde direkte fra som fag og direkte 1:1 over i fag, som man har gjort med håndværk og design, så mangler man naturligvis nogle ting, der er der i alle de andre kompetenceområder". En anden udvikler uddybede:

” Men, hold kæft hvor har det været irriterende! Det kunne det være rigtigt spændende at bevæge sig ud i, digital myndiggørelse ... der er et uforløst potentiale i håndværk og design i teknologiforståelsesfagligheden ved at vi ikke kan arbejde med digital myndiggørelse ...

I de udviklede prototyper havde udviklerne valgt at udvide perspektivet i forhold til forsøgets fokus på et enkelt kompetenceområde til også at omfatte for eksempel bruger- og feltundersøgelser: ”Men det har jo ikke været med begrundelse i teknologiforståelsesfaget, det har jo været fordi, sådan gør man faktisk også i håndværk og design.”

Udviklerne i håndværk og design havde i deres prototyper bygget på den teknologiske handleevne, som eleverne skulle opnå i andre fag, men oplevede, at det voldte problemer for lærerne:

” ... fordi vi på en eller anden måde indirekte kræver af lærerne, at de faktisk også orienterer sig i teknologisk handleevne og i computational tænkning med algoritmer, der er jo også der, de blokerer og siger ”Vrægh”, det har ikke ret meget med håndværk og design at gøre det der ...

Ligesom udviklerne for naturfagene pegede på, har også lærerne i håndværk og design manglet et sprog for den nye faglighed: ”Der er ikke noget sprog for teknologisk handleevne, de havde ikke noget viden omkring det ...”. Der var ikke noget krav om teknologisk handleevne i læseplanen, men som udviklerne har påpeget, har skabelsen af digitale artefakter været afhængig af en sådan teknologisk handleevne, som dermed har været en forudsætning for de forløb, som er blevet lavet til håndværk og design, eftersom de digitale artefakter havde et krav om et digitalt indhold.

I forsøget havde dansk fået tildelt dele af digital myndiggørelse og digital design og designprocesser, som de opfattede som noget, der var tæt på, ”det vi ellers bedriver” i danskfaget. Derudover var faget blevet tildelt fv-området ”digital sikkerhed”, som ifølge udviklerne har været ”...rigtig, rigtig svært at finde sådan nogle danskfaglige fænomener, der talte ind i det, uden at det blev... ja, uden at det kom til at virke som et ’add-on’”. Mens udviklerne tilsyneladende ikke kunne se relevansen af området digital sikkerhed, har de til gengæld oplevet at mangle computationel tankegang: ”...vi har ikke computationel tænkning med i vores, men det er sådan set underliggende hele pivemøjet”. Udviklerne har altså haft et ønske om at arbejde med en samlet faglighed, men de har manglet dele af den.

Samlet set peger udviklerne generelt på en problematik i forhold til tildelingen af færdigheds- og vidensområder. Danskudviklerne

savnede computationel tankegang, hvorimod udviklerne i billedkunst og håndværk og design oplevede det som en begrænsning, at de ikke havde fået tildelt digital myndiggørelse som område, mens udviklerne i natur/teknologi og fysik/kemi oplevede, at de havde digital myndiggørelse med i deres prototyper, selvom fagene ikke havde fået tildelt dette kompetenceområde. I håndværk og design oplevede udviklerne tilsvarende at måtte trække på teknologisk handleevne, selvom det ikke fremgik som et egentligt fv-område. I matematik var udviklerne til gengæld tilfredse med at have fået fv-områder fra alle fire kompetenceområder, mens fysik/kemi og natur/teknologi umiddelbart ikke problematiserede tildelingen af deres to kompetenceområder. I sidste ende tegner det et meget broget billede af tildelingen af delementer af teknologiforståelsesfagligheden til de enkelte fag, og i mange af fagene problematiserede udviklerne fraværet af delementer af den samlede teknologiforståelsesfaglighed i den konkrete tildeling af færdigheds- og vidensområder til de enkelte fag.

## Tema 5: Faglige samspilsmuligheder og brudflader

Det sidste tema var det potentiale fagudviklerne så i udviklingen af deres fag gennem et samspil med teknologiforståelse. Når udviklerne pegede på, hvordan teknologiforståelse ville kunne bidrage til deres fag, kom de også ind på brudflader, hvor de ikke havde fundet et frugtbart overlap mellem teknologiforståelse og deres faglighed.

Udviklerne i natur/teknologi og fysik/kemi oplevede, at teknologiforståelse kunne ”gøre nogle ting i en eller anden grad synligt, som ellers var usynligt” og ”øge begrebsindholdet”. Samtidig pegede udviklerne på, at de iterative designprocesser ”skubber jo også noget væk fra noget tavleundervisning”. Udviklerne omtalte denne designtilgang, som dén kompetence, der løftede computationel tankegang frem i fagene, og som løftede dele af den digitale myndiggørelse frem mod en sammenhængende teknologiforståelsesfaglighed:

” Computational tankegang er et godt redskab til at arbejde med digital design og designprocesser og digital design og designprocesser er godt til at vurdere digitale artefakter, både dem man selv har produceret, og dem som andre producerede, hvis man skal kigge på noget, som ikke er ens eget, altså som eleverne selv udvikler, men hvis man skal kigge på apps, der er udviklet til et eller andet, så... øhm, ja, så i hvert fald de to kompetenceområder spiller rigtig godt sammen, og de spiller rigtig godt sammen med naturfagene, synes jeg.

Således havde udviklerne i natur/teknologi og fysik/kemi oplevet, at teknologiforståelse kunne bidrage til en faglig udvikling i deres fag. Udviklerne oplevede, at det i starten af projektet var en udfordring at få bragt teknologien ”ind i faget” og meget udviklingstid blev brugt på ”at lære om teknologi og hvordan det overhovedet er sat sammen”. Over tid blev der udviklet en basis for at anvende den nye teknologiske indsigt som en basis for refleksioner over teknologiernes betydning og rolle. De matematikfaglige udviklere fortalte, at de generelt oplevede, at der havde været et meningsfuldt samspil mellem matematik- og teknologiforståelsesfaglighederne. Desuden pegede de i lighed med udviklerne i natur/teknologi og fysik/kemi på nogle af de didaktiske tilgange fra teknologiforståelse, som ”bud på en modernisering” af deres fag. I billedkunst havde udviklernes udgangspunkt været, ”at de to fagligheder ikke skulle være et appendiks til hinanden, men at de faktisk skulle udvikle hinanden, de skulle udfordre hinanden”, men udviklerne oplevede udfordringer med tilgangen til teknologiforståelse, som de så som naturfaglig og omverdens-problemorienteret. Selvom udviklerne gav udtryk for, at de udviklede prototyper til en vis grad var ”troværdige over for faget [billedkunst], som giver mening”, oplevede de, at det problemløsende element samt kravene om programmering og digitale artefakter ”lægger faget ned i en ramme, som faget ikke rigtigt kan være i, den fjerner lidt den her fantasitænkning”. Udviklerne oplevede nemlig ikke, at der var plads til det mere ”undersøgende, fabulerende, ikke facit-orienterede”, som de i højere grad så som en del af billedkunsts identitet, og derfor pegede de på, at der var et behov for, at teknologiforståelse i billedkunst:

” finder sin egen retning i forhold til at være problemløsende: Om det nødvendigvis skal være udgangspunktet, det tror jeg ikke for billedkunstfaget altid skal være et problem. Det kan i højere grad være en nysgerrighed eller en undren på noget, ikke?

Samtidig så udviklerne et potentiale i, at billedkunst ville kunne bidrage til udvikling af sådanne mindre problemorienterede tilgange til teknologiforståelse. Udviklerne mente også, at det var vigtigt, at teknologiforståelses-fagligheden fremover ville komme til at indeholde de mere æstetiske, fabulerende tilgange, som de ikke oplevede, at der havde været plads til i forsøget:

” vi er ikke ude i at uddanne kodere, vi er ude i at uddanne og danne nogle unge mennesker, der forstår det samfund, de er en del af. Og der har billedkunst altså også en forpligtelse, for hvis vi alene lægger den teknologiforståelsesfaglighed over i en naturfagskontekst, så svigter vi de elever, der ikke lærer den vej ind, men som lærer en mere praktisk-musisk vej ind, kan man sige.

Udviklerne i dansk pegede ligesom udviklerne fra billedkunst på, at de oplevede, at teknologiforståelse i forsøget havde en manglende vægt på humanistiske, kunstneriske og æstetiske tilgange til fremtidsforestillinger. Udviklerne oplevede, at der var brug for en danskfaglig nytænkning, som rettede blikket mod verden på en anden måde end danskfagets typiske perspektiveringer og de oplevede, at teknologiforståelse havde et potentiale til at katalysere en sådan nytænkning, men de oplevede også et behov for at tone flere kompetenceområder på danskfaglige præmisser. Udviklerne mente altså et potentiale for, at teknologiforståelse kunne bidrage til en fagudvikling, men de oplevede, at der var behov for, at denne udvikling ikke udelukkende tog udgangspunkt i den forsøgsfaglighed, de havde arbejdet med.

I håndværk og design oplevede udviklerne den forståelse af designprocessen, som kom fra teknologiforståelse, som et velkomment bidrag til deres fag. Det var både gældende for ”de komplekse problemstillinger”, for fokus på ”rammesættelse” og for ”...hele den der forståelse af konstruktionsfasen og loops og det, at man har ord som argumentation og introspektion, altså det har været fantastisk”. Udviklerne pegede på, at ”der er noget, som faget allerede godt kan, men som bliver kvalificeret og løftet med teknologiforståelse”. Det gælder ifølge udviklerne for eksempel i forhold til at anvende digitale (fabrikations-) teknologier, ”... der faktisk kan bruges lige nu uden teknologiforståelse ...”. Her har man i forvejen kunnet bruge maskiner til at bearbejde materiale, men ifølge udviklerne bidrager teknologiforståelsesfagligheden ved, at du kan ”... forholde dig til hele maskinen ... Hvordan er den designet? Og samtidigt også måske kunne perspektivere det lidt til et samfundsperspektiv...” I det hele taget peger udviklerne i håndværk og design altså på, at teknologiforståelse har et potentiale i forhold til at skabe en udvikling i deres fag.

I samfundsfag ser udvikleren et potentiale i teknologiforståelse

som en vej til et fokus på ”hvordan teknologierne påvirker både politik og økonomi og de sociologiske forhold, altså hvordan vi er mellem mennesker”. Udvikleren oplever imidlertid, at det fokus, der er i forsøget, har været på fremstilling af digitale artefakter har taget for meget fokus:

” Man skal designe noget der kan – en teknologisk artefaktdims – der kan løse et eller andet, (...) og så bruger man nogle teknologier til en masse ting, som man bliver klogere på, men stillingtagen i sidste ende, ligger udenfor teknologierne.

Udvikleren opfattede det som mere relevant, at den teknologiske forestillingsevne, som hun oplever som en central del af forsøget, blev drejet mere over mod:

” en samfundsmæssig forestillingsevne, hvad vil vi med vores samfund eller vores fællesskaber eller vores liv i det hele taget? Og der synes jeg så den der teknologiforståelsesfaglighed lægger meget op til, vi skal finde ud af, hvordan vi skal bruge teknologier til at løse de problemer, vi måtte have.

På tværs af alle fagene pegede udviklerne på, at teknologiforståelse havde potentiale til at bidrage til en faglig udvikling i deres fag. Særligt i håndværk og design, natur/teknologi, fysik/kemi og matematik havde udviklerne allerede set konturerne af en sådan udvikling i forbindelse med forsøget, mens udviklerne i samfundsfag, billedkunst og dansk i højere grad oplevede, at der var et behov for at gentænke, hvad teknologiforståelse skulle betyde i deres fag. I samfundsfag efterlyste udvikleren et større fokus på koblingen til en samfundsmæssig forestillingsevne og teknologiernes påvirkning af os som mennesker og som samfund, mens udviklerne i dansk og billedkunst efterlyste en mindre problemløsningsorienteret tilgang til æstetiske processer med digitale teknologier og en diskussion af kravene om og til digitale artefakter.

## Sammenfatning og diskussion

Denne artikel er baseret på interviews med fagudviklere, som har haft til opgave at udvikle prototyper på undervisningsforløb til læreres afprøvning af teknologiforståelse. Disse fagudviklere er kommet ind i projektet med forskellige erfaringer med de involverede fagligheder, men vi antager, at de er udvalgt af deres ledelser som de bedst egnede til opgaven. Derfor kan deres position i projektet karakteriseres

som en most-likely critical case (Flyvbjerg, 2010). Når disse udviklere derfor peger på elementer, der i deres øjne ikke er lykkedes, kan man derfor antage, at det også vil gælde for flere andre i samme situation. Der er til gengæld mange faktorer, der karakteriserer denne situation. Fagudviklerne har dels skullet forholde sig til fagformål, fælles mål, læseplaner og undervisningsvejledninger og dels til rammerne i projektet, hvor der blev udstukket krav til implementering af fagligheden fra projektejer, en prototypeskabelon og feedback processer, som var en del af forsøget. Når fagudviklerne forholder sig til en given problematik, som for eksempel forholdet mellem fokus på komplekse problemer og æstetiske processer, ved vi således ikke, om det sker med udgangspunkt i implementeringskrav i forsøget eller med udgangspunkt i beskrivelserne i de overordnede styringsdokumenter. Vi har heller ikke undersøgt en eventuel sammenhæng mellem en udviklergruppes samlede erfaring med teknologiforståelse og dennes holdning til fagligheden eller elementer af fagligheden.

Som nævnt ovenfor oplevede alle udviklerne, at teknologiforståelse havde et potentiale for at bidrage til udvikling af deres fag, og dermed satte de generelt ikke spørgsmålstegn ved relevansen af at styrke elevernes teknologiforståelse. Til gengæld oplevede fagudviklerne i dansk, samfundsfag og billedkunst, at forsøgsfagligheden i dens aktuelle form ikke realiserede dette potentiale i netop deres fag. I analyserne af de udførte interviews med fagudviklere opstod fem temaer, som diskuteres i dette afsnit. Det første var de faglige samspilsmuligheder og brudflader (Tema fem), som udviklerne pegede på. For især dansk, samfundsfag og billedkunsts vedkommende oplevede udviklerne et behov for et stærkere grundlag for, hvordan teknologiforståelse med fordel kunne integreres i deres fag.

Tema fire var udviklernes opfattelse af, hvad det har betydet, at bestemte kompetence- og f/v-områder blev tildelt deres fag. Der var betydelige forskelle på, hvordan fagudviklere fra de forskellige fag så på tildelingen af færdigheds- og vidensområder. Hvor udviklerne i for eksempel matematik oplevede at have fået tildelt meningsfulde elementer af alle fire kompetenceområder, oplevede andre udviklere, i for eksempel dansk og håndværk og design, at de manglede nogle af kompetenceområder, de ikke var blevet tildelt. Der kan være flere forklaringsmodeller for dette. Det kan for eksempel være, at fagligheden er vanskelig at få til at fungere i fragmenter og måske dermed, at der er en høj grad af sammenhæng mellem de forskellige kompetenceområder i teknologiforståelsesfagligheden, men det kan også være, at udviklerne i disse fag bedre ville have kunnet få andre fv-områder til at fungere.

Alle fagudviklerne omtalte digital myndiggørelse som væsentligt, og selvom området ikke er indtænkt i natur/teknologi og fysik/kemi



valgte udviklerne alligevel at arbejde med den del. Mens natur/teknologi, fysik/kemi samt matematik har positive erfaringer med de tildelte elementer af fagligheden, udtrykker fagudviklerne i de andre fire fag en række varianter og bud på, hvordan tildelingen af kompetenceområderne kunne have understøttet en mere teknologifaglig relevant retning. Fagudviklerne i billedkunst efterlyste for eksempel digital myndiggørelse, mens man i dansk godt kunne have undværet færdigheds- og vidensområdet om digital sikkerhed og efterspørger en anden toning af kompetenceområdet teknologisk handleevne. I håndværk og design fik man kun ét kompetenceområde, og det har ifølge udviklerne været med til at reducere fagligheden. I samfundsfag fik man et helt teknologifagligt område, som den faglige udvikler ikke finder var fyldestgørende. Der er altså ifølge udviklerne en hel del at gennemtænke i forhold til, hvad det reelt vil sige at integrere en delmængde af en større faglighed, som det er udtrykt i styredokumenter for afprøvningsforsøget. Omvendt er alle faglige udviklere optagede af, at den faglighed de har integreret, skal kunne langt mere, og de efterspørger alle mere faglighed samt flere og mere relevante muligheder for at sætte den nye faglighed i spil. Til gengæld udtaler de samstemmende, at det i højere grad bør foregå på fagenes præmisser, så fagligheden kan udvikles indefra med nogle realiserbare og relevante elementer fra det selvstændige fag.

I forhold til de definitioner af teknologi, som teknologiforståelsesfagligheden baserede sig på (Tema tre) og i særdeleshed i forhold til kravene til og om digitale artefakter i undervisningen, opstod der i en række fag barrierer, som udviklerne oplevede som unødvendige. I teknologiforståelsesfagligheden har elevers produktion af digitale artefakter en central position. I nogle fag har dette ifølge fagudviklerne medført faglig udvikling, mens det for andre har fungeret som en barriere for udviklingen af fagligheden. Fagudviklerne lader her til at have opfattet det sådan, at tværfagligheden og fagudviklingen i for høj grad er sket på teknologiforståelsens præmisser. Hvor teknologiforståelse i sin nuværende udformning er baseret på en samtænkning af participatory design og computational thinking, som begge har anvendelse af digitale teknologier og artefakter som genstandsfelt, oplevede nogle fagudviklere altså et behov for at udfordre dette genstandsfelt.

Det andet tema, som kodningen havde identificeret, var de fællesheder og overlap i begreber og fagsprog (Tema to), som udviklerne oplevede. Med rod i de to førnævnte forskningstraditioner har teknologiforståelse fra starten haft et vokabular baseret på disse. Her har nogle begreber som for eksempel design og modellering haft nogle betydninger, som var anderledes end dem, der i forvejen var i nogle af fagene. Tilsvarende har nogle af udviklerne oplevet, at de i forvejen havde indhold i deres fag, som der nu kom nye begreber for,

eksempelvis introspektion og fabrikation, som fik en dobbeltbetydning i dansk og billedkunst. Det har ifølge udviklerne skabt problemer, når nye begreber blev brugt om noget, udviklerne oplevede, var i faget i forvejen (men som hed noget andet), og når eksisterende begreber blev brugt om noget andet, end de normalt blev brugt i faget. I det hele taget pegede udviklerne på fagsproget som en stor udfordring. Problematikken er velkendt og rækker ud over afprøvningsforsøget, idet udviklingen af nye begreber og begrebsligheder, der på sigt kan udvikle sig til et fagsprog eller del af et fagsprog, altid har været et udviklings- og forskningsfelt i den fagdidaktiske skoleforskning (Nielsen 1998, Krogh, Qvortrup & Christensen, 2016). I lyset af blandt andet udviklernes erfaringer er der i vores optik behov for en forskning, der kan bidrage til systematiske undersøgelser af begrebsligheder og tilkoblingsmuligheder imellem teknologiforståelse og eksisterende fag- og fagdidaktikker.

Det første tema, som opstod i analysen, kan også ses som overordnet i forhold til de andre fire temaer. I udviklernes refleksioner over veje til et tværfagligt møde mellem det etablerede fag og teknologiforståelsesfagligheden (Tema et), er der tydelige forskelle mellem fagene. Hvor for eksempel udviklerne i natur/teknologi og fysik/kemi oplevede, at den største udfordring var kompetenceudvikling, oplevede udviklerne i dansk og billedkunst, at der ud over udvælgelsen af fv-områder var grundlæggende udfordringer i forhold til fagsprog, teknologidefinitioner og den problembaserede didaktik.

På tværs af fag opfattede udviklerne i naturfag overordnet fagligheden som relevant, så når den ikke i samme grad blev opfattet som relevant i dansk og billedkunst i den givne udformning, kan det hænge sammen med partikulære forhold som de føromtalte udvælgelser af del-elementer af fagligheden, den problembaserede didaktik, definitionerne på relevante teknologier og artefakter og sammenstød mellem fagsprog. Dermed peger analysen på, at netop disse temaer er værd at holde øje med i fremtidig udvikling af teknologiforståelsesfagligheden. Og på tværs af de undersøgte fag pegede udviklerne som nævnt alle sammen på, at deres teknologiforståelse havde en relevans og et potentiale for at bidrage til udviklingen af fagene. I dansk og billedkunst opfattede udviklerne fagligheden som naturfagligt præget, ligesom de savnede plads til mindre målrettede æstetiske processer, men samtidig opfattede de det som problematisk, hvis teknologiforståelse fremover skulle blive et rent naturfagligt anliggende. Tværtimod oplevede de et behov for at trække teknologiforståelse i retning af humanistiske, æstetiske læreprocesser.

## Konklusion

Teknologiforståelse er som nævnt i begyndelsen af denne artikel en ny og sammensat faglighed, som er baseret på særligt forskningsområderne computational thinking og participatory design. Inden for forskning i participatory design, findes international og national forskningslitteratur om digitale designprocesser med børn i et myndiggørende perspektiv, men disse er ikke tænkt ind i eksisterende fag i skolen og tager ikke udgangspunkt i teknologiforståelse som en samlet faglighed delt ud i delfagligheder i de eksisterende fag. Vores undersøgelser er baseret på Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning, som er det første stor-skala-projekt med teknologiforståelse i den danske udmøntning. Empirien, som er baseret på interviews med fagudviklere fra forsøget, peger på fire potentielle barrierer for et reelt fagmøde og dermed for integration af teknologiforståelse i eksisterende fag: Manglende samtænkning af begreber og fagsprog, divergerende definitioner af teknologi, manglende overlap og relevans i tildelingen af delelementer af fagligheden og manglende plads til faglig udvikling.

## Referencer

- Barr, V. & Stephenson, C.** (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. DOI:10.1145/1929887.1929905
- Bekker, T., Bakker, S., Douma, I., Van Der Poel, J. & Scheltenaar, K.** (2015). Teaching children digital literacy through design-based learning with digital toolkits in schools. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 29-38. DOI: 10.1016/j.ijcci.2015.12.001
- Brennan, K. & Resnick, M.** (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, Vancouver, Canada (Vol. 1, s. 25).
- Brennan, K.** (2015). Beyond right or wrong: Challenges of including creative design activities in the classroom. *Journal of Technology and Teacher Education*, 23(3), 279-299.
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2018-2021). *Teknologiforståelse i folkeskolen*. <https://tekforsøget.dk/om-forsøget>
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2018a). *Kommissorium for den rådgivende ekspertskrivegruppe for forsøgsprogram for styrkelse af teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning*. Hentet 23. marts, 2021, fra <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/folke/pdf18/jan/180124-kommissorium-for-raadgivende-ekspertskrivegruppe-teknologiforstaelse.pdf>

- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2018b). *Læseplan for forsøgsfaget teknologiforståelse.*
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2018c). *Tilføjelse til læseplan i matematik.* Forsøgsprogrammet med Teknologiforståelse.
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2019). *Ordlister over fagbegreber i teknologiforståelse i folkeskolen.*
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2020). *Midtvejsevaluering – forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning.*
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2021a). *Bekendtgørelse af lov om folkeskolen.* Lovtidende A. København.
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2021b). *It og medier.*
- Caspersen, M. E., Iversen, O. S., Nielsen, A. & Mussaeus, L. H.** (2018). *Computational Thinking – hvorfor, hvad og hvordan?* IT-Vest & Villum Fonden.
- Christensen, K. S., Hjorth, M., Iversen, O. S. & Smith, R. C.** (2019). Understanding design literacy in middle-school education: Assessing students' stances towards inquiry. *International journal of technology and design education*, 29(4), 633-654. DOI:10.1007/s10798-018-9459-y
- Chu, S. L., Angello, G., Saenz, M. & Quek, F.** (2017). Fun in Making: Understanding the experience of fun and learning through curriculum-based Making in the elementary school classroom. *Entertainment Computing*, 18, 31-40. DOI: 10.1016/j.entcom.2016.08.007
- Creswell, J. W.** (2008). *Grounded Theory Designs. I: Educational Research* (3. udg.). Pearson.
- Cross, N.** (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work.* Berg.
- Ehn, P.** (1988). *Work-oriented design of computer artifacts.* [Doktorafhandling, Arbetslivscentrum, Stockholm].
- Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA).** (2012). *Key Data on Education in Europe 2012.* European Commission.
- Flyvbjerg, B.** (2010). Fem misforståelser om casestudiet. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder* (s. 463-487). Hans Reitzels Forlag.
- Hjorth, M., Christensen, K. C., Iversen, O. S. & Smith, R. C.** (2017). *Digital Technology and design processes II: Follow-up report on FabLab@ School survey among Danish youth.* Aarhus Universitet.
- Iversen, O. S., Smith, R. C., Blikstein, P., Katterfeldt, E.-S. & Read, J. C.** (2015). Digital fabrication in education: Expanding the research towards design and reflective practices. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 1-2. DOI: 10.1016/j.ijcci.2016.01.001
- Iversen, O. S., Dindler, C. & Smith, R. C.** (2020). Computational Empowerment: Participatory Design in Education. *CoDesign: International Journal of CoCreation in Design and the Arts*, 16(1), 66-80. DOI:10.1080/15710882.2020.1722173
- Katterfeldt, E. S., Dittert, N. & Schelhowe, H.** (2015). Designing digital fabrication learning environments for Bildung: Implications from ten years of physical computing workshops. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 3-10. DOI: 10.1016/j.ijcci.2015.08.001
- Krogh, E., Qvortrup, A. & Christensen, T. S.** (2016). *Almendidaktik og fagdidaktik.* Frydenlund.
- Löwgren, J. & Stolterman, E.** (2004). *Thoughtful interaction design: A design perspective on information technology.* MIT Press.

- Maykut, P. & Morehouse, R.** (1994). *Beginning Qualitative Research*. The Falmer Press.
- Nielsen, F. V.** (1998). *Almen Musikdidaktik*. Akademisk Forlag.
- Potter, W. J.** (1996). *An Analysis of Thinking and Research about Qualitative Methods*. Lawrence Erlbaum.
- Smith, R. C., Iversen, O. S. & Hjorth, M.** (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20-28.  
DOI: 10.1016/j.ijcci.2015.10.002
- Slot, M., Lorentzen, R.F. & Hansen T.I.** (2021). Hvordan integreres teknologiforståelse i dansk? *Learning tech*, 10. Læremiddel.dk.
- Wagner, M.-L., Iversen, O. S. & Caspersen, M. E.** (2020). Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computational empowerment i den Danske grundskole. *Unge Pædagoger*, 1(2020), 2-15.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U.** (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Wing, J. M.** (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.  
DOI: 10.1145/1118178.1118215

## Bilag 1

**Tabel 1.**

*Overblik over, hvilke trin og fag der i forsøget har integreret teknologiforståelsesfaglighed.*

	Dansk	Matematik	Nat/tek Fysik/kemi	Billedkunst Håndværk/ design	Samfundsfag
Indskoling			N/T	BK	
Mellemtrin			N/T	H/D	
Udskoling			F/K		

Tabel 2 viser en oversigt over fagene og de kompetenceområder fra fagene som de relevante kompetence/færdigheds- og vidensmålsområder fra Fælles Mål for Teknologiforståelse i fag er lagt ind under:

**Tabel 2.**

*Overblik over, hvilke trin og fag der i forsøget har integreret teknologiforståelsesfaglighed.*

	Dansk	Matematik	Nat/tek Fysik/kemi	Billedkunst	Samfundsfag	Håndværk/ design
Digital myndiggørelse	Kommunikation			Selvstændige f/v-områder under fagets kompetenceområder: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Programmering og konstruktion under KO</li> <li>— Billedfremstilling</li> <li>— Teknologianalyse under Billedanalyse</li> <li>— Brugsstudier under Billedkommunikation</li> </ul>		

Digital design og digitale design-processer	Fremstilling	Selvstændigt kompetenceområde  Teknologi-forståelse, hvor DDoDD er f/v-område	Undersøgelse	Selvstændigt kompetenceområde med tilknyttede færdigheds- og vidensmål (melletrin)		Selvstændigt kompetenceområde med tilknyttede færdigheds- og vidensmål (melletrin)
Computational tankegang		Selvstændigt kompetenceområde  Teknologi-forståelse, hvor CT fylder en del i f/v-områderne	Modelling			
Teknologisk handleevne		Selvstændigt kompetenceområde  Teknologi-forståelse, hvor TH er en del af f/v-områderne				

### Særlige færdigheds-vidensområder for enkelte fag

Dansk	Digital sikkerhed, placeret under kompetenceområdet Kommunikation
Nat/tek	Digitale teknologier i naturfag, hverdag og samfund placeret under kompetenceområdet Perspektivering. Argumentation (TF) placeret under kompetenceområdet Kommunikation.
Samfundsfag	Selvstændigt kompetenceområde: Digitale artefakter og teknologier i samfundet. Desuden f/v-område "Medier og politik" under kompetenceområdet Politik.

# Abstract

---

Indholdet i skolens fag har altid været genstand for diskussioner om, hvordan sammenspillet mellem skolefag og videnskab kan og bør tage sig ud. I sin aktuelle form står teknologiforståelse på skuldrene af datalogi og design. Disse leverer vigtige inputs til faget men involverer ofte et målrettet fokus på digitale færdigheder og designprocesser, der fører til digitale løsninger på komplekse problemer. Vi argumenterer for, at STS-feltet (Science and Technology Studies) kan bidrage til en nuanceret teknologiforståelse, hvor digital myndiggørelse bliver et spørgsmål om at kunne bedrive teknologikritik. Denne evne kræver et begrebsligt udgangspunkt, og her byder STS sig til. Vi præsenterer tre begreber fra forskellige STS-positioner: mediering, teknologisk intentionelitet, og sociotekniske imaginationer. Først præsenterer vi begreberne – dernæst diskuterer vi, hvordan de kan danne udgangspunkt for en didaktik, der kvalificerer teknologikritikken i den digitale myndiggørelse.

The dissemination of knowledge from science and the arts to the subjects of the primary school (folkeskolen) has often been the topic of debate in the Danish educational field. In its current form, the new subject of “technology comprehension” is mostly shaped by computer science and design theory. These disciplines provide important inputs to the subject, but they also tend to focus narrowly on how digital skills and design processes can be utilized to create digital solutions to complex problems. In this article, we argue that the field of STS (Science and Technology Studies) can contribute to the part of technology comprehension that is concerned with “digital empowerment” (digital myndiggørelse) through the introduction of concepts that render an empirical approach to technology criticism possible. First, we introduce three concepts: Mediation, technological intentionality, and sociotechnical imaginaries. Then, we discuss how these can be integrated in the didactical foundation of the subject.



# Science and Technology Studies

## Trin mod en myndiggørende teknologikritik

### STS som basisfaglighed for digital myndiggørelse

Relationen mellem grundskolens fag og de *basisområder* (Nielsen, 2012), for eksempel de videnskabelige discipliner, som de implicit eller eksplicit trækker på, er ofte en kilde til debat, når grundskolens fag skal udvikles (Hartman, 2013). Når helt nye fagområder er på tegnebrættet, bliver sådanne diskussioner særligt prægnante. Hvis man kaster et blik på de diskurser og narrativer, der præger debatterne, om hvilke basisfag og fagområder, der skal definere det nye fag teknologiforståelse, kan der hurtigt spores en række koblinger. I international sammenhæng er de fag, som vi sammenligner teknologiforståelse med, overvejende domineret af fagområdet computer science – datalogi på dansk (Caeli & Bundsgaard, 2019). Her betragtes det overordnet som en STEM-disciplin (Science, Technology, Engineering and Mathematics), hvor der er særligt fokus på IT-færdigheder, herunder programmering og modellering. Det er i flere sammenhænge fremhævet, at den danske tilgang, udtrykt i forsøgsfaget teknologiforståelse, udmærker sig internationalt ved, at designteori er sidestillet med datalogien som fagområde. Mere specifikt den skandinaviske, brugerinddragende tilgang kaldet ”participatory design”. Om dette skriver Marie-Louise Wagner og formændene, Ole Sejer Iversen og Michael Caspersen, for skrivegruppen bag forsøgsfagets læseplaner:

” I en dansk uddannelseskontekst kan filosofien i partcipatorisk design anskues som en drivkraft til at sikre, at eleverne ikke kun lærer programmeringsfærdigheder i skolen, men også bliver involveret i en sådan grad, at de kan begynde at erkende og skabe med teknologien.  
(Wagner, Iversen & Caspersen, 2020)

Af Bjarke Lindsø Andersen & Oliver Alexander Tafdrup,  
Københavns Professionshøjskole

I forsøgsfagets fire kompetenceområder ses tilstedeværet af datalogi og design også tydeligt udtrykt. ”Teknologisk handleevne” og ”computational tankegang” peger direkte tilbage til datalogien, mens ”digital design og designprocesser” refererer til traditionen for partcipatorisk design. I denne artikel argumenterer vi for, at det videnskabelige felt Science and Technology Studies (STS) kan bidrage til teknologiforståelse som et tredje basisfagligt område, der giver kompetenceområdet, digital myndiggørelse, faglig og begrebslig substans. STS er – som vi vil uddybe senere – et akronym for et tværdisciplinært forskningsfelt, der interesserer sig for forholdet mellem videnskab, samfund og teknologi (Sismondo, 2010; Danholt & Gad, 2021).

I det fjerde kompetenceområde, digital myndiggørelse, er koblingen til basisfag i de institutionaliserede videnskaber nemlig ikke så direkte. Angiveligt skulle designprocesserne, i den udstrækning de er partcipatoriske, i sig selv lede til – eller være identiske med – myndiggørelsen: ”I forhold til teknologiforståelsesfagligheden, så kombinerer denne grundprincipperne for computational thinking med visionen for computational empowerment gennem et myndiggørende aspekt (partcipatorisk design)” (Wagner et al., 2020, s. 11).

I bogen En designtilgang til teknologiforståelse forklares sammenhængen mellem design og myndiggørelsen således, at myndiggørelsen opnås ved at foretage en baglæns designproces, hvor formålet ikke er at udvikle ny teknologi men at forstå noget eksisterende (Iversen, Dindler & Smith, 2019, s. 125). Her fremstår myndiggørelsen altså ikke som et selvstændigt kompetenceområde men en anden måde at arbejde med design på. Myndiggørelsen forskyder sig således fra at være et *indholdsområde* i sig selv til nærmere at blive et mål eller dannelsesideal, der opnås ved deltagelse i designprocesserne og computationel tankegang. Dermed ikke sagt, at deltagelsen i forlæns og baglæns designprocesser ikke kan være element i en digital myndiggørelse af eleverne, men som vi vil argumentere for gennem artiklen, så kræver en sådan myndiggørelse teoretiske begreber og værktøjer til at forstå den komplicerede ”co-konstruktion” (Jasanoff, 2004), der finder sted mellem teknologi og samfund.

Både teknologibrug og -design er gensidigt påvirket af materielle betingelser og sociale faktorer som normer, økonomi og politik. Udgangspunktet er, at analytisk indsigt i dette kan føre til en skærpelse af den digitale myndiggørelse, idet eleven ideelt set bliver i stand til at foretage mere reflekterede beslutninger om både valg i en designproces samt brugen af digitale artefakter.

Afsættet for denne artikel er altså argumentet om, at ”digital

myndiggørelse” mangler klar forankring i et fagområde, ligesom de tre øvrige kompetenceområder har det i design og datalogi. I læseplanen for forsøgsfaget har myndiggørelsen blandt andet ”konsekvensvurdering” og ”brugs- og formålsanalyser” som sine vidensområder (Undervisningsministeriet, 2019), og det nævnes også, at “digital myndiggørelse omhandler således en kritisk, reflektiv og konstruktiv undersøgelse og forståelse af digitale artefakters muligheder og konsekvenser” (Undervisningsministeriet, 2019, s. 10). Men det er sparsomt med henvisninger til, hvor redskaberne til at indfri dette mål skal hentes. For at holde fast i digital myndiggørelse som et *indholdsområde* i stedet for at have det som *mål* med designprocesserne og faget som sådant vil vi i denne artikel argumentere for, at der i det tværdisciplinære STS-felt kan findes metoder og teoretiske ressourcer, der kan inddrages som en del af teknologiforståelsesfagligheden, og som kan understøtte digital myndiggørelse ved at give redskaberne til at bedrive *teknologikritik*, der involverer evnen til at vurdere konsekvenser, muligheder og farer ved teknologier (Caeli & Bundsgaard, 2020). Som vi vil vende tilbage til i artiklens sidste afsnit, så forstår vi altså i denne sammenhæng ikke bare teknologikritik som en sensitivitet over for hvilke teknologier, der ikke virker godt i en given kontekst – teknologikritik markerer snarere en filosofisk tilgang til vurdering og analyse af teknologier, der sker på baggrund af en nuanceret forståelse af teknologibegrebet og dets sammenhæng med videnskab og samfund.

I en fagdidaktisk kontekst arbejder vi i dette bidrag fortrinsvist inden for en snæver forståelse af didaktikbegrebet, hvor det primært vedrører fagets genstandsområde og ikke dets metodik (Laursen, 2018). Diskussioner om fagets indhold har selvsagt betydning for hvilke didaktiske virksomhedsformer, undervisningen i teknologiforståelse lægger op til, og i artiklens afsluttende diskussion adresserer vi nogle af de metodiske konsekvenser, vores analyse har. Dog er dette et fagdidaktisk område, der er behov for yderligere forskning i. Artiklen retter sig således primært mod undervisere i teknologiforståelse og andre, der har interesse i udviklingen af faglighedens indhold og begreber. Nedenstående udfolder sig via følgende disposition.

Med afsæt i tre begreber hentet fra STS-feltet præsenterer vi eksempler på, hvad der, med en tilsnigelse, kunne kaldes for en STS-baseret teknologiforståelse. Disse er mediering, teknologisk intentionalitet og sociotekniske forestillinger. Vi præsenterer begreberne og deres ophav og giver eksempler på deres analytiske udsigelseskraft med eksempler af relevans for fagligheden teknologiforståelse. I den afsluttende diskussion sammenfatter vi forskelle og ligheder ved begreberne og diskuterer, hvordan de

forståelser af teknologi, der ligger i dem, rummer teknologikritiske erkendelsesmuligheder og dannelsespotentialer, der kan bidrage til en didaktologisk og normativt didaktisk udvikling af teknologiforståelse.

### **Tre begreber fra STS**

STS udgør et multidisciplinært landskab af forskellige teoretiske og metodiske positioner. Fælles for mange STS-perspektiver er et fokus på, hvordan teknologi indgår som en del af sociale praksisser og videre, hvordan teknologi står i et gensidigt – dialektisk om man vil – forhold til sociokulturelle normer og værdier. Vi har altså *ikke* på den ene side et fænomen, der kan kaldes teknologi, og på den anden side et andet fænomen, der kan kaldes det sociale. Snarere end at tænke i essenser betoner STS-forskere *relationer*, hvilket kan illustreres med udgangspunkt i Bruno Latours (2005) begreb om det ”sociotekniske”, der via sammensætningen af de to begreber understreger, hvordan det sociale og det tekniske skal tænkes som gensidigt formende og forviklede fænomener. Et aktuelt eksempel kunne være de algoritmer, der i kommunale forvaltninger på eksperimentel vis bliver brugt til at identificere socialt udsatte børn. Træningen og optimeringen af algoritmerne er filtret ind i de sociale kontekster – både familier og forvaltning – der bruger og påvirkes af algoritmerne (Kulager, 2021). For eksempel kan den på én og samme tid få en sagsbehandler til at betvivle egen vurdering, korrigere for ubevidst menneskelig bias hos sagsbehandleren eller få en familie til at ændre adfærd, hvis de bliver bekendt med hvilke variable, algoritmen identificerer som kritiske, i forhold til om børnene er udsatte. Dette simple eksempel illustrerer, hvordan det tekniske altid allerede er trådt i relation til det sociale.

Når vi har udvalgt tre begreber, åbner det selvfølgelig for en kritik, der rejser spørgsmålet ”hvorfor netop disse tre?”. Og rigtigt er det, at de tre begrebslige nedslag selvsagt ikke er en udtømmende karakteristik af, hvad STS-forskning er, endsi alle de forskellige positioner og diskussioner, der gennem årene har tegnet feltet (Sismondo, 2010; Danholt & Gad, 2021; Felt, Fouché, Miller & Smith-Doerr, 2017). I denne sammenhæng kan mindre imidlertid også gøre det, da hensigten med denne artikel er at åbne en vej ind til STS for undervisere i teknologiforståelse og samtidig argumentere for, at STS-feltet kan spille en vigtig rolle i den didaktiske udvikling af faget. Begreberne er derfor valgt for det første for at illustrere bredden af de teknologiforståelser, der ligger i STS-feltet, og, i forlængelse heraf, hvilke typer af analyser, de åbner op for. Og for det andet fordi begreberne hver især er vokset ud af humanistiske og samfunds-faglige forskningsdiscipliner, der kan bidrage til at styrke teknologikritik som en vej til digital myndiggørelse som et område inden for

teknologiforståelse. Selvom begrebernes perspektiver overlapper og er relaterede til hinanden, kan det groft sagt hævdes, at de to første, mediering og intentionalitet, har et fænomenologisk fokus og det sidste, sociotekniske forestillinger, et sociologisk.

## Teknologisk mediering

Medieringsbegrebet bliver inden for STS-feltet ofte brugt til at beskrive, hvordan teknologier præger, rekonfigurerer, former mv. de kontekster, som de indgår i (Ihde, 1990; Verbeek, 2005). Ofte bliver dette betegnet som et "ontologisk" træk ved teknologien (Kaptelinin, 2013; Verbeek, 2005), der foranlediger, at teknologier ikke kan forstås som neutrale redskaber. Teknologier gør, med andre ord, i større eller mindre grad en forskel. Vi fokuserer i dette afsnit på den forståelse af teknologisk mediering, der konceptualiseres inden for rammerne af *postfænomenologien*. Denne er en STS-strømning, der tager afsæt i teknologifilosoffen Don Ihdes (1990) arbejde, og som siden er videreudviklet gennem empiriske teknologianalyser hos andre teknologifilosoffer, f.eks. Rosenberger og Verbeek (2015). Når teknologisk mediering er et ontologisk grundvilkår, betyder det, at teknologier medkonstituerer relationerne mellem mennesker og deres omverden – og videre, at en ikke-teknologisk livsførelse derfor er en praktisk umulighed. Teknologi er ikke et valg men en materiel betingelse, der former de handlingsmæssige mulighedsrum, vi i dagligdagen befinder os i. Mediering er altså ikke kun noget, der foregår, når man bruger medier. Mediering foregår hele tiden på forskellige direkte og indirekte måder, gennem et væld af forskellige (analoge som digitale) teknologier, og dette har konsekvens for, hvilke muligheder og begrænsninger vi har, hvilke dele af verden vi oplever og retter vores opmærksomhed mod, og hvilke vi ikke gør. I det følgende beskriver vi fem måder, denne mediering foregår på, og bagefter giver vi fire eksempler på, hvordan begrebet om teknologisk mediering kan hjælpe os til at skærpe blikket på de konsekvenser, den teknologiske mediering har for os.

### Fem former for mediering

I hovedværket *Technology and the Lifeworld* identificerer Don Ihde (1990) fire måder, hvorpå teknologien medierer relationen mellem mennesket og den verden, som det-altid-allerede er en del af. Den filosofiske analyse af forskellige teknologirelationer er sidenhen blevet udvidet af blandt andre Peter-Paul Verbeek. I det følgende vil vi kort skitsere de forskellige måder, hvorpå teknologi ifølge Ihde kan mediere

menneske-verden relationen. Som det indikeres i det foregående, er det dog vigtigt ikke at opfatte disse analytiske distinktioner som en afsluttet typologi over medieringsformer. Tværtimod opstår der med nye teknologier nye former for teknopraksisser, der rummer nye former for teknologirelationer. Postfænomenologiens teoretiske vokabular er et åbent vokabular, hvis udvikling er tæt relateret til analysen af empiriske praksisser.

Den første er kropslige relationer (embodiment relations). Dette dækker over teknologier, der direkte påvirker vores kropslige (sensoriske og motoriske) formåen. Det er alt fra et par briller til det elektriske løbehjul i storbyen til spiserobotten for ældre på plejehjem. De har til fælles at muliggøre nogle kropslige aktiviteter, der ellers ikke var mulige (og måske umuliggøre andre), og *åbner* derfor verden for os på en særegen måde. De kropsliggjorte teknologier er karakteriseret ved at være succesfulde, når de træder i baggrunden og blot bliver en naturlig forlængelse af vores krop. Det er ofte en bestemt funktion ved vores krop, de adresserer: brillen optimerer synet, løbehjulet benene, og spiserobotten armene.

Den anden medieringsform er hermeneutiske relationer (hermeneutic relations). Her står teknologien mellem menneske og verden ved at give information om verdens beskaffenhed, som skal fortolkes og gøres til genstand for handling. Det er termometret, der viser, at det er minusgrader, og derigennem siger noget om, hvilket tøj du skal tage på. Det er også din telefons sundhedsapp, hvor skridttælleren med gul viser, at du er under 10.000 skridt, og derfor får dig til at gå en omvej hjem for at nå op på 10.000 skridt. Eller det ugentlige skærmforbrug, hvor kurven sprænger gennemsnittet. Hermeneutiske relationer tager oftest udgangspunkt i datavisualiseringer, som er fremstillet med henblik på fortolkning, der fører til handling.

Den tredje er andethedsrelationer (alterity relations). Hvor vi i fortolkningsrelationer oplever verden *gennem* teknologien, betoner andethedsrelationer, at teknologien indtager rollen som at *være* den verden, vi relaterer til. Dette er oftest, når teknologien giver muligheder for interaktion, og vi relaterer til den, *som om* den har menneskelige kvaliteter. Det er alt fra en hæveautomat til chatbots, og det er en form for mediering, der bliver særligt relevant i forhold til kunstig intelligens og robotteknologi, fordi dette muliggør, at teknologien agerer som en *kvasi-anden*. Karakteristisk for andethedsrelationer er, at vi forventer respons fra teknologien, og at vi reagerer affektivt på den. Det vil sige, at vi får følelser for den – hvad end det er omsorg, venskab eller frustration.

Den fjerde er baggrundsrelationer (background relations). Dette betoner, når teknologier betinger mulighederne i vores daglige

liv uden at være direkte genstand for vores opmærksomhed. Det er køleskabet, der holder maden kold eller den cookie, du har accepteret at dele med en tredjepart, der gør, at du pludselig ser skoreklamer på alle hjemmesider. Med udviklingen inden for områder som målrettet marketing og internet of things opstår der nye, komplekse baggrundsrelationer, der præger vores liv.

Den femte er opslugende relationer (immersive relations). Hvor de foregående er variationer over relationen mellem teknologier og mennesker i verden, er opslugende relationer karakteriseret ved, at teknologien *i sig selv* udgør en verden, som vi retter vores fulde opmærksomhed mod. Dette er særligt blevet en relevant relation i forhold til udviklingen inden for spil og virtual reality. Typiske indikationer på opslugende relationer er, når mennesker er fysisk til stede i et rum men har deres fulde opmærksomhed rettet mod et andet, virtuelt univers.

### **Fire eksempler på konsekvenser ved mediering**

De fem former for mediering beskrevet ovenfor kan bruges i analyser af, hvordan teknologier konstituerer, betinger og påvirker forholdet mellem menneske og omverden. En anden vigtig dimension ved mediering er, at de forskellige former alle har konsekvenser for, hvad vi tænker, oplever og forstår i verden. Dette kan have konsekvenser på mindst fire forskellige måder (Kiran, 2015).

Ontologiske konsekvenser er, når den teknologiske mediering på samme tid betyder, at en bestemt del af verden vises for os og andet holdes skjult. Dette kan forstås på samme måde som betydningen af talemåden ”for den med en hammer i hånden, ligner alting søm”. Vi ser vores omverden gennem teknologiens (u-)muligheder. Oftest er det nemt at få øje på, hvad teknologien viser men sværere at se, hvad den skjuler. Algoritmer til ansigtsgenkendelse på billeder i et fotoalbum *viser* selvsagt ansigter men *skjuler* samtidig monumenter og andre motiver, så vores opmærksomhed ikke i samme grad rettes mod disse. Epistemologiske konsekvenser handler om, at teknologier på samme tid forstørrer eller fremhæver, formindsker eller nedtoner dele af den virkelighed, de viser. Det betyder, at teknologier bevirker, at noget måske kommer før noget andet, eller at andet fremstår større. Tænk her på rækkefølgen af hits, når du søger på Google. Som oftest returnerer søgemaskinen flere tusinde hits, men hvor ofte kigger du længere end de første ti i din søgen? Teknologien er her med til at fremhæve noget information på bekostning af andet, der træder i baggrunden. Når det er epistemologiske konsekvenser, handler det om, at teknologier konstituerer, hvad vi kan vide, og hvordan vi finder denne viden. Praktiske konsekvenser refererer til, hvordan teknologi muliggør noget og umuliggør andet. Mange teknologier er lavet med

henblik på at kompensere for eller strække menneskets fysiske formåen og med udviklingen af maskinlæring i nogen grad også vores kognitive formåen. Fly muliggør, at vi kan tilbagelægge lange afstande på kort tid. Prissammenligning på nettet gør, at vi kan finde den billigste vare. Som med de ontologiske konsekvenser er her også tale om et tveægget sværd, hvor det kan være sværere at få blik for, hvad teknologien *umuliggør*. Men for flyets vedkommende umuliggøres det at rejse *gennem* lande, som hvis du løb eller tog toget. I stedet rejser du *over* og oplever hverken de konkrete steder eller får en fornemmelse af afstanden, du tilbagelægger. Prissammenligning på nettet peger dig i retning af butikken med den billigste vare men på bekostning af at få information om en alternativ vare af måske bedre kvalitet. Ethiske konsekvenser ved mediering dækker over, at teknologien på samme tid privilegerer og diskriminerer. Ved dette forstås, at teknologier kan medvirke til at forfordele nogle grupper af borgere som oftest på bekostning af andre. Dette aspekt er blevet særligt relevant i forhold til træningen af algoritmer på datasæt. Hvis ikke de data, algoritmen trænes på (fx øver sig i at genkende ansigter eller anbefale den rigtige sang) er repræsentativ for populationen eller har de rette variable, indlærer den også en bias, der kan diskriminere. Eksempler på dette er for eksempel Microsoft, der lancerede Twitter-botten Tay i 2016, som måtte stoppe 24 timer efter lancering, fordi den var blevet racistisk. Eller Google, som har deaktiveret forslag til færdiggørelse af ens søgestreng, hvis man skriver "black women are" af samme årsag. Samtidig muliggør teknologien, at en bestemt befolkningsgruppe kan få øget opmærksomhed eller omtale af positiv karakter. En anden måde, hvormed teknologier kan have henholdsvis diskriminerende eller privilegerende effekter, er ved, at de stilles til rådighed for nogle bestemte sociale grupper og gøres utilgængelige for andre. Tag for eksempel Digitaliseringsstyrelsens lancering af en kørekort-app, der forudsætter en forholdsvis ny iPhone eller Android-telefon. Langt fra alle borgere har muligheden for at benytte denne app på grund af de tekniske krav, og herved bliver teknologien et medie for forskelsbehandling (Winner, 1988).

## Teknologisk intentionalitet

Som beskrevet er et af de gennemgående træk på tværs af forskellige positioner inden for STS-feltet en opfattelse af, at teknologiske artefakter ikke er neutrale redskaber. Tværtimod er de med til at forme praksisser via de brugsmuligheder, som de åbner for. Disse opstår dels gennem den designintention, som producenter i



formgivningsprocessen tildeler dem, og dels gennem de symbolske og praktiske betydninger, der i konkrete brugssammenhænge tilskrives artefakterne. Komplexiteten i sammenspillet mellem socialitet og materialitet kan konceptualiseres og analyseres på flere måder. Inden for fænomenologisk inspirerede STS-positioner – og særligt postfænomenologien – udgør begrebet ”teknologisk intentionalitet” en analytisk vej ind til undersøgelsen af relationerne mellem det teknologiske artefakt og den altid-allerede kropsligt og kulturelt situerede bevidsthed. Inspireret af psykologen Franz Brentano gør Edmund Husserl (2019) intentionalitetsbegrebet til en central del af sin bestræbelse på at skabe et filosofisk alternativ til naturvidenskabens verdensanskuelse, der privilegerer den matematiske beskrivelse af det fysiske rum (s. 65). Intentionalitet begrebet indgår i denne bestræbelse og betegner den egenskab ved bevidstheden, at den altid er rettet mod en genstand, hvad enten denne er konkret som træet, der står foran mig, eller imaginær som de billeder og idéer, der opstår i min fantasi. Fænomener er, sagt anderledes, altid et korrelat mellem et bevidst subjekt og et objekt. Den retning inden for STS og teknologifilosofi, der er har fået betegnelsen postfænomenologi, både bryder med og gentænker en række af de centrale begreber fra det 20. århundredes fænomenologi hos tænkere som ovennævnte Edmund Husserl samt Martin Heidegger og Maurice Merleau-Ponty. Idéen om intentionalitet som genstandsrettethed er et af disse begreber, der både overtages og gentænkes i analysen af menneske-teknologi-relationer. Teknologisk intentionalitet anvendes ofte til at betegne, hvordan teknologiske artefakter via materialitet, design og symbolværdi angiver eller opfordrer til bestemte former for brug. Et eksempel, der ofte bliver fremhævet (Verbeek, 2005, s. 114), er Don Ihdes beskrivelser af, hvordan skrivemaskinen (i første omgang) og senere hen computeren ændrede måden, hvorpå forfattere arbejder med tekstproduktion. Tidligere, da tekst blev forfattet som håndskrift via redskaber som en stylos, en fjær eller en fyldepen afhængig af historisk kontekst, foregik tekstredigering og komposition på helt andre måder end med nutidige teknologier som tablets og computere. Skrivearbejdet skred langsommere frem på en måde, der opfordrede forfatteren til at tænke mere over ordvalg og sætningskonstruktioner. Dertil kommer, at større tekstpassager, der skulle rykkes rundt eller omskrives, måtte skrives om igen i hånden. Med computeren muliggør moderne tekstredigeringssoftware, at tekst hurtigt kan slettes, afsnit kan rykkes rundt, og passager kan omformuleres. Dette medfører, at skrivearbejdet får en grundlæggende anden karakter, og at skrivestile ændrer sig. Teknologierne fordrer, at der arbejdes hurtigere. 10-fingersystemet fører til, at tekst hurtigt kan forfattes, og mulighederne for at slette, flytte og redigere afsnit fører til, at tekstens

komposition hurtigt kan gentænkes. Teknologier promoverer og disponerer som nævnt bestemte former for praksisser, hvilket giver anledning til tesen om, at teknologier aldrig er neutrale redskaber. De fremhæver og betoner bestemte aspekter af vores levede virkelighed og trækker andre i baggrunden. De ansporer til bestemte kognitive mønstre og til bestemte måde at bruge kroppen og hovedet på.

Den postfænomenologiske forståelse af teknologisk intentionalitet er nært beslægtet med opfattelsen af teknologiske artefakter som multistabile. Dette henviser til opfattelsen af, at teknologier ikke rummer "essenser" – at deres brugspotentialer ikke er udtømt i deres design men tværtimod kan variere fra en kulturel kontekst til en anden. Erkendelsen af at teknologiske artefakter opfordrer eller ansporer til bestemte brugspraksisser, som dog fortolkes inden for rammerne af situerede kulturelle praksisser, udgør et fokusområde i en række af de teknologianalytiske aktiviteter, der kan inddrages i undervisningen. Et konkret eksempel kan hentes fra læreruddannelsens undervisning i teknologiforståelse, hvor såkaldte "unboxing-øvelser" er blevet brugt af undervisere på blandt andet Københavns Professionshøjskole. Øvelsen går ud på at lære nye teknologier at kende ved at pakke dem ud og interagere med dem for at reflektere over teknologisk intentionalitet og potentielle brugspraksisser. Sådanne øvelser kan, sammen med eksempelvis cases, der viser eksempler på anvendelsen af den teknologiske artefakt, være pædagogisk og didaktisk hensigtsmæssig i forhold til at give studerende og elever evner til at anvende et teknologianalytisk vokabular til at åbne op for refleksioner om menneske-teknologi-konfigurationer. Heri ligger også et argument for hvordan (post-) fænomenologiens ontologiske perspektiv på, hvordan intentionalitet er spændt ud mellem menneske og teknologiske artefakter, udgør et vigtigt bidrag til diskussionen om digital myndiggørelse. Netop evnen til at kunne reflektere kritisk over, hvordan teknologiske artefakter former og transformerer menneskets intentionelle væren-i-verden ved at "lukke op" og "lukke ned" for bestemte muligheder, handlinger og fortolkninger, synes at være en central del af, hvad det vil sige at kunne praktisere myndighed i omgangen med digitale teknologier.

## Sociotekniske forestillinger – fremtidens effekter på nutiden

Udviklingen af nye teknologier er – og har historisk set været – tæt forbundet med normative forestillinger om, hvordan fremtidens samfund og mennesker kommer og *bør* komme til at se ud. Sådanne

forestillinger kommer inden for litteraturen til udtryk i særligt science fiction-genren, der på en og samme tid udtrykker en fascination af den teknologiske udviklings effekter og samtidig en kritik af dens konsekvenser. Netop science fiction-genren er ofte genstand for danskfaglige forløb, der, foruden en introduktion til genrens stilistiske træk, har til hensigt at sætte eleverne i stand til at reflektere over etiske aspekter ved sammenspillet mellem videnskab, teknologi og samfund. Fremtidsforestillinger er imidlertid også på spil uden for litteraturen i hverdagens teknopraksisser, og til at adressere denne problematik kan de humanistiske og samfundsfaglige fag såvel som undervisere i teknologiforståelse på læreruddannelsen hente inspiration fra STS.

Med eksponenter som Sheila Jasanoff (2015) har der inden for STS-feltet de senere år været en spirende teoretisk og empirisk interesse for, hvordan – særligt politiske – fremtidsforestillinger er forbundet med udviklingen inden for teknologi og videnskab. Pointen er her, at fremtiden i en vis forstand allerede udøver effekter på nutiden. Som det såkaldte Thomas' teorem siger: "Det, som mennesket definerer som virkeligt, er virkeligt i sine konsekvenser". Teknologiforståelsesfaget er på mange måder et glimrende eksempel på denne pointe. En af grundene til, at der fra politisk side er igangsat et arbejde med at skabe et nyt teknologifag til folkeskolen, er jo netop en kollektiv forestilling og forventning om, at digitale teknologier kommer til at præge samfundsudviklingen og have afgørende konsekvenser for blandt andet demokratiet og arbejdsmarkedet. Konsekvensen af denne forestilling er, at der skabes et teknologisk imperativ – vi bliver med andre ord nødsaget til at handle på de udfordringer, som fremtiden stiller. En af de eksplicite didaktiske målsætninger for teknologiforståelsesfaget har derfor været at give eleverne kompetencer til at deltage i et stadig mere digitaliseret samfund "så vi sikrer, at alle børn, unge og voksne bliver klædt på til fremtidens samfund", som den tidligere undervisningsminister, Merete Riisager, skriver i forordet til den handleplan for teknologi i undervisningen, der gik forud for forsøgsfaget (Undervisningsministeriet, 2018, s. 3). For at indfange pointen, om at fremtiden udøver effekter på nutiden, formulerer Jasanoff (2015, s. 15) begrebet sociotekniske forestillinger (sociotechnical imaginaries). Begrebet dækker over en interesse for, hvordan fremtidsforestillinger får effekter, når de bliver 1) kollektivt delte, 2) institutionaliserede og 3) bredt kommunikerede. Sociotekniske forestillinger udgør, sagt anderledes, et analytisk prisme med fokus på en type fremtidsforestillinger, der udspringer af bestemte fortolkninger af de komplekse sammenvævninger mellem teknologi, videnskab og samfund.

Når begrebet ofte er blevet brugt i politisk orienterede analyser (Tafdrup, 2020, in press), hænger det sammen med, at fremtidsforestillinger ofte anvendes argumentatorisk i forbindelse med politiske initiativer, som ovenstående eksempel med teknologiforståelsesfaget indikerer. Sat på spidsen kan man sige, at forestillinger om fremtiden konstrueres i et komplekst sammenspil mellem politiske, normative og ideologiske visioner samt videnskab og teknologier. Dette er netop en af grundene til, at sociotekniske forestillinger som analytik kan bidrage til den fagdidaktiske udfoldelse af, hvad det vil sige at være digitalt myndig. En bevidsthed om, hvordan sociotekniske fremtidsforestillinger på en og samme tid skabes af og former den politiske udvikling, kan efter vores opfattelse være med til at styrke den digitale myndiggørelse. Med begrebet kan der konstrueres argumenter, som kan bidrage til at skabe debat om, hvordan borgere kan være med til at formulere og kritisere utopiske og dystopiske fremtidsforestillinger, der bliver toneangivende i eksempelvis den offentlige debat om digitalisering. Dette kunne i undervisningen på læreruddannelsen for eksempel tage form som en analyse og diskussion af de politiske og akademiske diskurser (såsom disruption, industri 4.0 eller neoluddisme), der betoner, hvordan fremtidens digitaliserede samfund stiller krav til vores kompetencer, forandrer arbejdsmarkedet og måden, vi indgår i sociale relationer, etc. Med begrebet om sociotekniske forestillinger kan der blandt andet spørges til, hvem der er eksponenter for bestemte fremtidsforestillinger, hvilke forestillinger om "det gode", som de udtrykker, hvilke teknologier, de kommer til udtryk i, hvilke sociotekniske praksisser, som er dominerende i den givne fremtidsforestilling, og hvilke alternative fremtider, der kunne formuleres. Dette udtrykker i vores perspektiv en digitalt myndiggørende teknologikritik, da vi som borgere dermed sættes i stand til at problematisere de ofte deterministiske formuleringer af teknologiers indvirken på samfundet, som findes i politiske narrativer (Schjølin, 2020). Sådanne spørgsmål kunne formentlig også springe frem i danskundervisningens science fiction-forløb, men begrebet om sociotekniske forestillinger peger på, at problemstillingen også kan rejses i den samfundsfaglige undervisning. Med Jasanoff kan der også peges på, at der måske ikke er så langt fra den litterære analyse og diskussion af science fiction til konkrete samfundsrelaterede sociotekniske problemstillinger, som man umiddelbart kunne tro. Jasanoff fremhæver selv i indledningen til antologien *Dreamscapes of Modernity* (2015) de stilistiske og narrative kendetegn fra science fiction-genren, der blev formet af de klassiske fortællinger fra blandt andet Mary Shelley, Jules Verne og Aldous Huxley, der på visse måder er analoge med historiske cases som Neil Armstrong, der

tager de berømte skridt på månen, skakcomputeren Deep Blue, der slår stormesteren Gary Kasparov, eller – kunne man tilføje – endda teknologier associeret med den grønne omstilling. Fællestrækket er, i følge Jasanoff, at sådanne cases alle udtrykker fremtidsforestillinger af utopisk eller dystopisk karakter. Månelandingen blev til et utopisk symbol på, hvordan mennesket ved hjælp af videnskaben i fremtiden forestilledes at kolonisere verdensrummet, hvorimod Deep Blue pustede til dystopiske forestillinger om risici ved udviklingen af kunstig intelligens.

Sociotekniske forestillinger såvel som science fiction er altså beslægtede med dystopi- og utopibegrebet og viser, hvordan manifestationer af angst og frygt såvel som begær og håb ofte er fundamentalt knyttet til udviklingen af teknologi og videnskab. Dette er også grunden til, at sociologen Ben Williamson (2017) karakteriserer sociotekniske forestillinger som sociotekniske mytologier (s. 17). Myter er som bekendt symbolske narrativer, der har til formål at installere mening og forklaring i den menneskelige livsverden. Men sociotekniske forestillinger er imidlertid ikke blot symbolske men også materielle i den forstand, at de materialiserer sig i konkrete teknologier, hvis design, markedsføring og brug eksplicit og implicit udtrykker og anvender forestillinger om, hvordan det menneskelige liv kan og bør udfolde sig. Et andet konkret eksempel på dette finder vi i den interesse for robotteknologi, som gennem de sidste 10 år har præget den politiske diskurs fra Disruptionsrådet til World Economic Forum. Med Jasanoff kan man analytisk forstå robotteknologier som materialisering af sociotekniske forestillinger om en digital fremtid, hvor robotter og AI kommer til at præge arbejdsmarked og civilsamfund på forskellige måder. På læreruddannelsen kan også læringsrobotter gøres til genstand for diskussioner af sociotekniske forestillinger om fremtiden for eksempel ved at spørge til, hvorfor disse teknologier er pædagogisk relevante, eller ved at se på hvordan de præsenteres i didaktiske læremidler, hvordan de præsenteres af producenterne selv, hvilke argumenter, der ligger til grund for, at de bliver indkøbt og integreret i klasseværelser og *maker spaces* rundt om i landet, samt hvilke magtfulde organisationer, der promoverer teknologierne. Sådanne analyser vil give et indblik i, hvordan fremtidsforestillinger præger de pædagogiske praksisser på landets uddannelsesinstitutioner, hvor forskellige former for robotteknologier implementeres i undervisningen, for at de kommende generationer kan lære om blandt andet programmering og interaktioner med automatiserede teknologier (Tafdrup, 2020, 2018).

Forestillinger om, at teknologien som et generelt fænomen er katalysator for samfundets udvikling og stiller specifikke krav til de kommende generationer, antager i politiske diskurser og den

offentlige debat ofte form af en selvfølgelighed. I policy-litteratur skal man ikke kigge langt efter fremtidsforestillinger om den teknologiske udvikling, der er promoveret af forskellige magtfulde instanser med specifikke agendaer. Et eksempel, som STS-forsker Kasper Schiølin (2020) fremhæver, er World Economic Forums betoning af den 4. industrielle revolution, der fører til en stigende automatisering af arbejdskraften og øvrige dele af samfundet. Sådanne agendaer vil typisk rumme sproglige og visuelle elementer, der betoner, hvordan den teknologiske udvikling kommer til at præge vores samfund i fremtiden. Det kan være i form af fraser som ”robotterne kommer” eller understregning af behovet for at skabe ”21st century skills” (Tafdrup, 2020). En vigtig pointe hos Jasanoff er, at sådanne fortolkninger af forholdet mellem teknologi og samfundets udvikling bliver til delte, kollektive og institutionaliserede forestillinger, der har konsekvenser for, hvordan praksisser i samfundet indrettes. Sagt med en andens ord: “Put simply, imagined technological futures inform imperatives in the present” (Tirosh-Samuelsøn & Hurlbut, 2016, s. 3). Med afsæt i sociotekniske forestillinger kan der stilles spørgsmål til hvorfor og hvordan, vi interagerer med de teknologiske artefakter, som vi omgiver os med, og hvem, der får os til det, og med henblik på hvilken fremtid, vi gør det?

Sådanne spørgsmål er oplagte udgangspunkter for undervisningsforløb i teknologiforståelse og særligt i forløb, der vedrører digital myndiggørelse, idet de, som påpeget ovenfor, problematiserer deterministiske udlægninger af, hvordan teknologi påvirker samfundet. I danskfaget arbejdes som nævnt med koblinger mellem teknologi og fremtidsforestillinger i forløb om science fiction-genren, der som genre altid har kommenteret på relationen mellem samfundsudvikling og teknologisk udvikling gennem fortællinger om fremtidige dystopier eller utopier. At bringe begrebet ind i undervisningen behøver dog ikke begrænse sig til danskfaget. Det er også oplagt at inddrage spørgsmålet om, hvordan teknologien relaterer sig til politiske agendaer og visioner om fremtiden i fag som samfundsfag og historie såvel som teknologiforståelse i skolen og på læreruddannelsen.

### **Fællestræk for begreberne**

I dette afsnit vil vi kort sammenfatte de tre begreber med den hensigt at tydeliggøre, hvilken teknologiforståelse, som de – på trods af deres forskelligheder – tilsammen kan siges at udtrykke. Vi har i artiklen berørt et fænomenologisk og et sociologisk felt, hvorfra vi har hentet forskellige forståelser af, 1) hvordan teknologi(er) og menneskelige kroppe indgår i relationer med hinanden, og 2) hvordan teknologi præger sociale og kulturelle forestillinger.

Via begreberne mediering, intentionalitet og sociotekniske forestillinger er det muligt at tegne konturerne af en teknologiforståelse, der rækker bredere end design og datalogi, og som er hentet fra det veletablerede og brede STS-felt. Af fællestræk kan der fremhæves minimum tre relaterede. Begreberne udtrykker en teknologiforståelse, der er 1) anti-essentialistisk, 2) anti-deterministisk og 3) empirisk orienteret – og i forlængelse heraf – kulturelt sensitiv. Den anti-essentialistiske teknologiforståelse afspejler STS-feltets forståelse af, at specifikke teknologier kan anvendes på forskellige måder i forskellige brugskontekster. Selvom teknologier bliver markedsført og indkøbt til bestemte funktioner, viser studier fra STS-feltet, at sociale og kulturelle forhold præger, hvordan teknologier fortolkes, og dermed også hvordan de er med til at forme de praksisser, som de kommer til at indgå i. Dette tilføjer et lag af kompleksitet til teknologiforståelsen, idet der mod fagets undervisere, studerende og elever rettes et krav om, at teknologi altid skal analyseres og læres at kende som materialitet, der er indlejret i og forbundet til kulturelle forståelser. Den anti-deterministiske forståelse af teknologi udspringer også heraf. Med anti-deterministisk menes en tilgang til teknologi, der afviser, at teknologi forstås som en enkeltstående kausal faktor for historisk, kulturel og social udvikling. Igen er den grundlæggende præmis, at teknologi og socialitet står i et reciprok eller symmetrisk forhold til hinanden på mere eller mindre kontingent vis. Endelig er begreberne bundet op på en forpligtelse på empirisk funderet analyse. Teknologi som overordnet begreb kan godt diskuteres inden for en STS-sammenhæng, men diskussioner må i sidste ende bindes op på konkrete analyser af, hvordan materielle teknologier indgår i komplekse relationer til mennesker i konkrete brugspraksisser. Vendingen mod empiriske analyser af teknologiske artefakter og systemer (Achterhuis, 2001) samt modviljen mod at forstå videnskab og teknologi som essenser og determinerende kausale faktorer har afstedkommet, at STS-feltet rummer begreber og redskaber, der kan bidrage med relevante perspektiver til en kritisk teknologiforståelse og en digital myndighed. STS kan, sagt anderledes, levere faglig ballast til den kritisk orienterede del af fagdidaktikken og dermed understøtte digital myndiggørelse som delområde i faget.

# Undervisning i teknologikritik som vej til digital myndiggørelse

I begyndelsen af artiklen udfoldede vi behovet for at give digital myndiggørelse et basisfagligt fundament i teknologiforståelse. Vi har i det foregående argumenteret for, at STS kan fungere som et sådant basisfagligt fundament. Eller med en analogi: Det er *sproget*, der tales. Teknologikritik er fagets indhold – eller det, der tales *om*. Digital myndiggørelse er *målet* med talen. Argumentet kan opsummeres således:

Basisfaglighed	Indhold	Mål
Science and Technology Studies	Teknologikritik	Digital myndiggørelse

I kølvandet på ovenstående præsentation af STS-begreber, vil vi i dette afsnit diskutere 1) hvordan sammenhængen mellem teknologikritik og digital myndiggørelse tager sig ud, og 2) pege på en række konsekvenser, som dette har for den metodiske del af fagdidaktikken, der fremover bør være genstand for videre forskning og udvikling. Med andre ord vil vi i den afsluttende diskussion adressere relationen mellem fagets indhold og mål, når vi tager udgangspunkt i STS som basisfagligheden.

For at komme dette nærmere må vi afgrænse, hvad teknologikritik egentlig vil sige, og tydeliggøre, hvordan den hænger sammen med myndiggørelse. Kritikbegrebet har en lang idehistorisk udvikling bag sig, som det i denne sammenhæng vil føre for vidt at komme ind på. Det kan imidlertid fremhæves, at termen ”kritik” er afledt af det græske verbum *krinein*, der bl.a. betød ”at skille, at skelne, at bedømme, at udvælge, at afgøre” etc. (Kristensen, 2008). Disse aktiviteter vil en teknologikritik, der udspringer af en STS-baseret tilgang til teknologiforståelse, kultivere med afsæt i et teoretisk vokabular, der er sensitivt over de komplekse empiriske forhold, som kendetegner hverdagens teknopraksisser. I forhold til mange hverdagsforståelser af teknologi *komplicerer* STS-traditionen teknologibegrebet ved at pege på, hvordan teknologi, videnskab og samfund indgår i, hvad Jasanoff (2004) kalder for co-konstruerende processer eller med andre ord: at teknologier, videnskab og



samfund er gensidigt konstituerede og relationelle fænomener. Det vil sige, at vi altid fortolker og bruger teknologier med udgangspunkt i sociale normer, værdier og praksisser samtidig med, at teknologier er med til at påvirke selvsamme normer, værdier og praksisser. Men netop denne komplicerende og relationelle forståelse af teknologi, som STS-traditionen tilbyder, sætter os – vil vi argumentere for – i stand til at bedrive en bedre teknologikritik og praktisere bedre digital myndighed. Ved at råde over et vokabular, der adresserer teknologiens kompleksitet og relationelle karakter, kan vi bedre aktivere kritikbegrebets beslægtede verber – at skille, at skelne, at vurdere, med videre. Vi får med STS et skarpere blik for alle de teknologisk medierede relationer, vi som mennesker og samfund indgår i. Således kan vi også bedre gøre relationerne mellem mennesker, teknologi, samfund og videnskab til genstand for eksempelvis politiske og etiske diskussioner. Endvidere vil en sådan teknologikritik kunne konkretisere, hvad der ligger i betegnelsen ”digital myndiggørelse”, hvis definition i teknologiforståelsesfagets læreplan er som følger:

” Digital myndiggørelse omhandler evnen til analytisk og reflektivt at forstå digitale artefaktens betydning i hverdags- og arbejdslivet. Gennem faglige analyser af digitale artefakter, artefaktets indlejrede intentionalitet og artefaktets brug får eleven det nødvendige grundlag for proaktivt at kunne redesigne digitale artefakter, hvor de synes uhensigtsmæssige ift. en given brugspraksis, og til at vurdere artefaktets betydning for individ, fællesskaber og samfund.  
(Undervisningsministeriet, 2019, s. 9)

Beskrivelsen afspejler en forståelse af begrebet ”myndiggørelse”, der siden Kant (2004) har været associeret med den autonome brug af fornuften og som efterfølgende har spillet en rolle i det 20. århundredes ideologikritik, som det for eksempel ses hos Theodor Adorno (2013), der definerer ”Mündigkeit” som ”kraften til refleksion, til selvbestemmelse, til ikke-medløberi (Nichtmitmachen)” (s. 93, vores oversættelse). Kæder vi disse to begreber om henholdsvis kritik og myndiggørelse sammen, får vi altså, at myndiggørelsen afstedkommes af en evne til at sondre, vurdere, handle og tænke med digitale artefakter. Dette kalder på didaktologiske og normative didaktiske diskussioner af, hvordan dette mål konkret kan opnås i undervisningen. I forlængelse af og som supplement til de tre begrebslige nedslag kan vi pege på mindst fire didaktologiske og normative orienteringer, som teknologiforståelsens fagdidaktik ville nyde godt af:

**Teknologihistorisk orientering.** Som faget er formuleret nu, har det en klar samtid- og fremtidsorientering. Eleverne rustes til at forstå og forbedre fremtidens digitale samfund gennem (re-)design. Imidlertid ligger der et stort didaktisk og dannelsespotentiale i at arbejde med historiske teknologier og teknologiudviklingens historie, da denne kan danne grundlag for at forstå, hvordan teknologi, videnskab og samfund er konstrueret og flettet sammen. Eleverne vil gennem arbejde med teknologihistoriske cases kunne foretage analyse af hvilke fremtidsforestillinger, der historisk har været gældende, og kunne få tydeliggjort, at teknologiens intentionalitet er præget af kontingens. Som Nielsen, Nielsen, Nielsen og Jensen (2015) skriver: “Den bedste måde at bekæmpe afmagtsfølelsen overfor teknologi på er derfor at studere, hvordan bestemte teknologier er blevet opfundet, udviklet, markedsført og i en kortere eller længere periode” (s. 7–8).

**Empirisk orientering.** I fagets designprocesser er det en integreret del at undersøge den kontekst, ens nye eller re-designede teknologi tænkes anvendt i. En teknologikritisk tilgang fordrer et øget fokus på undersøgelser af teknologier i praksis uden, at det er et led i en designproces, men hvor formålet kan være at afdække forskellige brugsmåder af en teknologi eller forskellige aktørers motiver for (ikke-) brug. Dette er med henblik på at *forstå*, hvilke konsekvenser teknologien har i det levede liv – for eksempel ved at undersøge hvilke former for mediering, der er på spil, og hvilke konsekvenser de har.

**Begrebslig orientering.** Fagets anledning er, at digitale teknologier omkalfatrer samfundet og samværsformer. Det betyder, at også nye fænomener opstår, som vi ikke har ord for. STS er et udogmatisk og åbent vokabular (Høyer, 2021), hvor det er oplagt, at designarbejdet i faget ikke kun handler om digitale artefakter men også begrebsudvikling til at forstå de nye fænomener, som teknologier afstedkommer i vores liv. Hvad skal vi kalde det, når vores samtalepartner sidder og kigger i telefonen, mens vi taler til dem? Hvad skal vi kalde det, når vi kan se, at vores ven har læst beskeden men ikke svarer? Hvad siger disse empiriske oplevelser om den teknologiske intentionalitet, og hvad er det for en virkelighed, den medierer?

**Teknologifilosofisk orientering.** Fra et STS-perspektiv rimer teknologi på værdier og normativ stillingtagen. Det vil derfor være oplagt med et øget fokus på dialog om, hvordan man forholder sig til epistemologiske, ontologiske og etiske udfordringer ved teknologien, og undersøgelse af, hvorfor nye teknologier udvikles med henblik på at identificere, analysere og diskutere disse aspekter af teknologien. Som

Stephen Petrina (2020) retorisk spørger: “Is it not time for children and youth to study and do philosophy of technology?” (s. 320).

Vi har i artiklen begrundet og uddybet, hvordan STS kan udgøre basisfagligheden for en teknologikritik, der indfrier fagets mål om digital myndiggørelse ved at tilbyde begreber, der åbner op for de komplekse måder, som teknologi griber ind i vores liv. Vi håber, at dette kan inspirere til arbejdet med at oversætte indsigter, arbejdsmåder og erfaringer fra STS-feltet til teknologiforståelse på en måde, der beriger og udvikler fagligheden. Mange flere begreber og cases fra STS kan bringes i spil, og de metodiske aspekter af fagdidaktikken kan, hvis ovenstående orienteringer tages til indtægt, udvikles i nye frugtbare retninger, hvor samfundsvidenskabelig og humanistisk forskning får en rolle sidestillet med datalogi og design.

## Referencer

- Achterhuis**, H. (2001). *American Philosophy of Technology: The Empirical Turn*. Indiana University Press.
- Adorno**, T. W. (2013). *Erziehung zur Mündigkeit: Vorträge und Gespräche mit Hellmut Becker 1959 bis 1969*. Suhrkamp Verlag.
- Caeli**, E. N. & Bundsgaard, J. (2019). Datalogisk tænkning og teknologiforståelse i folkeskolen tur-retur. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 11(19), 30-30. <https://doi.org/10.7146/lom.v11i19.110919>
- Caeli**, E. N. & Bundsgaard, J. (2020). Teknologikritik i skolen – Et demokratisk perspektiv på teknologiforståelse. I: C. Haas & C. Matthiesen (red.), *Fagdidaktik og demokrati* (s. 307-330). Samfundslitteratur.
- Danholt**, P. & Gad, C. (2021). *Videnskab, teknologi og samfund – En introduktion til STS*. Hans Reitzels forlag.
- Felt**, U., Fouché, R., Miller, C. A. & Smith-Doerr, L. (2017). *The Handbook of Science and Technology Studies*. The MIT Press.
- Hartman**, A. (2013). “A Trojan Horse for Social Engineering”: The Curriculum Wars in Recent American History. *Journal of Policy History*, 25(1), 114-136. <https://doi.org/10.1017/S0898030612000371>
- Husserl**, E. (2019). *Fænomenologi*. Forlaget Mindspace.
- Høyer**, K. (2021). Hvorfor STS? I: P. Danholt & C. Gad, *Videnskab, teknologi og samfund*. Hans Reitzels Forlag.
- Ihde**, D. (1990). *Technology and the Lifeworld: From Garden to Earth*. Indiana University Press.
- Iversen**, O. S., Dindler, C. & Smith, R. C. (2019). *En designtilgang til teknologiforståelse*. Dafolo.
- Jasanoff**, S. (2004). *States of Knowledge: The Co-Production of Science and the Social Order*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203413845>

- Jasanoff, S.** (2015). Future Imperfect: Science, Technology, and the Imaginations of Modernity. In S. Jasanoff & S. Kim, *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*, (pp. 1-33). University of Chicago Press.
- Jasanoff, S.** (2016). Perfecting the Human: Posthuman Imaginaries and Technologies of Reason. I H. Tirosch-Samuelsøn & J. B. Hurlbut (red.), *Perfecting Human Futures*, (pp. 73-95). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-11044-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-11044-4_4)
- Kant, I.** (2004) [1784]. Beantwortung Der Frage: Was Ist Die Aufklärung? *Utopie Kreativ*, 159, 5-10.
- Kaptelinin, V.** (2013). The Mediational Perspective on Digital Technology: Understanding the Interplay Between Technology, Mind and Action. I S. Price, C. Jewitt & B. Brown (red.), *The SAGE Handbook of Digital Technology Research*, (pp. 203-213). <https://dx.doi.org/10.4135/9781446282229.n15>
- Kiran, A. H.** (2015). Four dimensions of technological mediation. I R. Rosenberger & P. Verbeek (red.), *Postphenomenological Investigations: Essays on Human-Technology Relations*, (p. 123). Lexington Books.
- Kristensen, J. E.** (2008). Krise, kritik og samtidsdiagnostik. *Dansk Sociologi*, 19(4), 5-31.
- Kulager, F.** (2021, 14. januar). Det offentlige er begyndt at lege med kunstig intelligens. Og har tvunget kommunerne til at tænke ret dybe tanker. *Zetland*. <https://www.zetland.dk/historie/s8qDYjaK-aOZj67pz-b91bd>
- Latour, B.** (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press.
- Laursen, P. F.** (2018). Didaktik: Planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisning. I: P. F. Laursen & H. J. Kristensen (red.), *Pædagogikhåndbogen: Otte tilgange til pædagogik*, (s. 201-208). Hans Reitzels Forlag.
- Nielsen, F. V.** (2012). Fagdidaktik som integrativt relationsfelt. *Cursiv*, 9, 11-32.
- Nielsen, H., Nielsen, K. H., Nielsen, K. & Jensen, H. S.,** (2015). *Forandringens vinde: Nye teknologihistorier*. Praxis – Nyt Teknisk Forlag.
- Petrina, S.** (2020). Philosophy of Technology for Children and Youth. I: P. J. Williams & D. Barlex (red.), *Pedagogy for Technology Education in Secondary Schools*, (s. 311-323). Springer.
- Rosenberger, R. & Verbeek, P.** (2015). A Field Guide to Postphenomenology. I: R. Rosenberger & P. Verbeek (red.), *Postphenomenological Investigations: Essays on Human-Technology Relations*, (s. 9-41). Lexington Books.
- Schiølin, K.** (2020). Revolutionary Dreams: Future Essentialism and the Sociotechnical Imaginary of the Fourth Industrial Revolution in Denmark. *Social Studies of Science*, 50(4), 542-566. DOI: 10.1177/0306312719867768
- Sismondo, S.** (2010). *An Introduction to Science and Technology Studies*. Wiley-Blackwell.
- Tafdrup, O. A.** (2018). *Sociotekniske imaginationer i den digitale tidsalders uddannelsesfelt* (ph.d.-afhandling). Aarhus Universitet. [https://pure.au.dk/portal/files/145560253/Afhandling\\_OliverTafdrup.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/145560253/Afhandling_OliverTafdrup.pdf)
- Tafdrup, O. A.** (2020). Mediating Imaginaries: Educational Robots and Collective Visions of the Future. *Nordic Journal of Science and Technology Studies*, 8(2), 33-46. <https://doi.org/10.5324/njsts.v8i2.3560>

- Tafdrup, O. A.** (in press). Sociotechnical Eudaimonia in a Digital Future – Transhumanistic Virtues and Imaginaries of Human Perfectibility in the Danish Technology Education Discourse. *Techné: Research in Philosophy and Technology*.
- Tirosh-Samuelsøn, H. & Hurlbut, J. B.** (2016). Introduction: Technology, Utopianism and Eschatology. I: H. Tirosh-Samuelsøn & J. B. Hurlbut, *Perfecting Human Futures*, (s. 1-32). Springer. DOI: 10.1007/978-3-658-11044-4\_1
- Undervisningsministeriet.** (2018). *Handlingsplan for teknologi i undervisningen*. Lokaliseret [25.11.2021] på: <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/adm/pdf18/feb/180201-handlingsplan-for-teknologi-i-undervisningen-2018.pdf>
- Undervisningsministeriet.** (2019). *Læseplan for forsøgsfaget teknologiforståelse*. Undervisningsministeriet. Lokaliseret [25.11.2021] på: <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20L%C3%A6seplan.Tilg%C3%A6ngelig.%20Teknologiforst%C3%A5else.%20pdf.pdf>
- Verbeek, P.** (2005). *What Things Do: Philosophical Reflections on Technology, Agency, and Design*. Penn State University Press.
- Wagner, M.-L., Iversen, O. S. & Caspersen, M.** (2020). Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computational empowerment i den danske grundskole. *Unge Pædagoger: Teknologiforståelse på skemaet, 2020(1)*.
- Williamson, B.** (2017). *Big Data in Education: The Digital Future of Learning, Policy and Practice*. Sage Publications Ltd.
- Winner, L.** (1988). *The Whale and the Reactor*. University of Chicago Press.

# Abstract

---

Formålet med denne artikel er at se på, hvorledes teknologiforståelse kommer til udtryk som en integreret del af fag både i styredokumenter for forsøgsfagligheden og i praksis gennem et multiple case studie med fokus på fagene dansk, matematik og natur/teknologi i folkeskolens mellemtrin. Casestudierne er lavet inden for rammen af et større projekt kaldet Børnene i robotbyen. Hver case indeholder undersøgelser af, hvorledes styredokumenter lægger op til arbejdet med teknologiforståelse integreret i fagene, og hvilket teknologiforståelsesbegreb der anvendes samt empiriske undersøgelser af, hvorledes dette ser ud i praksis. Resultaterne viser, at der i styredokumenter er en forholdsvis snæver og analytisk tilgang til teknologiforståelse, mens praksis er mere nuanceret. Dette diskuteres i forhold til og på tværs af de enkelte fag.

Technology understanding and teachers' work with this, is timely in the Danish folkeskole. Currently, there are explorations of technology understanding both as individual topics and as integrated in existing topics. This article examines how technology understanding is expressed as integrated in the existing topics in both steering documents and in practice. We do so through a multiple case study within the subjects Danish, Mathematics, and Nature/Technology. The case studies was framed within the larger project The Children in the Robotic City. Each case is analysed based on how steering documents describe the work with technology understanding and which underlying concept of technology this builds on. This is compared to how it is enacted in practice. The findings show that the steering documents have a narrow and analytical expression of technology understanding while practice is more nuanced. The findings are discussed across the subjects and in relation to traditions within the subjects.

# Virksomhedsformer og teknologibegreber fra læseplan til praksis i og på tværs af tre fag

## Indledning

I disse år udvikles og afprøves en ny faglighed i folkeskolen ved navn Teknologiforståelse. Denne artikel vil komme med perspektiver på ”teknologiforståelsens fagdidaktik”. Det vil være med udgangspunkt i empiri fra et forskning- og udviklingsprojekt, hvor fagformålstekster, fælles mål for forsøgsfaget integreret i tre forskellige fag og tilføjelser til læseplaner er blevet forsøgt oversat og anvendt i praksis. I undervisningens praksis såvel som i retorikken om fagligheden forbindes fagteori og didaktik gennem diskursiv og kommunikativ praksis. Den diskursive praksis for teknologiforståelsens fagdidaktik, og det at forstå digital teknologi og dens konsekvenser for os mennesker som fagligt område eller domæne, rækker langt tilbage (eksempelvis Naur, 1954). Der har, de sidste 50 år, med varieret styrke været forsøg på at få et fag – eksempelvis datalære – med dette som genstandsfelt ind i grundskolen (Caeli & Bundsgaard, 2019).

I december 2018 blev Fælles Mål og fagformål for forsøgsfagligheden Teknologiforståelse offentliggjort med de fire kompetenceområder: digital myndiggørelse, computationel tankegang, digital design og designprocesser samt teknologisk handleevne (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). Samme år satte undervisningsministeriet et treårigt afprøvningsforsøg i gang på 46 danske grundskoler, hvis formål er at afprøve den nye faglighed. Begrebet teknologiforståelse betegner altså en forsøgsfaglighed, som er formuleret på kort tid.

Ud over det selvstændige teknologiforståelsesfag er teknologiforståelsesfagligheden også integreret i syv skolefag i forsøgsprojektet. Her er opdraget, at teknologiforståelsesfagligheden introducerer nye perspektiver på den eksisterende faglighed ved, at mål fra teknologi-

Af Lone Nielsen, Dorte Moeskær Larsen,  
Helle Kruse Krosså & Morten Rask Petersen,  
UCL Erhvervsakademi & Professionshøjskole

forståelse som fag er blevet skrevet ind i de eksisterende fælles mål for fagene (Undervisningsministeriet, 2018b, s. 6). Fortolkningen af den nye faglighed er i forsøgsprojektet præget af en række toneangivende eksperter med viden om især science, teknologi og designtænkning (Dindler, Smith & Iversen, 2019; Caspersen, Iversen, Nielsen, Hjorth & Musaeus, 2018).

Undervejs i forsøgsprojektperioden er den nye faglighed, som den er beskrevet i forsøgsprojektet, blevet både problematiseret, kritiseret og diskuteret fra flere sider og med forskellige stemmer i en række forskellige artikler og medier (eksempelvis Unge Pædagoger, KVAN, Altinget og Folkeskolen.dk). Eksempelvis problematiseres fagets begreb om myndiggørelse det, at faget har fokus på ”digital teknologi” og negligerer teknologifilosofi og teknologihistorie (Christensen, 2021; Fibiger, Hjorth, Lorentzen & Pasgaard, 2019), ligesom designbegrebet og designtilgangen problematiseres, og der med udgangspunkt i tankerne om spekulativt design blandt andet kaldes på en udvidelse af det instrumentelle designbegreb (Nørgård, 2020). Som en del af debatten efterlyses også grundlagsdiskussioner af fagligheden, fokus på teknologi som fænomen, som brug, som historisk og sociokulturelt artefakt og som del af et større samfundsmæssigt problemkompleks (Rasch-Christensen & Hansen, 2021), og der kaldes blandt andet mere bredt på en kritisk teknologiforståelse, der ikke vægter digitale teknologier (Balslev, Riis & Hasse, 2021). Denne nationale diskussion trækker på beslægtede internationale tendenser (eksempelvis Ihde, 2002; Balsamo, 2005, 2011; Dakers, 2006, 2014).

Ovenstående beskrivelse af de offentlige diskussioner viser, at måden, man taler om et fag, kan ændre sig hurtigt. Det diskursive niveau i faghæfter og faglige debatter har en hurtigere forandringshastighed end måden, man praktiserer faget og fagligheden på og især hurtigere end den viden, man bygger det på (Krogh, 2011).

I denne artikel vil vi undersøge fagdidaktiske ytringer om teknologiforståelse i mødet med tre eksisterende fag, som vi møder dem i fagenes didaktiseringsprocesser fra de diskursive ministerielle styredokumenter for forsøgsprojektet i henholdsvis natur & teknologi, matematik og dansk og til praksis for eleverne i konkrete praksisforløb i de tre fag. Dette med henblik på at undersøge, hvordan teknologiforståelsesfagligt indhold forestilles integreret og integreres i eksisterende fag. Samtidig undersøger vi, om der er eventuelle ens mønstre på tværs af fag, eller om fagene har en særegen tilgang til teknologiforståelse.



Udgangspunktet for denne undersøgelse er forskningsspørgsmålet:

**Hvorledes kommer teknologibegreber og arbejdet med disse til udtryk i styredokumenter og i praksis både i fag og på tværs af fag?**



Vi vil først, efter både et teoretisk og et metodisk afsnit, undersøge hvilke virksomhedsformer der kommer til udtryk først i styredokumenter og derefter i en undervisningspraksis. Dernæst vil vi undersøge, hvilke teknologibegreber der lægges op til i først styredokumenter og derefter i praksis. Begge afsnit afsluttes med en refleksion og diskussion over sammenhængen mellem både styredokument og praksis og fagene imellem.

## Teknologibegreber i en flerdimensionel teknologiforståelse

Forestillingen om hvilket indhold, der er i en teknologiforståelsesfaglighed, har været diskuteret bredt nationalt (se for eksempel Hansen, 2020c, og Christensen, 2020). Internationalt er der et bredt felt med fortalere for en teknologisk uddannelse, der er teknisk, empirisk og regelstyret, og som tjener industriens behov, mens andre er fortalere for en teknologisk uddannelse, der er hermeneutisk, fortolkende og akademisk (Dakers, 2006).

For at sætte rammen om en flerdimensionel teknologiforståelse og forskningsspørgsmålets begreb ”teknologibegreber”, vil vi pege på flere forskellige vigtige perspektiver i den internationale diskurs: Balsamo (2005) understreger vigtigheden af, at blandt andet humanister, kunstnere og samfundsvidenskab også får en stemme i dette og anvender begrebet teknologisk ”imagination”, idet han mener, at kilden til teknologisk innovation er den teknologiske fantasi, en sindskvalitet, der sætter folk i stand til at tænke med teknologi for at omdanne det kendte til det mulige (Balsamo, 2005, 2011). Dette inkluderer undervisning både i kritiske måder at evaluere teknologi på og kreative og metodiske anvendelser af teknologiske værktøjer. Selwyn (2010) foreslår overordnet også en bred tilgang til teknologisk ”imagination” med mere fokus på demokrati og social retfærdighed og foreslår samtidig, at der skal være mere fokus på *hvorfor* end *hvordan*. Det handler ikke kun om at reproducere verden, som vi allerede kender den, men om

at kunne bidrage til at overskride, udvikle og forbedre den. Med fokus på teknologiens kulturforandrende kraft understreger Dakers (2006), at 'teknologiforståelse' ikke alene kan knyttes til en STEM-baseret opfattelse af, hvad teknologi er, og hvordan den virker i verden (Dakers, 2014). Dakers argumenterer for eksempel for, at der er behov for et bredere perspektiv på uddannelse i teknologiforståelse og en mere kritisk orienteret form for viden om teknologi. Disse forestillinger om indhold i teknologiforståelsesfagligheden afhænger naturligt af, at der er forskellige videnskabsteoretiske måder at forholde sig til teknologi på (Dakers, 2006; Tamborg, Dreyøe & Fought, 2018). Det er et bredt felt, der ligesom andre fagfelter er præget af divergenser, forandringer og løbende definitionskampe. Forstår man eksempelvis teknologi som instrumenter, mennesker kan gøre noget med, eller tillægger man teknologien en selvstændig værdi og agens. Eller forstår man teknologi fra et sociokulturelt eller fænomenologisk niveau og er nysgerrig på, hvordan teknologi eksisterer i verden eller hvordan mennesker eksisterer i verden med teknologi (Heidegger, 1999; Ihde, 1998).

Når vi i artiklen begrebsætter teknologibegreber, er det ud fra tankerne om en flerdimensionel teknologiforståelse, hvor vi med Hansens syv måder at begrebsliggøre teknologi på (Hansen, 2020c), reducerer ovenstående kompleksitet ved at spørge mere konkret til teknologi som didaktisk anledning til undervisning i skolen.

Hansens syv teknologibegreber er:

- i) det instrumentelle teknologibegreb, der omhandler, hvad teknologien gør for os,
- ii) det antropologiske teknologibegreb, der fokuserer på, hvad teknologien gør ved os,
- iii) det humanistiske teknologibegreb, om hvordan vi forstår teknologien i etisk, æstetisk og historisk perspektiv, hvad betyder den æstetisk-historiske forestillingsevne for den teknologiske udvikling og omvendt,
- iv) det naturvidenskabelige teknologibegreb, om hvordan teknikken i teknologien virker,
- v) det didaktiske teknologibegreb, i forhold til, hvad teknologien betyder for fag og undervisning,
- vi) det sociologiske teknologibegreb, der fokuserer på teknologiens betydning for vores samfund samt
- vii) det politiske teknologibegreb, der omhandler holdninger og reguleringer af teknologi (Hansen, 2020c).

## Virksomhedsformer

Ud over indholdet i teknologiforståelsesfagligheden og teknologibegreberne er måden, eleverne arbejder på, også central. Hansen (2020a) argumenterer for, at et alsidigt og varieret forløb i teknologiforståelse typisk vil kombinere forskellige virksomhedsformer.

Teorien om virksomhedsformer har sit videnskabsteoretiske ståsted med inspiration fra forskellige traditioner som Kant, Husserl, Dewey og Habermas. Teorien beskriver og inddeler handlinger og undervisningsmønstre ud fra forskellige måder at være virksom på (Brodersen, 1988). Virksomhedsformerne handler således om, hvordan et indhold bringes i spil i undervisningen, og hvad indholdet skal bruges til. Teorien er videreudviklet fra oprindeligt 5 virksomhedsformer (se for eksempel Schnedler & Seeberg, 1998) i Brodersen, Hansen & Ziehe (2019), der argumenterer for en reduktion til fire virksomhedsformer, nemlig:

- 1) den æstetiske virksomhedsform, forstået som en kropslig og sanselig form. (oplevelser og udtryk)
- 2) den analytiske virksomhedsform, hvor fagsproget anvendes til at nedbryde helheder i mindre dele. (analyse og demonstration)
- 3) den håndværksmæssige virksomhedsform, som kræver fagspecifikke færdigheder. (iagttagelse og træning)
- 4) den kommunikative virksomhedsform, hvor der er tale om aktiv deltagelse både som modtager og afsender i kommunikation med andre. (modtagelse og fremstilling)

Virksomhedsformerne har både en receptiv og en produktiv dimension (parenteserne ovenfor) samt en reflektiv dimension. Disse fire virksomhedsformer komplementerer hinanden, hvor der på den ene side er et spænd mellem affektive (æstetisk) og kognitive (analytisk) virksomhedsformer og på den anden side et spænd mellem udøvende (håndværksmæssige) og formidlende (kommunikative).

## Børnene i robotbyen på fire faglige udviklingskoler (BIR)

Konteksten for undersøgelserne er BIR-projektet, som er et samarbejdskoncept mellem Odense Kommune og UCL Professionshøjskole og Erhvervsakademi. Projektet er en del af Odense Kommunes strategi om Verdens bedste Robotby<sup>1</sup>.

1 <https://www.odense.dk/verdensbedsterobotbyiboernehoejde/boernene-i-robotbyen> Lokaliseret 17/3 2021

I projektet har lærere på fire udvalgte skoler i samarbejde med læreruddannere udviklet, afprøvet og evalueret undervisningsforløb i udvalgte klasser på mellemtrinnet i såvel STEM-fagene; matematik og natur/teknologi, som de humanistiske og kunstneriske fag; dansk og håndværk & design.

Udviklingen af undervisningsforløbene har bygget på de nye Fælles Mål og læseplaner for forsøgsprojektet omkring teknologiforståelse i fag, og har samtidig taget afsæt i og er blevet formet af scenariet omkring børnene i *robotbyen*, hvor ”byen” og ”robotter” i alle forløb bidrager til at skabe et scenariedidaktiskperspektiv (Hanghøj, Misset, Bundsgaard, Fougst & Hetmar, 2017). Robotter forstås her bredt som alle former for ”digitale slaver” og er dermed ikke bundet til en særlig materialitet.

Således har der i hvert forløb pågået:

- En udvikling af forløb i samarbejde mellem en læreruddanner og en lærer med afsæt i lærerens egen planlægning.
- Observation af den planlagte undervisning og efterbearbejdning.
- Evaluering af forløbet og en beskrivelse af undervisningsforløbet til brug for andre.

Grundet COVID-19-restriktioner blev alle forløb desværre ikke afprøvet i praksis. I denne artikel vil vi derfor kun forholde os til forløb fra fagene matematik (4. klasse), dansk (5. klasse) samt natur/teknologi (5. klasse). Dette gøres først ved at se på styredokumenterne fra de enkelte fag og dernæst på den praktiske udførelse af forløbene i fagene.

## Metodisk tilgang

Idet vi i denne undersøgelse arbejder med et spænd fra styredokumenter til praktisk undervisning bliver datamaterialet for undersøgelsen meget uens. Der er derfor brug for at anvende forskellige metoder til de forskellige former for data.

Forskningsdesignet er baseret på et kvalitativt, multiple casesstudie (Flyvbjerg, 2006; Stake, 2013), hvor tre cases er udvalgt fra projekt ”Børnene i robotbyen”. De tre cases er udviklede og afprøvede undervisningsforløb med teknologiforståelse i matematik, i dansk og i natur/teknologi på mellemtrinnet. Hver case består af en analyse af styredokumenter for det respektive fag og tilhørende trinniveau samt en undersøgelse af praksis i de enkelte fag.

## Analyse af styredokumenter

Styredokumenternes mål og tilføjelser til læseplanen om teknologi-forståelse i hhv. dansk, matematik og natur/teknologi er analyseret gennem en målrettet kvalitativ indholdsanalyse (Hsieh & Shannon, 2005). Koderne er de fire virksomhedsformer. Målet med denne analyse er at finde frem til hvilke virksomhedsformer, der lægges op til gennem læseplanerne. For at kompleksitetsreducere kodningen blev der lavet én kodning for hvert beskrevet mål i læseplanen. Hvert mål indeholder alle en understående beskrivelse, hvor der lægges op til og kommer med forslag til forskellige virksomhedsformer. For at kunne identificere virksomhedsformerne blev der af fire forskere udarbejdet en operationaliseringsguide til hver af de fire virksomhedsformer (Appendix).

For at kunne kategorisere graden af tilstedeværelse for de enkelte virksomhedsformer blev der udviklet en kodningskategori (se Appendix).

Hver læseplan er kodet af 2 uafhængige forskere, hvorefter der blev udført en test for inter-koder reliabilitet (Cohen's  $\kappa$ ). Testen viste acceptable til stærke sammenfald i kodningerne (dansk  $\kappa=0,60$ , matematik  $\kappa=0,81$  og natur/teknologi  $\kappa=0,94$ ) (McHugh, 2012).

Læseplanerne er ligeledes blevet kodet for hvilke teknologibegreber, der anvendes. Her er udgangspunktet de syv teknologibegreber fra Hansen (2020c). I undersøgelsen af teknologibegreber blev der fokuseret på tilstedeværelsen af teknologibegreberne. Læseplanerne blev gennemlæst og diskuteret i forskergruppen for at skabe en konsensusanalyse af teknologibegreber i teksterne.

## Undervisningspraksis

Undervisningsforløbene havde hver et omfang af ca. 6 - 9 lektioner. I hvert forløb blev undervisningen videooptaget ud fra en ikke-deltagende tilgang (Fangen, 2010). Der blev oprettet en observationsmanual. Målet var, at kameraet skulle følge elevernes gruppearbejde, samt læreren, når der var oplæg eller beskeder til klassen.

Hver observation blev grovtransskriberet (Matthews & Cramer, 2008) hvor lektionernes indhold blev beskrevet i kronologisk rækkefølge med tidsangivelser og opgaveformuleringer og enkelte citater.

Efterfølgende blev grovtransskriptionerne kodet ud fra de 4 virksomhedsformer (Hansen, 2020a). Der blev nedskrevet en kode for hver gang, der i undervisningen og dermed også gruppearbejdet, var et skifte mellem de receptive og produktive faser. Når der har været identificeret mere end én virksomhedsform til stede under samme aktivitet, er begge virksomhedsformer blevet noteret. På baggrund af dette er der foretaget en deskriptiv analyse af hvert forløb, hvor de

identificerede virksomhedsformer præsenteres i beskrivelsen af den enkelte case. Ligeledes er grovtranskriptionerne blevet analyseret for hvilke teknologibegreber, der kommer i anvendelse i undervisningen.

### Analyse af virksomhedsformer i styredokumenter

Første skridt i undersøgelsen af de enkelte fag er en analyse af, hvorledes de centrale styredokumenter beskriver måder at arbejde med teknologi på. Analysen vil ikke kunne give et samlet billede af, hvordan teknologiforståelse tænkes ind i skolen, men udelukkende et billede af, hvordan det tænkes ind i undersøgelsens tre fag på mellemtrinnet. Dokumentanalysen er blevet afgrænset til kun at omhandle tilføjelserne til læseplanerne til forsøgsprogrammet med teknologiforståelse (Undervisningsministeriet, 2018b,c,d) i de tre fag.

I Tabel 1 ses kodningen for alle tre fag i denne undersøgelse.

**Tabel 1.**

*Kodning af læseplanerne for teknologiforståelse integreret i de enkelte fag i forhold til virksomhedsformer. Kodningerne er udelukkede foretaget for mellemtrinnet. Hvor der har været uoverensstemmelse mellem koderne er begge koder angivet med /*

Fag	Virksomhedsform			
	Kommunikativ	Analytisk	Æstetisk	Håndværksmæssig
<b>Dansk</b>				
1.a Digitalt design	0	3	0	0
1.b Digitalt design	2/3	0/2	0	0
2.a Digital myndiggørelse	0/1	2/3	0/1	0
2.b Digital myndiggørelse	1/2	2	0/1	0
3 Digital sikkerhed	0	2/3	0	0/1

<b>Matematik</b>				
Digital design og designprocesser	1	2	1	0
Modellering	0/1	2	0	0/1
Programmering	1	2	0/1	0
Data algoritmer og strukturering	0/1	2	1	0
Brugerstudier og redesign	0/1	2	1	0
<b>Natur/Teknologi</b>				
Undersøgelse	0	3	0	0
Modellering	1	2	0	0
Perspektivering	1	2	0	0
Kommunikation	2	2	0/1	0

På trods af forskellene imellem måderne hvorpå teknologiforståelsesfagligheden er indskrevet i de tre fag ses det, at den håndværksmæssige virksomhedsform er fraværende i alle tre læseplaner. Således vægtes øvelse og specialisering ikke eksplicit i de mål og efterfølgende tekster i tillæggene til de tre fags læseplaner på mellemtrinnet.

Det er også påfaldende, at den æstetiske virksomhedsform er mest repræsenteret i matematikfaget (2-3 koder). Umiddelbart kunne overskriften i færdigheds-/vidensområdet *Digitalt design og designprocesser* i danskfagets tillæg til læseplanen bringe forestillinger i retning af en æstetisk virksomhedsform, der knytter sig til skabende udtryk. Men i de konkrete mål og den konkretiserende tekst vægtes den analytiske virksomhedsform med et fokus på en elementorienteret analyse/undersøgelse af problemfelter.

Det samlede billede for de tre fags integration af teknologiforståelsesfagligheden på mellemtrinnet er forholdsvis entydigt, da der i høj grad lægges op til en analytisk og til dels kommunikativ virksomhed for eleverne. Vi ser dermed, på tværs af de tre fags tillæg til læseplanerne på mellemtrinnet, et fokus på elementorienteret analyse og kommunikation om indhold i et fællesskab.

## Virksomhedsformer i praksis

I praksisanalysen præsenteres, som med læseplansanalysen, først de enkelte fag og dernæst en tværfaglig analyse.

### Virksomhedsformer i et matematikforløb omkring kodning og design

I matematikforløbet var rammen et opstillet scenarie, hvor eleverne skulle julepynte deres by ved at lave små jule-scratch-film, der skulle kunne vises på husgavle og facader rundt i byen i december måned.

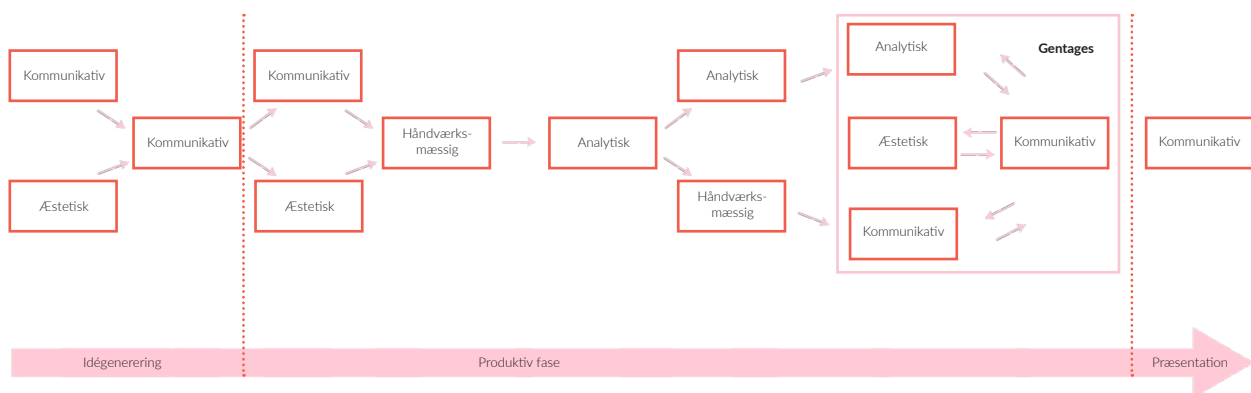
Formålet var både, at eleverne fik en datalogisk forståelse for programmering, herunder en fortrolighed med blokprogrammering, men også at eleverne skulle opleve matematikkens anvendelighed som et værktøj i arbejdet med programmering, og således få en større forståelse for matematikkens rolle i forhold til teknologiforståelse. Helt konkret var målet i matematik analytisk geometri og hjælpemiddelskompetencen, og i teknologi var målet, at eleverne kunne konstruere og fejlrette i kodningsprogrammer.

Forløbet var planlagt i tre faser, hvor eleverne skulle igennem både en idégenererende proces i forhold til designet, men også en produktiv proces, hvor scratch-filmen skulle udarbejdes, og endelig en afsluttende fremlæggelse, hvor de producerede film skulle præsenteres.

Som Figur 1 viser, så observerede vi, at der i forløbet arbejdedes i alle fire virksomhedsformer, men at den kommunikative virksomhedsform og den æstetiske virksomhedsform tydeligt var vægtet, især i de to første faser.

**Figur 1.**

*En tidlig analyse af de forskellige virksomhedsformer i matematikforløbet.*





### ***Idégenereringsfase***

Den første del af figuren viser den idégenererende fase, hvor eleverne startede i en æstetisk virksomhedsform. De kunne her give udtryk for deres egne fantasier og forestillinger og inddrage flere sanser. Eleverne havde mange forskellige idéer – lige fra et egern der juleshopper til julemænd, der bliver kørt ned. Undervejs i den idégenererede proces skulle eleverne først nedskrive deres idéer og fremlægge disse for hinanden. Den idégenererende fase afsluttedes med, at grupperne skulle fremlægge deres idéer for hele klassen i en kommunikativ virksomhedsform. Kommunikationen blev i denne fase brugt både som udtryksmiddel, som et refleksionsværktøj og som adgang til andres forståelser (Se Figur 1, idégenereringsfase).

### ***Produktivfase***

Den produktive del af forløbet er forløbets vægtigste del. Her observerede vi en vekslen mellem alle fire virksomhedsformer. Efter den idégenererende fase startede eleverne med at gå ind i programmet Scratch. De havde tidligere arbejdet lidt med programmet i håndværk og design og gik straks i gang med at udvikle deres baggrunde og deres sprites (figurerne i programmet). I denne proces var eleverne igen i den æstetiske virksomhedsform, da de arbejdede med sansekonkrete fænomener – hvordan ser en julemand ud, der bliver kørt ned? Skal der være lyde og så videre? Eleverne indgik både i en receptiv og en produktiv dimension af den æstetiske virksomhedsform, da de afprøvede muligheder i programmet (se Figur 1, produktiv fase).

Herefter skulle eleverne få figurerne til at bevæge sig i Scratch. Dette var nyt for dem. Deres lærer valgte her at gå ud af programmet og starte i matematikkens verden med en repetition af koordinatsystemets opbygning. Hun gav eleverne enkelte opgaver omkring koordinatsæt. Eleverne var her i en håndværksmæssig virksomhedsform, da de arbejdede med afgrænsede små øvelser (se Figur 1, produktiv fase).

Da eleverne efterfølgende gik ind i programmet Scratch, arbejdede de først analytisk med, hvordan de fik figurerne til at bevæge sig rundt i koordinatsystemet. Dette blev efterfulgt af bestemte typer af programmeringssekvenser. Eleverne bevægede sig nu imellem den håndværksmæssige virksomhedsform og den analytiske virksomhedsform, hvor det både handlede om at forstå de forskellige koder, og at få en vis færdighed i at anvende koderne. Eleverne bevægede sig således imellem både en receptiv og skabende dimension i de to virksomhedsformer (se Figur 1, produktiv fase).

Eleverne gik derefter tilbage til deres egne scratchfilm, hvor de fik til opgave, at deres videoer skulle indeholde bevægelser af deres sprites, skift af baggrund, kloninger og talebobler. En gruppe ville ek-

sempelvis have to jule-egern til at bevæge sig rundt på et værelse, mens de talte sammen efterfulgt af et snevejr udenfor. I denne programmeringsfase vekslede eleverne mellem den analytiske virksomhedsform, ved at anvende deres forståelser for kodning til at få udarbejdet de forskellige bevægelser, men var samtidig i den æstetisk virksomhedsform, fordi de var opmærksomme på, at deres film blev æstetisk flot (se Figur 1, produktiv fase). Læreren afbrød ind imellem elevernes arbejdsproces i denne fase, både for at give gode råd undervejs i processen og for at demonstrere forskellige kommandoer i Scratch. Eleverne kom i disse situationer i en kommunikativ virksomhedsform, idet de her skulle lytte aktivt og være modtagerne. Samtidig foregik det meste arbejde i denne fase i grupper. Det betød, at de løbende indgik i den kommunikative virksomhedsform i de dialogbaserede opgaver. På Figur 1 kan det ses, at disse virksomhedsformer blev gentaget i flere omgange (se Figur 1, afslutningen af den produktive fase).

### ***Præsentationsfasen***

I sidste fase med fremlæggelse af produktet var eleverne både i en receptiv og skabende dimension af den kommunikative virksomhedsform, idet eleverne i grupper både skulle fremvise deres video, se og lytte til fremlæggelserne og give feedback til andre grupper (se Figur 1, præsentationsfasen).

### **Virksomhedsformer i et dansk-teknologifagligt forløb om chatbots**

I danskforløbet skulle eleverne udvikle en chatbot, som de forestillede sig kunne bruges til at hjælpe nye elever tilpas på skolen. Forløbet blev planlagt, så eleverne levede sig ind i situationen at være ny på skolen, og i forlængelse heraf overvejede, hvor en robot kunne erstatte et menneske i den proces. Undervejs i forløbet var det planlagt, at eleverne både skulle eksperimentere med, analysere og selv skabe en chatbot i iterative designprocesser.

Forløbet tog udgangspunkt i det teknologifaglige fænomen "robot" et sted, hvor "robotter" er integreret i den private og sproglige sfære, og ikke bare udfører praktiske opgaver for mennesker. Formålet var at sætte mennesket i centrum og teknologierne til kritisk debat, og dermed udfordre eleverne på det etiske og erkendelsesteoretiske plan. For hvis man kan bruge en robot som den første ven på en ny skole, hvad vil det så sige at være menneske?

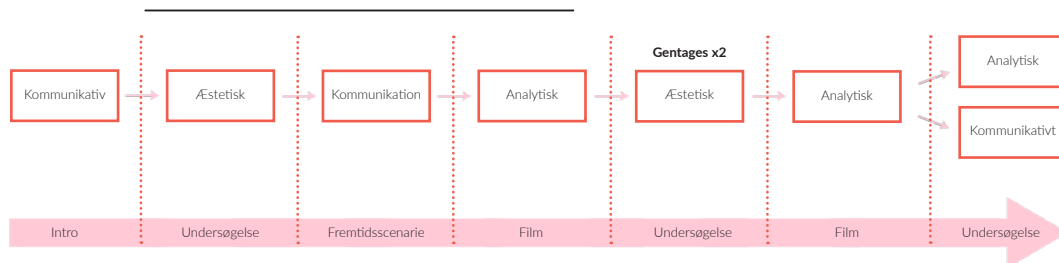
I forløbet arbejdedes der med to danskfaglige kompetenceområder: fremstilling og kommunikation, ligesom forløbet havde fokus på digitalt design og designprocesser samt digital myndiggørelse fra det teknologifaglige område. Forløbet blev planlagt i tre faser med en

introducerende del, en mere undersøgende/eksperimenterende del, hvor eleverne i iterative processer skulle designe forskellige bud på en chatbot, som kan hjælpe nye elever på skolen. De forskellige bud på chatbots skulle i forløbets sidste fase præsenteres for skoleledelsen og evt. elevrådet og skolebestyrelse. Desværre blev kun introfasen gennemført og dermed observeret, og nedenstående model er et overblik over virksomhedsformerne i forbindelse med aktiviteterne i forløbets første fase, som tidsmæssigt strakte sig over seks lektioner.

Som modellen over forløbets introfase viser, observerede vi en produktiv rytme og vekselvirkning i undervisningen mellem æstetisk oplevelse, indlevelse og udtryk på den ene side og analytisk distance og refleksion på den anden.

**Figur 2.**

En tidlig analyse af de forskellige virksomhedsformer i danskforløbet.



### **Introfasen**

I introfasen var fokus på, at eleverne skulle introduceres til scenariet og bygge bro mellem deres forforståelser af begrebet robot og den chatbot, de skulle lave. Konkret fortæller læreren i denne fase blandt andet eleverne:

” Vi er nysgerrige på, hvad I tænker en robot er. Vi skal samle 100-vis af billeder af forskellige slags og typer robotter.  
(Dansk 5. kl., introfase)

### **Undersøgelse- og fremtidsscenario-faserne**

Efter introfasen sendes eleverne i grupper for at finde billeder af robotter og diskutere, hvad de mener en robot er. Vi observerede her, at den æstetiske virksomhedsform blev tildelt en helt central rolle, hvorfra man kan sige, at forløbet udsprang. Eleverne skulle dels sanse

og føle gennem en undersøgelse af billeder af hundredvis af robotter, som de fandt på nettet, og som skulle danne udgangspunkt for deres produktion af klassens fælles æstetiske udtryk, en billedcollage. Her gav eleverne udtryk for deres egne fantasier og forestillinger om robotter og chatbots (se Figur 2, undersøgelsesfasen).

### **Film- og undersøgelsesfaserne**

Ud over undersøgelsen af begrebet robot og billedcollagen fik eleverne indtryk fra to små film, hvor robotter spiller en central og overraskende rolle (se Figur 2, filmfaserne).

I vekselvirkning med den æstetiske virksomhedsform, så arbejdedes der også med analytiske forholdemåder, hvor hensigten var, at eleverne, på baggrund af deres sansekonkrete oplevelser med film, billeder og collager, skulle arbejde begrebsligt og forankret i sprog med at bestemme, beskrive og forklare egenskaber ved fænomenet ”robot” og forsøge at kategorisere dette sammen med klassekammeraterne. I den gruppe som kameraret fulgte, var dialogen om begrebet ”robot” minimal. En af gruppens elever foreslog denne definition, som resten af gruppen indvilligede i: *En robot skal være klog og stærk til at hjælpe med vores hårde arbejde. De kan også hjælpe os med praktiske pligter* (Dansk 5. kl., undersøgelsesfase).

Da læreren initierede en opsamling af gruppearbejdet var den kommunikative virksomhed både dialogisk undersøgende. Fra de enkelte grupper fremkom bud, der understøttede og udfordrede hinanden – for eksempel på lærerens spørgsmål om, hvad en robot kan:

*Dreng 1: Den kan fx levere mad*

*Pige 1: Den kan blive brugt til at hjælpe folk ud af brændende huse*

*Pige 2: Den kan støvsuge, køre biler uden fører, slå græs*

*Dreng 2: Den kan gøre arbejdet lettere for mennesker*

*Dreng 3: Og de kan bruges til at erstatte læreren – ha, ha*

(Dansk 5. kl., undersøgelsesfasen)

Den kommunikative virksomhedsform var også dialogisk holdningsorienteret, hvor eleverne argumenterede og begrundede holdninger og værdier i forhold til, hvad robotter kan bruges til og erstatte, og hvad de ikke kan erstatte. Det blev for eksempel debatteret, hvorvidt en lærer kan erstattes af en robot (se Figur 2, undersøgelsesfaserne).

I forbindelse med planlægningen af resten af forløbet var det intenderet, at mønsteret med at lade arbejdet i den æstetiske virksomhedsform danne udgangspunkt for resten af forløbets faser, fortsatte. Dette i en vekselvirkning mellem den analytiske og den kommunikative virksomhedsform.

### Virksomhedsformer i et natur/teknologiforløb om køkkenhaver

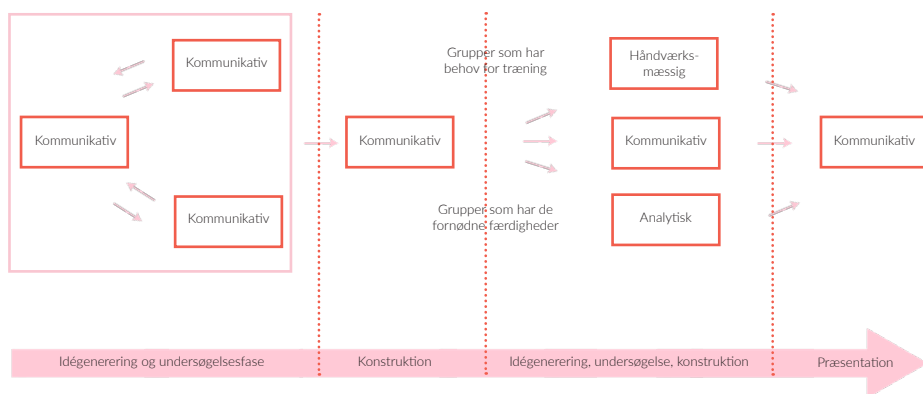
Forløbet i natur/teknologi tager udgangspunkt i, at klasserne i foråret skal lave køkkenhaver og i samarbejde med madkundskab og matematik dyrke afgrøder der. I forløbet er der fokus på, at eleverne skal designe et system til at passe planterne for eksempel i forhold til lys og fugtighed.

Formålet med forløbet var et scenarie så virkelighedsnært som muligt, der kunne relateres til skolens profil som verdensmåls-skole. I forhold til det teknologiforståelsesfaglige var målet, at eleverne gennem en designtilgang opnåede programmeringsfærdigheder og en forståelse for dataindsamling ved hjælp af sensorer. Inden for teknologiforståelsesfagets kompetencer var der særligt fokus på design og designprocessor, hvor der i natur/teknologifaget var fokus på færdigheds og vidensmålene: 'Eleven kan udvikle enkle produkter' og 'Eleven kan identificere ressourcebesparende teknologier' (Børne- og Undervisningsministeriet, 2020).

Figuren illustrerer virksomhedsformerne i forløbet, der i høj grad var præget af en vekslen mellem kommunikative og analytiske virksomhedsformer. Den æstetiske virksomhedsform knytter sig til en særskilt aktivitet i forløbet, mens den håndværksmæssige virksomhedsform ses som nødvendig for elever, der er uerfarne med at tilslutte og programmere.

**Figur 3.**

En tidlig analyse af de forskellige virksomhedsformer i forløbet Natur/teknologi.



### ***Undersøgelles- og idégenereringsfasen***

Figuren illustrerer, at eleverne som det første gik i gang med undersøgelses- og idégenereringsfasen, hvor de skulle ud og måle køkkenhaven op, undersøge hvor højbedene skulle stå og observere på havens placering i forhold til solen. En gruppe var udfordrede af, at virkeligheden ikke er så pæn som i teorien. Pladsen var ikke helt rektangulær, og de diskuterede længe, hvordan de så skulle måle pladsen, men i fællesskab fandt de en løsning. Derefter gik eleverne i klassen og tegnede køkkenhaven op i en passende målestok og placerede højbedene på tegningen. Eleverne arbejdede med opgaven gennem den analytiske virksomhedsform, men også meget kommunikativt, da de i grupper hele tiden diskuterede de valg og metoder, som de tog undervejs. Der var i denne fase vekselvirkning mellem det receptive, hvor læreren stiller spørgsmål og nye opgaver og det produktive, hvor eleverne diskuterede sig frem til en løsning (se Figur 3, undersøgelses og idégenereringsfasen).

### ***Konstruktionsfasen***

Da eleverne havde tegnet deres modeller på papir og placeret højbedene, skulle de bygge deres model af højbedene på en træplade og male dem. Eleverne var meget fokuserede og opslugte i denne fase. De gjorde meget for, at det blev pænt, men samtidig havde de også nogle diskussioner fra forrige time om at lave det i et passende målestoksforhold. Dette var en sansekongret opgave i den æstetiske virksomhedsform, og selvom det var et enkelt og på indholdsdelen lille element i den iterative designtilgang, var det en tidsmæssig tung opgave (se Figur 3, konstruktionsfasen).

### ***Idégenerering, undersøgelse og konstruktionsfasen***

Som den sidste del af forløbet skulle eleverne i gang med at designe selve systemet til at passe planterne. Først og fremmest blev der et stort fokus på et vandingssystem til planterne.

Læreren introducerede kort til sensorerne, og hvordan de tilsluttes. Han gav eleverne links til videoguides på nettet, som de så efterfølgende skulle justere efter deres krav. Der observeredes to tilgange: Grupper, som havde behov for at øve sig på at tilslutte og programmere sensorer. De benyttede sig derfor af en håndværksmæssig virksomhedsform, og grupper som kunne en del i forvejen, og som derfor havde en langt mere analytisk tilgang til arbejdet. I en gruppe blev blandt andet fugtighedssensorens grænseværdier undersøgt, og hvordan deres servomotor virkede. Derefter havde de også en meget analytisk, men også deltagende kommunikativ tilgang til programmeringsdelen, da de hele tiden diskuterede og talte programmeringen igennem, trin for trin.

### **Præsentationsfasen**

Afslutningsvis præsenterede grupperne deres produkter via en café-model. Her deltes grupperne i to, nogle var ude at høre på fremlæggelser, og andre blev tilbage og fremlagde. Derefter byttede de roller igen. Så eleverne vekslede mellem en receptiv og produktiv rolle i den kommunikative virksomhedsform. Eleverne havde her nogle fine dialoger omkring forskellige løsninger, og der var en stor erfaringsudveksling mellem grupperne (se Figur 3, præsentationsfasen).

### **Virksomhedsformer – diskussionen/fund**

Når vi sammenholder virksomhedsformerne, som de fremkommer i måloversigt og læseplan, med det billede, der fremkommer i praksis, tegner der sig en slående forskel. Hvor der i læseplanen sås et tydeligt fokus på den analytiske virksomhedsform (og til dels den kommunikative), så viser det sig, at der i praksis er et samspil mellem alle fire virksomhedsformer, når læreren iscenesætter aktiviteter og eleverne arbejder med teknologiforståelse i de tre fag. Der er altså tale om, at virksomhedsformerne, som de er analyseret i læseplanerne, ændrer sig og fortolkes i en retning af en mere flerdimensionel praksis.

Hvis styredokumenterne forstås som de valg, der er truffet i forhold til, hvilken faglighed der kommer til udtryk – og styredokumenterne, som van den Akker, Kuiper & Hameyer (2003) har argumenteret for, foreskriver en didaktisk praksis – så er det interessant at undersøge nærmere, hvilken baggrund der er for denne forskel mellem oplægget i styredokumenterne og den didaktiske praksis med teknologiforståelse i de tre fag. Trods de forskellige historiske og erkendelsesmæssige grunde, der er knyttet til det, som de tre fag har til formål at undervise i, så kan vi sige, at når virksomhedsformerne sammenlignes fra læseplaner til praksis, finder vi ikke den store forskel mellem fagene. I alle tre fag har vi analyseret en forholdsvis ensartet tilgang til virksomhedsformerne i læseplanerne, mens der i praksis i alle tre fag findes et samspil mellem alle fire virksomhedsformer.

Med læseplanernes vægtning af de analytiske og kommunikative virksomhedsformer kan der argumenteres for, at de æstetiske og håndværksmæssige virksomhedsformer bliver midler til at komme frem til disse mål. I praksis så vi, at de håndværksmæssige og æstetiske virksomhedsformer blev et mål i sig selv, når eleverne eksempelvis skal fremstille smukke julefilm i matematikforløbet og ligeledes i danskforløbet, hvor den æstetiske erfaring får lov at spille en afgørende rolle som kilde til erkendelse.

## Teknologibegreber i tillæg til læseplanen i de tre fag

I vores bestræbelse på at se, hvorledes teknologibegreber og arbejdet med disse kommer til udtryk i spændet mellem styredokumenter og praksis både i fag og på tværs af fag, har vi foretaget en dokumentanalyse af målene og den efterfølgende læseplanstekst i de aktuelle trinforløb i tilføjelserne til læseplanerne til forsøgsprogrammet med teknologiforståelse i de tre fag (Undervisningsministeriet, 2018b,c,d). Målene og den efterfølgende læseplanstekst er analyseret i hvert fag, meningskondenseret og vurderet i forhold til de 7 teknologibegreber (Hansen, 2020b). Denne analyse på tværs af de tre fag tydeliggør, at der i de tre læseplaner er en overvægt af et instrumentelt teknologibegreb.

### **Det instrumentelle teknologibegreb**

Det instrumentelle teknologibegreb forstås med Hansens (2020a) syv måder at begribe teknologi på med et fokus på, hvad teknologien gør for os, hvilke problemer den er med til at løse og hvordan vi tilpasser og effektiviserer teknologien.

Centralt i alle tre fag står arbejdet med digitalt design og designprocesser beskrevet under målene i læseplanerne. For alle tre fag gælder, at dette område knyttes til problemløsning:

Undervisningen skal fokusere på, at eleverne lærer at genkende og afkode forskellige problemfelter.... i realiseringen af ideen i form af fremstilling af et konkret digitalt artefakt, som andre kan anvende.

(fra dansk, Undervisningsministeriet, 2018b, s. 13)

Eleven kan identificere et problemfelt og rammesætte en designproces med henblik på design af digitale artefakter til gavn for individ og fællesskab.

(fra matematik, Undervisningsministeriet, 2018c, s. 10)

Eleven kan konstruere simple digitale artefakter, der udtrykker egne ideer ift. et natur/teknologi-fagligt problemfelt.

(fra N/T, Undervisningsministeriet, 2018d, s. 9)

Her knytter teknologien sig til innovationsmål og forstås funktionelt som elementer i problemløsning og udtrykker dermed en vægt på det instrumentelle teknologibegreb med fokus på, hvad teknologi kan gøre for os og hvilke problemer, den kan løse.

I matematikfagets læseplan har modelleringsaspektet en central plads, hvor der er specifikt fokus på, hvordan teknologien kan hjælpe



med at opstille modeller, der kan tilpasses og effektiviseres: 'Eleven kan anvende digitale modeller i faglige sammenhænge og justere dem til nye behov' (fra Matematik, Undervisningsministeriet, 2018c, s. 11)

I læseplanen for natur/teknologi ses et fokus på at arbejde med algoritmer, der lægger vægt på, at eleverne kan stille og besvare typiske spørgsmål til en algoritmes virkemåde. Dette lægger op til et instrumentelt teknologibegreb, der ser på, hvad teknologier gør for os, og hvorledes teknologien kan tilpasses og effektiviseres.

I danskfaget er der i kompetenceområdet "Digital myndiggørelse" fokus på begrebet "redesign" (Undervisningsministeriet, 2018b, s. 14), som omhandler design af en alternativ løsning på baggrund af forudgående analyser og vurderinger. Redesign rummer samme aktiviteter som digital design og designprocesser, og vægter således også det instrumentelle teknologibegreb. I arbejdet med kompetenceområdet "Digital myndiggørelse" i dansk står også begrebet "intentionalitet" frem. I læseplanens brug af dette begreb peges der på, at digital myndiggørelse i dansk på 3. trinforløb handler om analyse og fortolkning af den intentionalitet (her forstået som hensigt), der er indlejret i relationen mellem designer og bruger i de menneskelige frembragte digitale artefakter. Med det overordnede fokus på intentionaliteten i produktionen af det digitale artefakt, og ikke i betydningen af artefaktet, understreges igen en instrumentel teknologiopfattelse, da intentionaliteten her forstås som en egenskab, der tillægges objektet teknologien.

### **Det naturvidenskabelige teknologibegreb**

I matematik og natur/teknologi ser vi, at der fremtræder et betydeligt fokus på et naturvidenskabeligt teknologibegreb, hvor det fremhæves, at eleverne skal lære, hvordan teknologi teknisk set konstrueres.

Eleverne kan konstruere artefakter, der indeholder input fra sensorer (som fx lys, lyd, temperatur, bevægelse, ledningsevne og fugtighed) og output fra aktuatorer (fx i form af display (tekst og figurer), lys, lyd eller bevægelse).

(fra N/T, Undervisningsministeriet, 2018d, s. 9)

Eleven kan modificere, konstruere og fejlrette programmer.

(fra Matematik, Undervisningsministeriet, 2018c, s. 11)

Ligesom der både i N/T og matematik lægges op til et naturvidenskabeligt teknologibegreb, når der er fokus på, at eleverne skal kunne anvende data og har viden om værktøjer til at håndtere dette med.

Undervisningen tilrettelægges, så eleverne gennem konkret afprøvning bliver fortrolige med at undersøge digitale teknologier fra både natur/teknologi og elevernes hverdag for herigennem at få en forståelse for de digitale teknologiers forskellige komponenter. (fra N/T, Undervisningsministeriet, 2018d, s. 11).

Eleven kan identificere situationer i hverdagen, der kan oversættes til data og beskrive enkle situationer og procedurer fra hverdagen som algoritmer, rækkefølger og forgreninger. (fra Matematik, Undervisningsministeriet, 2018c, s. 12)

Overordnet er det måske også naturligt, at læseplanen i både N/T og matematik netop lægger op til et naturvidenskabeligt teknologibegreb, da det på mange måder er disse to fags grundsten.

### **Øvrige anslag af teknologibegreber i læseplanerne**

Mens det for natur/teknologi gælder, at der i tilføjelsen til læseplanen for mellemtrinnet ikke er identificeret andre teknologibegreber end det instrumentelle og det naturvidenskabelige, så er der i dansk og matematik anslag, der peger mod et mere udvidet perspektiv.

I tilføjelsen til læseplanen for matematik beskrives det under overskriften Digital design og designprocesser også, at 'Eleven kan identificere et problemfelt og rammesætte en designproces med henblik på design af digitale artefakter til gavn for individ og fællesskab' (Undervisningsministeriet, 2018c, s. 10).

I tilføjelse til læseplanen i dansk for 3. trinforløb ses en overvægt af det instrumentelle teknologibegreb. Kun i forhold til én linje omkring opbygning af relevant fagsprog peger læseplansteksten i retning af et antropologisk-, humanistisk- og sociologisk teknologibegreb: 'Fagsproget bygges op om forhold som funktionalitet, etik, æstetik, brugspraksis, strukturelle eller organisatoriske forhold omkring anvendelsen af et digitalt artefakt' (fra Dansk, Undervisningsministeriet, 2018b, s. 14). I denne opbygning af fagsprog knyttes der derfor an til flere måder at begribe teknologi på end den instrumentelle.

## Teknologibegreberne i praksis

I dette afsnit anvender vi Hansens (2020b) syv teknologibegreber som analysegreb på de tre beskrevne praksisforløb i fagene dansk, matematik og natur/teknologi.

### **Teknologibegreber i praksisforløbet i dansk**

Modsat analysen af styredokumenterne så vi i vores observation af praksisforløbet, at forløbet var tilrettelagt, hvor eleverne gennem designprocesser skulle designe et digitalt artefakt i form af en chatbot – og dermed taler ind i det instrumentelle teknologibegreb – så blev der i forløbet iscenesat en række måder at begribe teknologi.

Først undersøgte eleverne deres egen og andres forforståelser i forhold til, hvad en robot er. I de diskussioner, det førte til i klassen, var der fokus på det instrumentelle: Hvad gør robotter for os, hvilke problemer er de med til at løse og på hvilke måder kompenserer og forstærker de, hvad vi mennesker kan og gør. Eleverne kom eksempelvis med bud som, at robotter kan blive brugt til at hjælpe folk ud af brændende huse, støvsuge, køre biler uden fører og slå græs.

I forlængelse heraf skiftede fokus dog til et etisk perspektiv og en teknologisk forestillingsevne med fokus på et humanistisk teknologibegreb, da eleverne forsøgte at forestille sig, hvordan det ville være og hvad det ville betyde, hvis læreren erstattes af en robot. Læreren spørger, om det vil være godt eller skidt, hvis læreren blev erstattet af en robot. Det er eleverne uenige om. De nævner fordele som, at robotten ikke glemmer noget, og at den kan vide alting. Andre peger på, at robotten netop ikke kan være et menneske. At den ikke kan drikke kaffe, hjælpe med konflikter og hjælpe når de er uvenner med deres forældre. En elev siger, at den ikke kan give ægte omsorg. Den har ingen følelser, men den kan lade som om (Dansk 5. kl., undersøgelsesfasen).

I observationen så eleverne to små film om særlige brug af robotter, der for eleverne kunne balancere mellem fantasi og virkelighed. Eleverne diskuterede blandt andet, om de kunne tænke sig sådan en virtuel ven/kæreste/kæledyr, som de så i den ene film. En elev udtrykte idéer til og fantasi om, hvad den kunne hjælpe hende med. Mens eleverne så en film om et hotel, der er styret af robotter, grinede de højt. Efterfølgende var eleverne optagede af, hvad der er robotternes begrænsninger i forhold til at drive hotel. En elev udtrykte, at hun ville foretrække et hotel med mennesker, da hun synes, det er upersonligt (Dansk 5. kl., filmfasen). Det gav anledning til at drøfte, hvorfor vi bruger begrebet “upersonligt”. Med et fokus på, hvordan teknologien påvirker og forandrer, hvad vi mennesker kan, vil og gør vægtes et antropologisk teknologibegreb. Samtidig foranlediger begge de to film, at eleverne forholder sig både til teknologiens indflydelse på deres

forestillingsevne og deres forestillingsevnes indflydelse på den teknologiske udvikling – og dermed begriber teknologien fra et humanistisk teknologibegreb. Desuden forholder eleverne sig til den teknologiske udviklings positive og negative virkninger, som beskrevet i det sociologiske teknologibegreb.

I praksisforløbet bringer lærerne således en flerdimensionel teknologiforståelse i spil. Trods forløbets udgangspunkt som et digitalt designforløb med en instrumentel forståelse, der har et snævert fokus på at producere et digitalt artefakt til løsning af et problem, så ses det, at der bringes både det antropologiske-, humanistiske- og sociologiske teknologibegreb i spil som grundlag for elevernes kritiske tænkning.

### **Teknologibegreber i praksisforløbet i matematik**

Når vi kigger på det beskrevne observerede praksisforløb i matematik, er der tre forskellige teknologibegreber i spil.

Hovedfokus er på det naturvidenskabelige teknologibegreb, idet elevernes arbejde med kodning hjælper eleverne med en større forståelse for, hvordan kodning af små film teknisk set er konstrueret, og hvordan de selv kan konstruere sådanne små teknologiske film.

Også det instrumentelle teknologibegreb er tydeligt på spil, idet eleverne får en forståelse for, hvordan kodningsprogrammet Scratch rent faktisk kan bruges i mange forskellige sammenhænge. Et af målene var samtidig helt konkret, at eleverne skulle lære, at scratchkodning faktisk kan være et instrument i forhold til produktion af film.

Der er dog til dels også fokus på det humanistiske teknologibegreb i forhold til elevens æstetiske forestillinger, og hvordan disse spiller sammen med teknologien her i scratchkodningen. Eleverne brugte generelt meget tid på at få deres forestillinger om, hvordan filmen skulle være – for eksempel hvordan figurerne og baggrundene skulle spille sammen, da dette netop var en stor udfordring, og der var ofte ikke overensstemmelse mellem, hvad eleverne forestillede sig, at figurerne skulle gøre rent æstetisk og så de teknologiske muligheder. En gruppe, der programmerede jule-egern, der bevæger sig rundt på et værelse, udtrykte både overraskelse over, at de nu rent praktisk kan lave en slags animationsfilm, men også at det ikke var så let at få det hele til at passe sammen i en større helhed, som også var æstetisk veludført. I praksis er der derved fokus på de tre teknologibegreber, det instrumentelle, det naturvidenskabelige og det humanistiske.

## **Teknologibegreber i praksisforløbet i natur/teknologi**

Når der ses på det afprøvede forløb i natur/teknologi omkring køkkenhaver, er der igen et meget stort fokus på det naturvidenskabelige teknologibegreb. Det handler om, hvilke grænseværdier, sensorerne har, og hvordan sensorerne tilsluttes og programmeres. I forhold til udvikling af teknologien, så arbejdede eleverne meget med programmeringen, hvor de hele tiden talte algoritmen igennem trin for trin. De undersøgte også de forskellige sensorer. De var interesseret i, hvilke grænseværdier fugtighedssensoren havde. De undersøgte værdien for, hvornår jorden var for tør, og hvornår den havde fået nok vand. De undersøgte ligeledes bevægelsessensor og, ikke mindst, hvor følsom og hvor lang en rækkevidde sensoren havde.

Det instrumentelle ses også særligt, når læreren præsenterede emnet og begrundede, at reguleringssystemet skulle bruges til deres køkkenhaver, som de skulle passe i forbindelse med et "jord til bord"-projekt i hjemkundskab. Det instrumentelle teknologibegreb kom også til udtryk, når eleverne idégenererede, hvad deres reguleringssystem skulle kunne, som eksempelvis at måle fugtighed for derefter at aktivere en servomotor, som så kunne vande afgrøderne. Eksempelvis ville en gruppe elever give lys til afgrøderne, når afgrøderne ikke fik så meget sollys, og flere grupper fandt på en tyverialarm, hvis der kom tyve forbi – altså et fokus på, hvad teknologien kunne gøre for eleverne og deres afgrøder, for at de fik de bedst mulige vækstbetingelser og passede på afgrøderne, uden at de selv skulle ud og passe afgrøderne hele tiden.

Undervejs i projektet observeredes en dreng, som var frustreret, da han ikke kunne få sin fugtighedssensor til at virke:

*Dreng: Hvorfor kan vi ik 'bar gøre det normalt? Det virker ik `det fucking lort*

*Hjælpelærer: Nej, ku det være fordi man sku ' brug lidt hjælp for at få det til at virke?*

*Dreng: Vi har fucking prøvet, vi har set videoen*

*Hjælpelærer: Hvad sagde videoen?... Ved I hvad... så synes jeg I har gjort det pisse godt*

*Dreng: Det er fandme så fucking dumt, at vi skal gøre det. Hvorfor kan vi ik `gøre det normalt og gå ud og vande normalt altså? Det er kraftedeme for dumt*

*Hjælpelærer: Det tænker jeg, at I har snakket om, da I gik i gang med det projekt her. Hvorfor ku det gi mening at programmere noget til at hjælpe jer?*

*Dreng: Det er spild af strøm*

*Hjælpelærer: Det er spild af strøm, synes du?*

*Dreng: Ja. Vi kan bare gå ud at vande hver fucking dag eller sådan noget*

*Hjælpelærer: Hmm, men hvad sker der, hvis jeg overvander planterne?*

*Hvis jeg kommer til at give dem for meget vand?*

*Dreng: Så dør de*

*Hjælpelærer: Lige præcis, så dør de faktisk*

*Dreng: Det sker ik så tit*

*Hjælpelærer: Nej, der skal meget til, men de kan faktisk godt*

*Dreng: Det har jeg sgu ik prøvet, selvom jeg har vandet 40 gange*

(Natur/teknologi, 5. kl., undersøgelsesfasen)

Derefter gik hjælperlæreren i gang med at hjælpe drengen og hans gruppekammerat gennem programmeringen igen. Ovenstående citat vidner om, at hjælperlæreren argumenterer ud fra det instrumentelle teknologibegreb. Drengen var dog tydeligt utilfreds med svaret, og hans modsvar med, at teknologien brugte strøm, og at man bare kunne gå ud at vande, giver et indtryk af, at drengen ønskede at diskutere det gennem et politisk teknologibegreb. Bortset fra dette ene citat, arbejdede de kun med projektet gennem det naturvidenskabelige og instrumentelle teknologibegreb.

### **Teknologibegreber – diskussion**

Med Hansens 7 teknologibegreber som ramme, så vi på, tværs af de tre fags læseplanstilføjelser, et gennemgribende instrumentelt teknologibegreb udtrykt. I de to STEM-fag, matematik og natur/teknologi, så vi desuden, ikke overraskende, et fokus på det naturfaglige teknologibegreb. Mere overraskende kan det virke, at vi ikke så spor af det humanistiske teknologibegreb i danskfagets tilføjelse til læseplanen.

I praksisforløbene så vi, at lærerne, især i dansk, men også i matematik, udfolder teknologibegrebet i bevægelsen fra styredokumenter til praksis, og dermed beriger teknologibegrebet og måden at arbejde med det på. Vi så i danskforløbet, hvordan der kom fokus på flere og andre måder at forholde sig til teknologi på – med anslag af både et antropologisk-, sociologisk og humanistisk teknologibegreb. I matematik arbejdes der ligeledes også med et humanistisk teknologibegreb. Med eksemplet fra natur/teknologi kan det diskuteres, om vi så, at et rent naturvidenskabeligt og instrumentelt teknologibegreb ikke giver mening for eleven, og at eleven udtrykker ønske om et bredere og mere politisk teknologibegreb end det, som der lægges op til i læseplanerne og i den konkrete undervisningspraksis.

## Diskussion og konklusion

Vi har i denne artikel været optagede af fagdidaktiske ytringer om teknologiforståelse i mødet med tre eksisterende fag. Vi har fokuseret på, hvilke valg der er truffet i forhold til, hvilken faglighed der kommer til syne i måder at begribe teknologi på og i måder at være virksom og arbejde med indholdet på i bevægelsen fra de diskursive ministerielle styredokumenter for forsøgsprojektet i henholdsvis natur & teknologi, matematik og dansk og til praksis for eleverne i de tre fag.

Vi har vist, at der er et stort spænd imellem den måde, som styredokumenterne foreskriver en didaktisk praksis, og den måde som det praktiseres på, når det møder de tre fag på mellemtrinnet. Dette gælder både i forhold til måden at arbejde med teknologiforståelse på samt selve teknologibegrebet.

Når vi ser på tillæggene til læseplanerne for fagene dansk, matematik og natur/teknologi, fremkommer på tværs af fagene en beskrivelse, der lægger op til en primært analytisk virksomhedsform og et teknologibegreb, der udtrykkes meget i retning af en instrumentel og naturvidenskabelig forståelse. Denne beskrivelse kan vi ikke genfinde i praksis, hvor både virksomhedsformerne og teknologibegreber bliver langt mere flerdimensionelle. Dette sker på tværs af de tre fag, der har været genstand for denne undersøgelse.

I udfoldelsen fra de – i forhold til virksomhedsformer og teknologibegreber – ensrettede styredokument til praktisk undervisning er det dog også interessant, at den ensrettede beskrivelse foldes ud i forskellige retninger i de tre fag. Med Kroghs model (2011) til fagdidaktisk analyse af skolefag, hvor hun beskriver fag som tre forskellige praksisser i form af en retorisk praksis, som den måde faget beskrives på, en kulturel praksis, som den måde faget bedrives på og en teoretisk praksis, som den viden faget bygger på, så kan det diskuteres, om praksisforløbenes møde mellem fag og teknologiforståelsesfagligheden netop er et udtryk for en lydhørhed imellem de etablerede fags viden og praksis og læseplanens udtrykte teknologifaglighed, som skal integreres i fagene. Med Ellen Kroghs fagdidaktiske model in mente bliver det klart, at teknologiforståelse ikke skal integreres ensrettet i de tre fag, men netop møde fagets kulturelle praksis, virksomhedsformer, teoretiske praksis og naturlige teknologibegreber – og derigennem udvikle en lydhørhed i forhold til de historiske og erkendelsesmæssige grunde, der er knyttet til det, som faget har til formål at undervise i. Det vil være oplagt til videre undersøgelse fortsat at have fokus på, hvordan praksisforløb kan føre til en gensidig berigelse af både fag og teknologiforståelse.

## Referencer

- Balsamo, A.** (2005). *Taking culture seriously: Educating and inspiring the technological imagination*. Lokaliseret 5. august, 2021, på: [http://www.designingculture.net/wordpress/wp-content/uploads/2010/06/Balsamo\\_essay\\_AcademicCommons.pdf](http://www.designingculture.net/wordpress/wp-content/uploads/2010/06/Balsamo_essay_AcademicCommons.pdf).
- Balsamo, A.** (2011). *Designing culture*. Duke University Press.
- Balslev, J, Riis, S. & Hasse, C.** (2021). En trojansk hest for den digitale sektor?, *Folkeskolen – fagblad for undervisere*, (5).
- Brodersen, P.** (1988). Æstetikken som redskab til kulturel afsøgning. *Unge Pædagoger*, (2), 4-12.
- Brodersen, P.** Hansen, T. I. & Ziehe, T. (red.) (2019). *Oplevelse, fordybelse og virkelyst - noter til æstetik i undervisningen* (2. udg.) (84-122). Hans Reitzels Forlag.
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2019). *Teknologiforståelse*. EMU. Lokaliseret 5. august, 2021, på: <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse?b=t5>
- Børne- og Undervisningsministeriet** (2020). *Fælles mål for faget natur/teknologi*. EMU. Lokaliseret 5. august, 2021, på: <https://emu.dk/grundskole/naturteknologi/faghaefte-faelles-maal-laeseplan-og-vejledning?b=t5-t30>
- Caeli, E. N. & Bundsgaard, J.** (2019). Datalogisk tænkning og teknologiforståelse i folkeskolen tur-retur. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)* 11(19). DOI: 10.7146/lom.v11i19.110919
- Caspersen, M. E., Iversen, O. S., Nielsen, M., Hjorth, A. & Musaeus, L. H.** (2018). *Computational Thinking – hvorfor, hvad og hvordan. Efter opdrag fra Villum Fondens bestyrelse*. Villum Fonden.
- Christensen, O.** (2020). Teknologi og forståelse – et intrikat mellemværende. Teknologiforståelse på skemaet, *Unge Pædagoger*, (1), 15-24.
- Christensen, O.** (2021, 19. januar). Kritiske perspektiver på teknologiforståelse som fag. *Folkeskolen.dk*. Lokaliseret 5. august, 2021, på <https://www.folkeskolen.dk/1863419/kritiske-perspektiver-paa-teknologiforstaelse-som-fag>
- Dakers, J.** (red.). (2014). *New frontiers in technological literacy: Breaking with the past*. Springer.
- Dakers, J.R.** (2006). Towards a Philosophy for Technology Education. I: J. R. Dakers (red.), *Defining Technological Literacy Towards an Epistemological Framework* (s. 145-158). Palgrave Macmillan US. DOI: 10.1057/9781403983053
- Dindler, C., Smith, R. C. & Iversen, O. S.** (2019). *En designtilgang til teknologiforståelse*. Dafolo.
- Fangen, K.** (2010). *Deltagende Observasjon* (2. udg.). Fagbokforlaget.
- Fibiger, J., Hjorth, M., Lorentzen, R. F. & Pasgaard, N. J.** (2019). Digital myndiggørelse fra Kant over Dewey til teknologiforståelse i folkeskolen. *Studier i læreruddannelse og -profession*, 4(1), 56-76.
- Flyvbjerg, B.** (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative inquiry*, 12(2), 219-245. DOI: 10.1177/1077800405284363
- Hanghøj, T., Misfeldt, M., Bundsgaard, J., Fougst, S. S. & Hetmar, V.** (2017). *Hvad er scenariedidaktik?* Aarhus Universitetsforlag.



- Hansen, T. I.** (2020a). Æstetik og fordybelse. I: P. Brodersen, T. I. Hansen & T. Ziehe (red.), *Oplevelse, fordybelse og virkelyst - noter til æstetik i undervisningen* (2. udg.) (s. 84-122). Hans Reitzels Forlag.
- Hansen, T. I.** (2020b). Teknologiforståelse. I: P. Brodersen (red.), *Didaktisk opslagsbog* (s. 281-286). Hans Reitzels Forlag.
- Hansen, T. I.** (2020c). Teknologiforståelse som praktisk klogskab – om variation og virksomhedsformer i teknologiforståelse som fag. *Unge Pædagoger*, (1), 25-35.
- Heidegger, M** (1999) Spørgsmålet om teknikken og andre skrifter. I: M. Goll & M. Zahavi (red.), *Spørgsmålet om Teknikken og Andre Skrifter* (s. 36-65). Samlerens Bogklub.
- Hsieh, H. F. & Shannon, S. E.** (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), 1277-1288.  
DOI: 10.1177/1049732305276687
- Ihde, D.** (1998). *Philosophy of Technology: An Introduction*. Philosophical Books.
- Ihde, D.** (2002). *Bodies in technology* (Vol. 5). University of Minnesota Press.
- Krogh, E.** (2011). Undersøgelser af fag i et fagdidaktisk perspektiv. *Cursiv*, 7 -Sammenlignende fagdidaktik, 33-49.
- Matthews, J. & Cramer, E. P.** (2008). Using technology to enhance qualitative research with hidden populations. *Qualitative Report*, 13(2), 301-315. DOI: 10.46743/2160-3715/2008.1600
- McHugh, M. L.** (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia medica*, 22(3), 276-282. DOI:10.11613/BM.2012.031
- Naur, P.** (1954). Elektronregnemaskinerne og hjernen. *Perspektiv*, 1(7), 42-46.
- Nørgård, R. T.** (2020): Teknologifantasi. *KvaN 117 – Teknologiforståelse*.
- Rasch-Christensen, A. & Hansen, T. I.** (2021, 15. marts). *Teknologiforståelse skal dreje sig om digital myndiggørelse*. Skolemonitor.dk. Lokaliseret 5. august, 2021, på: <https://skolemonitor.dk/debat/art8132924/Teknologiforst%C3%A5elsen-skal-dreje-sig-om-digital-myndigg%C3%B8relse>
- Selwyn, N.** (2010). Looking beyond learning: notes towards the critical study of educational technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(1), 65-73.  
DOI: 10.1111/j.1365-2729.2009.00338.x
- Schneider, C.J. & Seeberg, T.** (1998). *Den praktisk musiske dimension i undervisningen: forløb og erfaringer: En introduktion*. Undervisningsministeriet, Folkeskoleafdelingen.
- Stake, R. E.** (2013). *Multiple case study analysis*. Guilford Press.
- Tamborg, A. L., Dreyøe, J. M. & Fougt, S. S.** (2018). Digital literacy – a qualitative systematic review. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 11(19), 29. DOI: 10.7146/lom.v11i19.103472
- Undervisningsministeriet.** (2018a). *Fælles mål. Teknologiforståelse*. Undervisningsministeriet. Lokaliseret 5. august, 2021, på: <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/181221-maaloversigt-teknologiforstaaelse.pdf>
- Undervisningsministeriet.** (2018b). *Tilføjelse til læseplan i dansk. Forsøgsprogrammet med teknologiforståelse*. Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet.** (2018c). *Tilføjelse til læseplan i matematik. Forsøgsprogrammet med teknologiforståelse*. Undervisningsministeriet.

**Undervisningsministeriet.** (2018d). *Tilføjelse til læseplan i natur/teknologi Forsøgsprogrammet med teknologiforståelse.* Undervisningsministeriet  
**van den Akker, J. J., Kuiper, W. & Hameyer, U. (red.).** (2003). *Curriculum landscapes and trends* (s. 1-10). Kluwer Academic Publishers.

## Appendix

Kodning af læseplaner i forhold til virksomhedsformer.

*Operationalisering af virksomhedsformer (beskrivende, men ikke udtømmende liste af operationaliseringer).*

**Æstetisk:** Oplevelse, udtryk, sanser, føle, fantasi og forestillinger

**Kommunikativ:** Kommunikativ i relation til indhold, deltagelse, fremstilling, fremlæggelser, fortælle, reflektere, diskutere

**Håndværksmæssig:** Træning, øvelser, fagspecifikke færdigheder, øve sig på afgrænsede aktiviteter

**Analytisk:** opløse, opdele, modellering, demonstration, forståelse, dele og helhed, begrebsligt, skelne, beskrive forklare

*Kategorier til kodning af læseplanerne for virksomhedsformer i de enkelte fag.*

Kode	Beskrivelse
0	Ikke tilstede
1	Tilstede i mindre grad – sammen med en eller flere virksomhedsformer (1-2 sætninger med tilstedeværelse af virksomhedsformer)
2	Tilstede i større grad – sammen med en eller flere andre virksomhedsformer (mere end 2 sætninger med tilstedeværelse af virksomhedsformer)
3	Dominerende – den eneste virksomhedsform

# Abstract

---

Artiklen tager afsæt i det tiltagende behov for kompetenceudvikling i teknologiforståelse på læreruddannelsen, og undersøger hvilke kulturelle forudsætninger der er for kompetenceudvikling og faglige møder mellem teknologiforståelsesfagligheden og eksisterende undervisnings- og grundfag, eksemplificeret ved hhv. dansk samt pædagogik og lærerfaglighed. Analysen beror på interviews med i alt 46 læreruddannere fra alle landets professionshøjskoler. Vi viser, hvordan forholdet mellem teknologiforståelse og eksisterende fagligheder både kan tage form som integrering, assimilering og separering, samt hvilke konsekvenser og implikationer der gør sig gældende i hvert tilfælde. Teoretisk trækker artiklen på metaforer fra akkulturationsteorien og eksemplificerer og diskuterer konsekvenser ved faglig separation, assimilation og integration. Undersøgelsen er foretaget under sektorprojektet 'Kompetenceløft for teknologiforståelse på Læreruddannelsen' finansieret af Uddannelses- og Forskningsministeriet, som arbejder med udvikling af en bæredygtig model for gennemførelse af sammenhængende, dyb og praksisforandrende kompetenceudvikling af undervisere på læreruddannelsen.

In this article, we take a point of departure in the need for competency development in Technology Comprehension among educators in teacher training. We seek to illuminate the cultural preconditions for competency development among educators in specific subjects and basic subjects, exemplified by Danish (mother tongue) and Pedagogy and Teacher Professionalism. The analysis draws on 46 interviews with teacher educators across six University Colleges in Denmark. We show why it is necessary that Technology Comprehension in teacher training is developed in collaboration with existing subjects and educators, if it has to be integrated successfully. Theoretically, we draw on metaphors from the acculturation theory, and exemplify and discuss consequences of professional separation, assimilation and integration of Technology Comprehension. The study is a part of a sector project financed by the Ministry of Higher Education and Science, which seeks to develop a sustainable model for deep, coherent, and practice-changing competency development of educators in teacher training.

# Teknologiforståelse på læreruddannelsen

Kulturelle forudsætninger for faglig integration og kompetenceudvikling i eksisterende undervisnings- og grundfag

## Indledning

Teknologiforståelse er en gryende faglighed, der er ved at finde fodfæste i folkeskolen. Som det nærmer sig, at der skal træffes politisk beslutning om faglighedens fremtid og beskaffenhed, bliver det også presserende at adressere spørgsmålet om, *hvordan* fagligheden fremover skal finde vej ind i skolen. Dette *hvordan* har to dimensioner, som vi berører i denne artikel. Det ene handler om, hvorvidt teknologiforståelse skal eksistere *som* fag eller *i* fag. Det andet handler om at uanset udmøntningen i skolen, skal der uddannes lærere, der er klædt på til at varetage undervisningen i teknologiforståelse, og derfor må fagligheden også finde sin plads i læreruddannelsen.

Som et led i at forberede sig på flere mulige udfald i forhold til *i* fag og *som* fag, er der igangsat en række kompetenceudviklingsprojekter i regi af landets professionshøjskoler, og denne artikel tager afsæt i et af disse. Projektet hedder 'Kompetenceløft for teknologiforståelse på Læreruddannelsen' og har til formål at afsøge, hvordan læreruddannere kan kompetenceudvikles til at undervise fremtidens lærere i teknologiforståelse på tværs af alle landets seks professionshøjskoler. Projektet er funderet i to fagområder på læreruddannelsen. Det ene er undervisningsfaget dansk. Det andet er fagklyngen Pædagogik og lærerfaglighed (PL), der består af tre generiske fag, som alle lærerstuderende skal have: Elevens læring og udvikling, almen undervisningskompetence og specialpædagogik.

I projektet er der altså tale om, at eksisterende og veletablerede fagområder på læreruddannelsen skal stifte bekendtskab med og lære om teknologiforståelse, men på en måde hvor begge fagligheder er bevægelige. Udgangspunktet er altså, at teknologiforståelse ikke bliver et særskilt fag, som enkelte undervisere kan stå for, men at det integreres meningsfuldt og bredt i fagområderne i forhold til de indholdsområder og arbejdsmetoder, der allerede eksisterer i disse.

Af Bjarke Lindsø Andersen, Professionshøjskolen Absalon, Lone Nielsen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, Mads Middelboe Rehder, Københavns Professionshøjskole, Lars Bo Andersen, Københavns Professionshøjskole, Mikkel Hjorth, VIA University College, Kaj Nedergaard Jepsen, UC Syd, & Niels Anders Illemann Petersen, Professionshøjskolen UCN

Spørgsmålet om at få teknologiforståelsesfagligheden *ind i* eksisterende fag kendes allerede fra folkeskolens forsøgsfag. Her forvaltes det således, at udvalgte af folkeskolefagets fire kompetenceområder søges indlemmet i de forskellige fag, hvor projektet til forskel herfra giver mulighed for, at alle kompetenceområder kan udforskes. Som for de øvrige af skolens fag kan der ikke oversættes 1:1 fra måden, hvorpå teknologiforståelsesfagligheden omsættes i skolen til, hvordan det skal omsættes i regi af læreruddannelsen (Rehder et al., 2019). Dette forudsætter et fagligt udviklings- og fortolkningsarbejde, der tager højde for fagområdernes eksisterende formelle opbygning og fagkulturer.

Denne problematik blev særlig tydelig under projektets forundersøgelse, der skulle informere om, hvordan kompetenceudviklingen i teknologiforståelse kan gribes an fagligt og didaktisk (Andersen et al., 2021). Denne artikel bygger derfor videre på forundersøgelsen i en særskilt analyse dedikeret til spørgsmålet om, *hvilke kulturelle forudsætninger der er for at hhv. integrere, assimilere og separere teknologiforståelse ind i læreruddannelsens fagområder dansk og pædagogik og lærerfaglighed (PL)?* Forskningsspørgsmålet er af fagdidaktisk relevans, fordi det adresserer teknologiforståelsens faglige *identitet* (Hansen, 2012), som bliver særligt tydelig og prægnant, når den mødes med andre fag og deres identitet og selvforståelse. At undersøge kultur-møder mellem fagligheder er altså også et spejl for teknologiforståelse, hvor både fællestræk og unikke elementer bliver tydelige, og det bliver klart hvilke faglige elementer, der intuitivt er fælles interesse for og kan integreres. Det betyder også, at fokus i artiklen *ikke* er på at finde mulige faglige koblingspunkter og tematikker, men at analysere de fagkulturelle forudsætninger for integration mellem fagkulturer med en analyseenhed bestående af læreruddanneres forestillede møde med en endnu ikke defineret faglighed.

Artiklen har både et empirisk og et teoretisk ærinde. Det empiriske går på at anskueliggøre kulturelle forudsætninger for kompetenceudvikling ved teknologiforståelse vis-a-vis PL og dansk. Det teoretiske bidrag er at nuancere vokabularet for og bidrage til diskussionen om forskellige opfattelser af, hvad det betyder, når vi siger teknologiforståelse "*i*" et fag – med andre ord, hvad betyder "*i*" et fag?

### **Eksisterende forskning i kompetenceudvikling i teknologiforståelse**

Fagligheder, der er sammenlignelige med teknologiforståelse i Danmark, vinder hastigt indpas i skoler og afledt deraf på læreruddannelser verden over. Wagner, Iversen og Caspersen (2020) har redegjort for, hvordan teknologiforståelse er en særligt dansk tilgang,

som med et almindende perspektiv på sin kreative og skabende tilgang til teknologien rækker ud over den tilegnelse af konkrete it-færdigheder, som ofte er i fokus i andre lande. I artiklen redegør Wagner, Iversen og Caspersen (2020) for, at den danske faglighed kan ses som baseret på en samtænkning af de to forskningsfelter *Computational Thinking* (CT) og *Participatory Design*.

Participatory Design er en skandinavisk tradition, der har som sit demokratiske udgangspunkt at involvere mennesker i udviklingen af digitale teknologier. I de senere år er der i forskningen inden for anvendelsen af makerspaces i uddannelse opstået en retning, der baserer sig på en sådan designtilgang til elever og unges arbejde med digitale teknologier i uddannelsessammenhænge (Iversen, Smith, Blikstein, Katterfeldt & Read, 2016). En række arbejder har peget på potentialer for elever ved en sådan tilgang (Katterfeldt, Dittert & Schelhowe, 2015; Smith, Iversen & Hjorth, 2015; Hjorth, Christensen, Iversen & Smith, 2017), mens der også er blevet peget på de vanskeligheder ved en sådan designtilgang for lærere (Smith, Iversen & Veerasawmy, 2018; Hjorth, 2019, Van Mechelen, Wagner, Baykal, Smith & Iversen, 2021). Med undtagelse af Hjorth, Smith, Loi, Iversen og Christensen (2016) og Kanstrup, Wagner, van Mechelen, Iversen og Dindler (2021) findes der endnu meget lidt litteratur om efteruddannelse af lærere i en partcipatorisk designtilgang til undervisning i og med digitale teknologier. Denne litteratur peger på, at lærerne er udfordrede i forhold til at forstå designprocesserne, i forhold til at håndtere anvendelse af digitale og analoge materialer og i forhold til forskellige og ændrede lærerroller. Litteraturen peger også på, at der er behov for længerevarende forløb. Den omhandler imidlertid ikke fagudvikling og kompetenceudvikling af undervisere på læreruddannelser.

Computational Thinking er et internationalt begreb, der har rødder tilbage til Seymour Paperts (1980) arbejde med programmeringsundervisning i 80'erne, men som er blevet reaktualiseret af Jeanette Wings (2006), og som i dag har haft stor indflydelse i særligt engelsktalende skolesystemer (Yadav, Good, Voogt & Fisser, 2017). Erfaringer med etablering af efteruddannelse af lærere indenfor Computational Thinking viser, at det er vigtigt at forløbene strækker sig over længere tid med flere møder og sessioner, hvor der gives rum for refleksion og sparring (Menekse, 2015; Yadav, Hambruch, Korb & Gretter, 2013). Når det kommer til mødet mellem CT og eksisterende fagkulturer, er særligt mødet mellem matematik og STEM-fag og teknologiforståelse undersøgt. Her peger litteraturen på, at lærere over tid ofte ændrer syn på, hvad teknologiforståelse er og kan, som de gradvist arbejder med det (Ketelhut, Mills, Hestness, Cabrera, Plane & McGinnis, 2020). Forandringen i læreres syn og overbevisning fremhæves som en nøgle

til varig forandring og dyb kompetenceudvikling (Yadav, Good, Voogt & Fisser, 2017). Disse erfaringer informerer også projektdesignet, som denne analyse udspringer af (Andersen et al., 2021), og peger på, at en undersøgelse af netop forventninger og antagelser om den nye faglighed er vigtige at få afdækket. Hvad der imidlertid adskiller sig fra de nævnte erfaringer, der kan hentes internationalt, er, at dette projekt handler om kompetenceudvikling af læreruddannere (og ikke skolelærere), og at denne kompetenceudvikling *ikke* varetages af et universitet men af læreruddannelserne selv. På dette punkt bidrager denne analyse og projektet som sådan med nye erfaringer i også en international kontekst.

### **Artiklens opbygning**

Artiklen er bygget op som følger: Først præsenteres det empiriske grundlag for analysen, samt metoden hvormed det er tilvejebragt og analyseret. Som også forskningsspørgsmålet reflekterer, beror artiklen på et teoretisk kompleks – *akkulturationsteorien* – der i sin oprindelse handler om kulturmøder mellem etniciteter. Vi præsenterer denne og hvilke fordele og ulemper, der er ved at forskyde det empiriske genstandsområde for teorien fra etniciteter til fagligheder. Herpå følger en analyse, hvor vi præsenterer, hvordan der er forskellige fortolkninger af, perspektiver på og tilgange til teknologiforståelse, der giver forskellige forudsætninger for hhv. at separere, assimilere og integrere teknologiforståelsesfaglighed ind i PL og dansk. I den afsluttende diskussion rejser vi spørgsmålet om, hvilke konsekvenser hver af de tre tilgange har for måden, teknologiforståelse kan finde vej ind i læreruddannelsen, og hvad det fordrer af teknologiforståelsesfagligheden og de øvrige fagligheder.

## **Metode**

Artiklen er baseret på et empirisk materiale indsamlet i regi af det ovenfor omtalte kompetenceudviklingsprojekt, der skal udvikle en model for kompetenceudvikling i teknologiforståelse i dansk og PL på Læreruddannelsen.

I projektet blev der i foråret 2020 udført en forundersøgelse med henblik på at undersøge på hvilket fagligt og organisatorisk grundlag, der kan gennemføres kompetenceforløb i teknologiforståelse (Andersen et al., 2021). Således berørte undersøgelsen en række forskellige emner såsom professionshøjskolernes undervisningsaktiviteter, organisatoriske kapacitet indenfor teknologiforståelse

og undervisernes forståelse af teknologiforståelse. Under forundersøgelsen blev det tydeligt, at forholdet mellem de eksisterende fag og fagkulturer og den nye faglighed i teknologiforståelse udgør en principiel problemstilling for arbejdet med teknologiforståelse på tværs af fag. Som formuleret i den publicerede undersøgelse:

” Den principielle udfordring i projektet er derfor at få identificeret mulige relationer mellem de eksisterende fag og teknologiforståelse, og herefter udforske disse i en kollektiv og kollegial proces med stærk praksisforankring, der både kan opbygge nye kompetencer og bidrage til udvikling af teknologiforståelse som en del af de berørte fag og fagligheder.  
(Andersen et al., 2021, s. 3)

Samtidig kunne forundersøgelsen dog ikke tilbyde en egentlig analyse (empirisk og teoretisk) af dette forhold. Denne artikel tager således afsæt i forundersøgelsen, men er samtidig baseret på et særskilt og fokuseret teoretisk analysearbejde. I det følgende redegøres der for begge.

Forundersøgelsen havde form af en kvalitativ interviewundersøgelse, der er opsummeret i Figur 1:

**Figur 1.**

*Analyse af empiri til forundersøgelse  
(formål: informering af kompetenceudvikling).*



Konkret blev der foretaget semi-strukturerede interviews med 46 undervisere fra samtlige danske professionshøjskoler. Underviserne er udvalgt fra enten PL eller dansk og fordeler sig således mellem professionshøjskoler og fag:



**Tabel 1.**

Fordeling af undervisere mellem professionshøjskole og fag.

---

	KP	PHA	UC-Syd	VIA	UCN	UCL
Dansk	4	3	0	3	5	0
PL	4	2	5	6	9	5

Undviserne havde på interviewtidspunktet endnu ikke deltaget i kompetenceudvikling, men blev udvalgt i samarbejde med lokale ledelser som mulige og relevante deltagere. De udførte interviews er foretaget enten face-to-face med audiooptagelser eller virtuelt på platforme som Zoom og Teams, hvor både video og lyd er optaget. Disse optagelser er enten helt eller delvist transskriberet.

Forundersøgelsen havde et bredt sigte på at informere kompetenceudvikling og derfor indeholdte interviewguiden mange forskellige temaer, her opsummeret:

- Lokale fagforståelser
- Kapacitetsanalyse ift. undervisere og forskere
- Udbudte moduler og undervisning
- FoU-projekter
- Undvisernes ønsker og behov
- Erfaringer med gode former for kompetenceudvikling

Interviewene blev analyseret i tre trin. Først blev der foretaget en meningskondensering af besvarelsene lokalt på hver professionshøjskole (efter principperne i Kvale, 2006). Resultatet heraf var en 5-10 siders opsummering fra hver professionshøjskole fordelt på samme temaer som interviewguiden. Derefter mødtes hele projektgruppen til en analyseworkshop, hvor den samlede meningskondensering blev kodet med både deskriptive koder (for eksempel "kollegial sparring") og mere fortolkende koder (for eksempel "værktøjstænkning") efter principperne i grounded theory som udlagt af bl.a. Charmaz

(2014) og Clarke (2005). Afslutningsvis blev koderne opsummeret i nedenstående kategorier og publiceret som et projektnotat (Andersen et al., 2021):

- Didaktik og digitale læremidler
- Et møde mellem flere teknologiforståelser
- Forholdet mellem handleevne og forståelse
- Grænseflader mellem teknologiforståelse og pædagogik og lærerfaglighed
- Grænseflader mellem teknologiforståelse og dansk
- Forankring i undervisningspraksis
- Kollegial sparring og refleksion

Som det fremgår af kategorierne fremstod mødet mellem eksisterende fag og teknologiforståelse som et centralt tema, der nok blev identificeret i forundersøgelsen, men ikke selvstændigt analyseret. Derfor påbegyndte forfattergruppen efterfølgende den indeværende analyse baseret på akkulturationsteori. I kraft af det mere selektive fokus var denne proces mere lukket og deduktivt anlagt end den forrige.

#### Figur 2.

Analyse af empiri til denne artikel (formål: forståelse af fagmøde).



Først blev der foretaget en ny kodning af empirien ud fra overordnede kategorier hentet i akkulturationsteorien (Figur 3 er et eksempel fra denne proces). Herefter foretog en analysegruppe bestående af tre af artiklens forfatterne i fællesskab en nærmere kodning af empirien, hvor en række underkategorier blev identificeret, som mere præcist beskriver, hvordan specifikke dele af henholdsvis dansk, PL og

teknologiforståelsesfaglighederne blev koblet til hinanden. Som det også fremgår af det nedenstående analyseafsnit blev slutresultatet således en kombination af teoretisk informerede overkategorier kombineret med en empirisk baseret underkategorisering af de empiriske koder.

**Figur 3.**

Eksempel på kodning fra analyseprocessen.

PL/LU	Henvises der til specifikke dele af faglighederne i dansk eller teknologiforståelse (keywords)	Segregering (x)	Assimilering (x)	Integration (x)	Transmutation (x)	Andet (keywords)
KP	CT/Maskinlæring	x				

"Jeg ved godt at CT er grundlæggende for at computer kan gøre det vi vil have dem til, men måske det ikke er i dansk..."  
 "Det er et rent ordre-sprog, det er ikke andet end imperativer, det er "gør det, gør det" der er ikke noget med at interessere sig for interaktionen med et andet menneske..."

Afslutningsvis skal det nævnes, at eftersom teknologiforståelse er en ny faglighed, og idet at netop fagforståelsen er et tema i begge analyser, er begge analyser baseret på et pragmatisk inklusionskriterie for, hvad der i undersøgelsen kan indgå som teknologiforståelse. Denne afgrænsning er defineret ved at "teknologiforståelse som faglighed på læreruddannelsen har som slutmål at skabe lærerfaglig forståelse for digitale teknologier (mens midlerne hertil kan være mange)". Det betyder, at der under interviews og i analyseprocessen er beholdt en åbenhed for, at teknologiforståelse både kan være tæt koblet på forsøgsfaget i folkeskolen og andre traditioner såsom mere fænomenologiske – så længe der eksplicit arbejdes på at fremme en lærerfaglig forståelse af digitale teknologier.

## Akkulturationsteori: Metaforer for faglige kulturmøder

I det følgende præsenterer vi kulturpsykologen John Berry's akkulturationsteori som metafor for, hvordan mødet mellem teknologiforståelse og dansk og PL kan tage sig ud forskelligt. Efter gennemgangen adresserer vi de fordele og ulempe, der er ved at trække på et teoriekompleks fra et område til et andet og derved bruge det metaforisk.

### **Akkulturationsteori: Integration, assimilering og separation**

Akkulturationsteorien har sit historiske udspring i en interesse i at forstå, hvad der skete i kulturmøder mellem europæere og indfødte i koloniseringen, og er senere særligt blevet udbredt i tværkulturelle og psykologiske studier af, hvordan immigranter har fundet plads i nye kulturer og samfund. Teoriens formål er at tilbyde et nuanceret vokabular, der muliggør at beskrive og forstå, hvad der foregår, når to kulturer mødes. Teorien er altså et opgør med en binær tanke om, at enten er der integration eller også er der ikke (Berry, 2003). Der er tværtimod grader og væsensforskellige måder, hvorpå kulturer mødes, og der kan være forskellige typer af møder i forhold til de forskellige dele af de involverede kulturer. Det er netop dette nuancerede vokabular, vi bruger til at demonstrere mødet mellem teknologiforståelse og PL og dansk. I denne artikel tager vi afsæt i følgende definition af akkulturation:

” Acculturation comprehends those phenomena which result when groups of individuals having different cultures come into continuous first-hand contact, with subsequent changes in original culture patterns of either or both groups [...].  
(Redfield, Linton & Herskovits, 1936, s. 149-152, citeret i Berry, 2003, s. 18)

Det vil sige, at akkulturation er resultatet af en proces, hvor den ene eller begge grupper ændrer deres kulturelle mønstre. I mødet mellem teknologiforståelse og de øvrige fagområder antager vi altså ikke, at en reel akkulturation har fundet sted – det er snarere formålet med kompetence- og fagudvikling i projektet – men vi undersøger forudsætningerne for denne proces. I teorien er der tale om hhv. et *kulturelt* og et *psykologisk-individuelt* niveau, hvilket betyder, at et fagområde – teknologiforståelse, dansk og PL – skal forstås som heterogene helheder, der består af enkeltindivider med forskellige, *forventninger, adfærd og holdninger* (engelsk: attitudes). I denne artikel fokuserer vi særligt på det individuelle niveau, og hvilke

*holdninger* der er repræsenteret ift. teknologiforståelse. I kulturmøder vil der i praksis være tale om en minoritet og majoritetskultur, der mødes. I regi af dette projekt betragter vi de etablerede fagområder dansk og PL som *værtsfag*, dvs. sidestillet med en majoritetskultur, og teknologiforståelse som en *gæstefaglighed*. Dette gør vi med udgangspunkt i, at de interviewede undervisere repræsenterer fagene, og det er disse, der skal kompetenceudvikles.

De holdninger informanterne for fagområderne har, reflekterer forskellige tilgange til og kulturelle forudsætninger for det faglige møde med teknologiforståelse. I analysen viser vi, hvordan dette konkret kommer til udtryk, mens vi her beskriver, hvad der skal forstås ved de forskellige holdninger og tilgange: separering, assimilering og integration (Berry, 2003).

- *Separation* sker, når majoriteten værdsætter sin egen kulturelle identitet og mønstre og ønsker at bibeholde disse, og derfor søger at undgå kontakt med minoriteten, eller at majoriteten søger at give minoriteten særskilt plads for sig selv i tid og rum.
- *Assimilation* forekommer i modsætning hertil, når minoritetens kulturelle særtræk forkastes af majoriteten, eller denne ikke selv ønsker at beholde det særegne ved sin kulturelle identitet, og derved søges indlemmet i majoriteten ved at blive identisk med denne.
- *Integration* sker, når begge parter har en interesse i og kan se værdien af at omgås hinanden med respekt for forskellighed og stadig har en kulturel integritet ift. egen kultur. Omgangen med hinanden sker med henblik på at udvikle sig selv og lære i mødet med hinanden, således et “fælles tredje” opstår. For vellykket integration fremhæves tre træk: En lav grad af fordomme, positive holdninger og forventninger til hinanden samt en følelse af gensidig identifikation.

Udover de tre skitserede tilgange til kulturmøder findes der også en fjerde, *marginalisering*, der handler om, at majoriteten ikke ser minoriteten som havende en legitim eksistensberettigelse. Denne tilgang vurderer vi overordnet set irrelevant for en analyse af de kulturelle forudsætninger for fag- og kompetenceudvikling i mødet mellem fagområder og er ikke tilstedeværende i det analyserede materiale.

## Fordele og ulemper ved metaforer i teoriudvikling

At trække akkulturationsteorien ind i en diskussion af mødet mellem fagligheder giver både udfordringer og muligheder, som vi kort skitserer nedenfor i en diskussion af, hvordan metaforer kan bidrage til teoriudvikling.

Det er i videnskaben og filosofien ikke uvant at tage billeder og logikker fra andre domæner af videnskab og livsverden og applicere et nyt sted, for eksempel Gilles Deleuze's *rhizomer* fra botanikken, Michel Foucaults *vidensarkæologi*, Adam Smiths *usynlige hånd*, Clifford Geertz' definition af kultur som '*webs of significance*' eller Platons *hulelignelse*. Sociologen Richard Swedberg skriver i sin bog *The Art of Social Theory* (2014) om metaforer og analogier som et redskab i teoriudvikling, der kan raffinere forståelsen af et givent fænomen i verden: "You map what is called the source onto the target or what you want to better understand. In doing so, you transfer the meaning from the former to the latter" (Swedberg, 2014, s. 98).

En af styrkerne ved at gøre dette er, at det muliggør en erkendelse af nye dimensioner ved det undersøgte fænomen, som ellers ikke havde ladet sig vise. Metaforen fordrer så at sige at følge en logik, som ellers ikke ville have vist sig, og det kan bidrage til et sprog, der er bedre egnet til at beskrive det fænomen, man undersøger. Samme pointe betoner skoleforskerne Dorthe Staunæs & Dorthe Marie Søndergaard: "De [metaforer] kan bruges til at frembringe nye og anderledes associationer og konnotationer og på den måde hjælpe med at linke ved allerede etablerede billeder af et givent felt" (2006, s. 47).

Hypotesen for nærværende analyse er, at akkulturationsteorien beriger diskussionen om mødet mellem teknologiforståelse og andre fagområder ved at tilbyde et vokabular, der peger på forskellige former for møder, der beror på forskellige holdninger og forventninger. Swedberg (2014) påpeger også en åbenlys faldgrube ved det metaforiske arbejde: At man kan tage fejl – eller så at sige, at den logik man overfører fra en kilde til et nyt mål, fører til en forståelse af fænomenet, der ikke yder informantens udsagn og fænomenets udtryk retfærdighed og overser elementære ting. Specifikt for akkulturationsteorien er der også den faldgrube, at dens begreber – særligt separation, assimilering og marginalisering – er behæftet med normative og negative konnotationer, fordi de kan være udtryk for en disrepekt. Hvad angår Swedbergs (2014) kritik, vil vi gennem analysen vise, at selvom akkulturationsteorien unægteligt vil skære dele ud af analysen, vil de dele, den fremhæver, stå som et relevant bidrag til forskningen. Ift. teoriens normative konnotationer vælger vi at betragte dette som en styrke, da netop det, at den genererer holdninger, er udtryk for, at begrebsættelsen er forståelig og meningsfuld, og derfor kan danne

udgangspunkt for nuancerede diskussioner om på hvilke præmisser og *hvordan* teknologiforståelse skal ind i fag i skolen og i fagområder på læreruddannelsen.

## Analyse

Analysen er bygget op omkring de tre forskellige tilgange til mødet mellem fagområderne, som det er udtrykt hos undervisere fra dansk og PL. I hver analyse demonstrerer vi variationen i holdninger og forventninger, i læreruddannelsens forestillede møde med en endnu ikke defineret faglighed, på tværs og særskilt for hvert fagområde (dansk eller PL) samt, hvilken aftapning af teknologiforståelsesfagligheden de forholder sig til – hvad end det er en individuel fortolkning af fagligheden, eller som den er udtrykt gennem forsøgsfagets fire kompetenceområder (Undervisningsministeriet, 2019).

### **Faglig separation**

Den faglige separation som analytisk perspektiv dækker over en faglig forståelse af teknologiforståelse hos underviserne, som anerkender teknologiforståelse som en særegen faglighed. Denne faglighed opleves dog ikke som relevant for deres egen faglighed, og anskues derfor som noget, der bør udskilles fra deres eget fagområde. Med afsæt i underviserens egne eksisterende fagligheder – dansk og PL – bliver teknologiforståelsesfagligheden oplevet som noget, der havde sin berettigelse, så længe det ikke skulle være en del af deres egen eksisterende faglighed. Nogle undervisere afviser, at områder af teknologiforståelsesfagligheden kan kobles til deres fag, mens andre er afvisende for hele området. Da en underviser bliver spurgt ind til sammenhænge, hvor vedkommende er stødt på teknologiforståelse, svarer underviseren ved at placere teknologiforståelse i et ingeniørdomæne frem for et muligt danskfagligt område: ”Ikke et begreb jeg har sat mig ind i. Det er for ingeniøragtigt” (dansk-underviser).

Når separationstilgangen er interessant i relation til teknologiforståelse er det særligt i forhold til integration af denne nye faglighed ind i eksisterende fagligheder. Hvis ikke undervisere ønsker at indgå i et fagligt udviklingsarbejde eller kompetenceudviklingsforløb omhandlende faglige koblinger mellem deres egen faglighed og teknologiforståelsesfagligheden, rummer det store grundlæggende udfordringer for kompetenceudviklingsprojekter i teknologiforståelse.

### ***Territorial afgrænsning mellem programmering, CT og fagene***

Der er både undervisere fra dansk og PL, som er separerende over for de områder af teknologiforståelsesfagligheden, der handler om programmering og computationel tankegang (CT). Denne afvisning kan både bygge på en umiddelbar holdning eller et kendskab til og viden om, hvad CT er:

” Vores leder forsøgte virkelig at sælge teknologiforståelse som det nye sort. Jeg kan huske hvordan jeg selv var ekstremt skeptisk, fordi jeg kunne høre, at det var en masse med kodning. Jeg skulle ligesom forestille mig, at kodning skulle blive en del af danskfaget, og det havde jeg sindssygt svært ved at forestille mig.  
(Dansk-underviser)

En underviser, som normalt underviser i dansk og har erfaring med teknologiforståelse i dansk, udtaler sig mere præcist om programmering og CT:

” Jeg ved godt, at CT er grundlæggende om, at en computer kan gøre det, vi vil have den til. Men måske det ikke er i dansk. Det er et rent ordre-sprog, det er ikke andet end imperativer, det er “gør det, gør det”. Der er ikke noget med at interessere sig for interaktionen med et andet menneske.  
(Dansk-underviser)

Underviseren ser CT som noget, der er separat fra dansk, og baserer ikke kun sit udsagn på en holdning, men vedkommende er også vidende om, hvad CT er, og vurderer det stadig som irrelevant. Der er en begrundet forventning om, at CT i dansk er lig med implementering af et ”ordresprog”, og det er denne forventning om, hvad et møde mellem teknologiforståelsesfagligheden og dansk vil betyde, der gør, at underviseren slår over i en separationstilgang. Der er altså ikke tale om, at disse undervisere vurderer teknologiforståelse som irrelevant per se, men at de ser en klar territorial afgrænsning mellem deres eget fag og teknologiforståelsesfagligheden eller de specifikke dele af den, der handler om programmering, og som de fortolker som et “ikke-menneskeligt” indholdsområde.

### ***Stoftrængsel i fagene som argument***

Et gennemgående argument i separationstilgangen er idéen om, at eksisterende indhold inden for underviserens egen faglighed må vige, for at skabe plads til teknologiforståelses-indhold. Da de fleste undervisere oplever en stor stoftrængsel i deres eksisterende fag,



bliver idéen om, at der skal fravælges noget af dette stof til fordel for teknologiforståelse, et godt argument for ikke at ønske kontakt med den nye faglighed. Der bliver således ikke arbejdet med idéen om, at elementer fra teknologiforståelsesfagligheden kan kvalificere eller løfte eksisterende fagligt indhold gennem integration:

” Det skubber andet af danksfaget ud. Det bliver læsning eller programmering. Der er stoftrængsel. Andet prioriteres mindre. Vi vil gerne det hele, så vi skal prioritere.  
(Dansk-underviser)

### ***Foranderligheden på det teknologiske område som argument***

Et andet argument i separationstilgangen er den accelererende teknologiske udvikling, og dermed følgende foranderlighed på området, som får undervisere til at se det som håbløst at bruge tid og ressourcer på at undervise i for eksempel programmering:

” Vi skal passe på med den eksplicite undervisning i teknologi. Men det giver god mening at lære vores studerende at skelne mellem at undervise i, med og om teknologi. Men vi skal passe på, hvordan vi bruger vores ressourcer, opmærksomhed og tid. Det at undervise for meget i det, især programmering, er jeg kritisk overfor, for det digitale område er så foranderligt. Det går så hurtigt inden for programmeringsområdet.  
(PL-underviser)

Separationstilgangen er altså karakteriseret ved en accept af teknologiforståelsesfaglighedens eksistensberettigelse, men dette ses kun muliggjort ved, at det udskilles som sit eget fag, som ikke skal ind i de eksisterende fagområder, da det hverken opleves som fagligt meningsfuldt, eller at der er plads til det. Som en underviser udtrykker det, vil en forceret integration føre til en stedmoderlig behandling i værtsfagene: ”Det er måske fint, det får et fag for sig selv, fordi jeg tænker i nogle andre fag, så er det sådan en stedmor. Det skal med bare for at være med, og det er ikke alle steder, det passer ind”. Derimod kan underviseren godt se ræson i, at faget får sin egen plads.

### **Faglig assimilation**

Den faglige assimilation finder sted, når undervisere udtrykker, at det, som teknologiforståelsesfagligheden bibringer, er noget, der allerede findes i faget. Således sker der en indlemmelse af det nye – teknologiforståelse – uden en forståelse for eller nysgerrighed på, hvordan den nye faglighed adskiller sig fra eller kan forny og udfordre dansk og PL som eksisterende fagområder. Det betyder altså, at når

teknologiforståelsesfaglighedens forskellige kompetenceområder assimileres i dansk og PL, er der tale om, at den må indordnes, underkastes og fortolkes med udgangspunkt i den måde, man allerede tænker og arbejder med teknologi på. Teknologiforståelse ses som en ny måde at sige noget på, som man allerede gør, eller har en tradition for at arbejde med: ”Det [teknologiforståelse] handler også om læremidler, og medie-literacy, som vi har beskæftiget os med. Men det er en anden måde at sige det på” (PL-underviser).

Der er tale om en hermeneutisk udfordring ift. at tydeliggøre, hvordan teknologiforståelsesfagligheden er radikalt anderledes end måden, dansk og PL allerede arbejder med teknologi på. Udfordringen består i, at underviserne trækker på deres forforståelse, når de skal fortolke teknologiforståelsesfagligheden, og derfor bliver udfordret på at forstå fagligheden på sine egne præmisser. De fortolker den på hhv. dansk og PL's præmisser. Der er altså ikke kun tale om, at det er belejligt at assimilere teknologiforståelsesfagligheden ind i sit fag, men at det kan være svært at se, hvori det nye og anderledes består, på en måde, der også er berigende.

I empirien er der eksempler på assimilering af indhold, der relaterer sig til alle de fire kompetenceområder i folkeskolens forsøgsfag. Der dog en variation i, *hvordan* de to fagområder assimilerer.

### **Assimilering af digital myndiggørelse og designprocesser i dansk**

Når det kommer til dansk, handler det særligt om, at teknologi forstås som a) multimodale medier og b) (ansigtsløs) kommunikation. Det betyder, at underviserne i høj grad identificerer sig med og kan se relationen til design og digital myndiggørelse. Her bliver design fortolket som et spørgsmål om at kommunikere et budskab i et digitalt medie, og myndiggørelse bliver spørgsmål om kompetencen til at kunne analysere og fortolke et digitalt medies budskab. Om sidstnævnte svarer en danskunderviser, efter at være blevet præsenteret for digital myndiggørelse, som det forstås i teknologiforståelsesfagligheden og spurgt til, hvad de tænker om det ift. dansk:

” Ja, det kalder vi jo læseundervisning. Det højeste niveau af læsekompetence er kritisk kompetence, der handler om at læse bag linjerne. Forestille sig tekstens intentionalitet, hvad vil den mig og er det godt for mig.  
(Dansk-underviser)

Der er på én og samme tid en anerkendelse og accept af det

myndiggørende aspekt, men det fortolkes også som identisk med det, underviseren her betegner som det højeste niveau af læsekompetence i dansk. Et andet eksempel på assimilation er, når designprocesserne i dansk forstås som *fremstilling*:

” [Fremstilling er] ikke kreativitet, hvor man skaber ”fordi man ikke kan lade være”, men at gå over til lave at noget, nogen kan bruge. Genre-faget er også at beskæftige sig med tekster fra den virkelige verden, hvor tekster hører til i en kontekst. Tankegangen er ikke fjern ift. at tænke tekstfremstilling som design.  
(Dansk-underviser)

### ***Assimilering af CT i dansk***

Selvom assimilationen af digital myndiggørelse og designprocesser er det, der er oftest forekommende i empirien, begrænser det sig ikke hertil. En enkelt underviser refererer også til genrepædagogikken som eksempel på, hvordan man i dansk allerede arbejder med algoritmer og computationel tankegang, og tager i samme ombæring afstand fra denne tankegang, da den ”ligger langt fra fagets hjerte”:

” Genrepædagogikken er et forsøg på at sige, at alle tekster har en algoritme indeni, og elevernes opgave er at dekonstruere teksterne helt ned til en bageopskrift, bruger meget passiv og imperativ form med punkter, og ting skifter navn, når det er behandlet efter bestemte processer. Så hedder det fx ’massen’ i stedet for før man blandede sammen. Det var på mode på et tidspunkt. Men det var langt fra fagets hjerte, for hvordan laver man en bageopskrift nogle gider at bage fra? Hvilken tegning skal der på? Det er mere humanistisk, og det er der tyngden ligger.  
(Dansk-underviser)

### ***PL-undervisere tænker i digitale læremidler***

Hvor teknologi i dansk overvejende forstås som multimodale medier og kommunikation, er tilfældet for PL, at underviserne tænker i digitale læremidler. Det kan både handle om læremidler, som de lærerstuderende bruger i undervisningen eller om undervisernes egne kompetencer og erfaringer med læremidler. Adspurgt om, hvordan vedkommende ser på egen teknologiforståelse, svarer en PL-underviser for eksempel:

” Jeg bruger teknologi ift. hvordan fungerer itslearning. Hvor er der opslag, hvor er eksamensplanerne, hvorfor passer de tider, der står i min kalender ikke med modulplanen. Der er en grundforståelse der. Der har jeg et formidlingsmæssigt ansvar.  
(PL-underviser)

### **Assimilering af designbegrebet i PL**

Tilsvarende sker der i PL en assimilering af design-begrebet, hvor det tilpasses og underordnes måden, det allerede figurerer på i PL – nemlig som *didaktisk* design af undervisningen:

” Det digitale design ligger lige til PL. Vi kan involvere eleverne i at være medproducerende ift. at designe undervisningsprocesser og læreprocesser via digitalt design. Det ligger lige til højrebenet, at vi tager det på os i PL.  
(PL-underviser)

Som citatet også viser, er assimileringen ikke i alle tilfælde lige entydig. Underviseren her udtrykker dels en forståelse for og nysgerrighed på, hvordan design tænkes i teknologiforståelsesfagligheden og er i sin fortolkning begrænset af ikke at kende nærmere til fagligheden og er nysgerrig på, hvordan design forstås på en måde, hvor det kan gå fra assimilation – dvs. designe på de præmisser, design traditionelt forstås i PL – til integration, hvor designtilgange fra teknologiforståelsesfagligheden danner udgangspunkt for udvikling af digitalt forankrede forløb med en høj grad af elevinddragelse.

### **Faglig integration**

Den faglige integration som analytisk perspektiv dækker over, at forståelse af teknologi bliver ”et fælles tredje” mellem underviserens eksisterende faglighed i dansk og PL og det nye fagområde i teknologiforståelse (se også Lihme, 1988). Den faglige integration ses således som en gensidig påvirkning. Snarere end at integrere to forskellige fagligheder i deres undervisning, ser underviserne en tredje faglighed (et møde mellem PL eller dansk og teknologiforståelsesfagligheden). Her udtrykker underviserne altså en høj grad af faglig integritet sammen med et ønske om åbne deres fag for forandringer og at forstå teknologiforståelsesfagligheden.

Integrationsperspektivet kommer i interviewene til udtryk som underviseres nysgerrighed på, forståelse for- og anerkendelse af teknologiforståelsesfagligheden som relevant, hvor de udtrykker interesse i, både hvordan teknologiforståelsesfagligheden kan berige og kaste nyt lys på deres faglighed, samt hvordan deres faglighed kan bidrage til at kaste nyt lys på teknologiforståelsesfagligheden. Det

interessante er åbenheden for, at noget helt tredje kan opstå. En PL-underviser fortæller om en case, som hun sammen med de studerende har opbygget. Casen handler om en ung (dansker), der gennem et forum på en digital platform ekstremiseres.

” Det var spændende, men jeg oplevede også, at vi kom til at mangle sprog for det. Jeg er da nysgerrig på, hvordan teknologiforståelse kan tilføje og supplere den teoriramme, som vi i PL kunne gribe casen med.  
(PL-underviser)

Ligesom en danskunderviser tager udgangspunkt i, hvordan det danskfaglige fænomen ”kommunikationskritisk kompetence” kan blive en ny helhed i mødet med teknologiforståelse: ”At være kritisk, at alt hvad man finder på nettet ikke er sandheden, kan måske fås gennem forståelsen af algoritmen bag” (dansk-underviser). I afsnittet fokuserer vi først på dansk og derefter på PL.

### ***Mødet mellem det kritisk-receptive og kreativt-skabende i dansk og teknologiforståelse***

Når der i empirien ses eksempler på, hvordan underviserne ser eller forestiller sig en gensidig påvirkning mellem danskfaget og teknologiforståelsesfagligheden til en ny helhed, så peges der på, dels hvordan man i danskfaget har tradition for både at arbejde kritisk-receptivt og kreativt-skabende. Et fokus på designprocesser af tekster og (kommunikative) produkter i iterative processer er ikke nyt i danskfaget. En danskunderviser peger på, hvordan arbejdet med grafik og layout i danskfaglige designprocesser, hvor fokus er på intentionen med teksten og interfacedesign på hjemmesider, kan bidrage til og påvirkes af teknologiforståelsesfaglighedens vægtning af design af digitale artefakter. Adspurgt om, hvad teknologiforståelse kunne lære af dansk, svarer underviseren:

” Fx grafik og layout. Hvordan styrer man læserens opmærksomhed med overskrifter, manchetter, bylines. Da hjemmesiden blev opfundet havde vi begreber for det, der var at se på. Dengang handlede det meget om æstetik. Men nu regnes romanen og novellen ikke nødvendigvis længere som ”finere”. Der er sket et skred i hierakierne. Æstetik som andet end ord, der rimer.  
(Dansk-underviser)

### ***Digital myndiggørelse og kommunikationskritisk kompetence i danskfaget***

Desuden peges i empirien på, hvordan danskfagets tradition for at arbejde med teksters intention kan påvirke og påvirkes af tankerne i teknologiforståelsesfagligheden om afkodning af digitale artefakters indbyggede intentionalitet: “Det kritiske i afsender/modtagerforholdet, ligger godt til danskfaget” (dansk-underviser).

Fremtrædende for udsagn, der udtrykker en tanke om integration mellem danskfaget og teknologiforståelsesfagligheden er, at det ligger indenfor danskfaglige fænomener, der knytter sig til new literacy-feltet, som (dels) refererer til de ”nye” literacykompetencer, som udviklingen i den digitale tekst-sprogkultur kalder på. En underviser peger for eksempel på, hvordan hun føler, at hun mangler en viden om algoritmer, som hun oplever vil kunne tilføre området omkring sociale medier i danskfaget nye dimensioner: “Hvis man skal have om sociale medier osv. så mangler jeg viden om algoritmer” (dansk-underviser).

### ***En yderligere udvidelse af tekstbegrebet i dansk***

Centralt i danskfaget står begrebet “tekst”. I empirien er der eksempler på, at undervisere ser en åbning mod et fælles tredje i forståelsen af, hvad en tekst kan være. En underviser peger på, hvordan teknologiforståelsesfagligheden kan tilbyde danskfaget en yderligere udvidelse af det eksisterende tekstbegreb, så det ikke blot er computerspillet som tekst, men også som digitalt artefakt, der analyseres: “[Det er] med til at udvide tekstbegrebet, eksempelvis et spil er også en danskfaglig tekst, og det kræver en forståelse af, hvordan spillet virker” (dansk-underviser). I forlængelse heraf peger en anden underviser på, hvordan der i en strukturanalyse af computerspil, som interaktive narrativer kan opstå et fælles tredje:

” Det lyder super spændende at arbejde med interaktive narrativer i spil. Jeg tager tit LoL eller WoW med i undervisningen. Der kan være forskellige personer med, man kan skabe sin egen figur. Der kan man lære noget af dansk ift. narrativet, fordi der er altid nogle gode og onde. GTA-agtigt er der altid én der vil dig noget ondt. Der kan man sagtens inddrage dansk-faglige begreber. Sjovt at se den sindssygt komplekse struktur bagved narrativet.  
(Dansk-underviser)

Ovenstående peger på, at når danskundervisere ser muligheder i at integrere den "nye" faglighed på en måde, som både skubber til den eksisterende faglighed og bevarer kernen i både danskfaget og teknologiforståelsesfagligheden, så er det fra udvalgte dele af den eksisterende danskfaglighed med fokus på det kommunikative og analytiske, ligesom det er fra særlige dele af teknologiforståelsesfagligheden, at der peges mod konturerne af en ny helhed af faglighed. Et sted, hvorfra der ses, at der kan opstå et "nyt tredje," er, når det kritisk-receptive arbejde med kommunikationskritisk kompetence i dansk påvirkes af det kritisk-receptive arbejde med digital myndiggørelse fra teknologiforståelsesfagligheden. Underviserne peger også på, at computationel tankegang og det at forstå algoritmer i arbejdet med både den kommunikationskritiske kompetence og analyse af sociale medier, kan føre til noget andet og mere end delene hver for sig.

### ***Teknologiforståelse som en af Klafkis epokale nøgleproblemer i PL***

Når det kommer til PL-området, er variationen i integrationstilgange ikke så omfangsrig som for dansk. Imidlertid tegner der sig nogle tendenser blandt de eksempler, der er. For det første tolker flere fagets legitimitet med reference til et didaktisk grundbegreb, Wolfgang Klafkis epokale nøgleproblemer, og kan se en direkte relation mellem dette og folkeskolens forsøgsfags formål om digital myndiggørelse: "Det minder om Klafkis epokale nøgleproblemer. Det at forstå hvad teknologien gør ved os, og de muligheder det åbner. Forståelsen af det samfund, som vi forbereder til" (PL-underviser).

Umiddelbart kunne der være tale om en assimilationstilgang, hvor teknologiforståelse forstås udelukkende med PL's etablerede vokabular. Men samme underviser følger op med, at med teknologiforståelses kreativt-konstruerende dimension udvides formålet fra at *forberede* til at *forbedre* samfundet via digitale teknologier:

” Vi skal ikke bare forberede til samfundet. Vi skal også forbedre samfundet. Vi skal også forbedre. Teknologi spiller en ufattelig stor rolle som kulturteknik. Man er lost, hvis man blokerer for teknologi.  
(PL-underviser)

### ***En mulighed for, at computationel tankegang kan udvikle PL***

Selvom underviserne umiddelbart ser det største potentiale for faglig integration i den kritiske og myndiggørende del af teknologiforståelsesfagligheden, begrænser integrationstilgangen sig ikke

hertil. Hvor analysen pegede på, at særligt de dele, der handler om computationel tankegang og programmering afstedkommer en separationstilgang, er der også PL-undervisere, der ser et integrationspotentiale her. En underviser taler om de studerendes observationer og analyser af interaktioner i klasserummet, og ser en mulighed for at computationel tankegang kan bruges til at udvikle PL:

” Der er nogle analyseformer, fx med at tage tid. Der er jo uendelige muligheder for bruge teknologien til at lave nye måder at observere på, fastholde, måle m.v. Det kan sagtens udvikles, tænker jeg.  
(PL-underviser)

Eksemplet tydeliggør, at der ikke er noget principielt, der gør det umuligt at integrere teknologiforståelsesfagligheden – eller bestemte dele heraf – ind i PL og dansk, men at dette samtidig fordrer en gensidig nysgerrighed på og åbenhed overfor at lade noget tredje opstå: nemlig nye former for faglige forståelser og faglige tilgange til teknologier, der er skabt i en vekselvirkning mellem de eksisterende fag og teknologiforståelse som nyt fagområde. Altså reelt nye teknologiforståelser. En integrationstænkning vil således også fordrer, at teknologiforståelse som selvstændigt og tværgående fagområde netop er åbent og tilpasningsdygtigt i mødet med eksisterende fag.

## Diskussion

I den forgangne analyse har vi præsenteret tre tilgange til det forestillede møde mellem en endnu ikke defineret faglighed, teknologiforståelse, og læreruddannelsens grund- og undervisningsfag, PL og dansk: separation, assimilation og integration. Disse udgør på forskellig vis, og med forskellige typer af argumenter og faktorer forbundet til de tre forholdemåder, de fagkulturelle forudsætninger for det faglige møde. I den følgende diskussion vil vi adressere spørgsmålet om, hvilke konsekvenser hver af de tre tilgange har for måden, teknologiforståelse kan finde vej ind i læreruddannelsen, og ikke mindst hvad det fordrer af teknologiforståelse som faglighed.

For at adressere det sidstnævnte først, er det tydeligt i analysen, at der er en stor variation i fortolkningen af, hvad der forstås ved teknologiforståelse. Hvor nogle identificerer det med og derved reducerer det til programmering, er andre bekendt med de fire kompetenceområder fra folkeskolens forsøgsfag. Nogle udvider begrebet til også



at vedrøre digital dannelse, digitale læremidler, didaktisk design og multimodale tekster. Der er altså både tale om en reduktion af fagligheden ift. forsøgsfaget, en nogenlunde identisk forståelse og nogle, der udvider fagligheden. På baggrund af analysen vil vi argumentere for, at en varig, dyb og sammenhængende kompetenceudvikling, i forlængelse af projektet 'Kompetenceløft for teknologiforståelse på Læreruddannelsens' præmis omkring mødet mellem henholdsvis dansk, PL og teknologiforståelse, må ske gennem integration, hvor begge fagområder tilpasser sig i mødet med hinanden. Alternativet er hhv. assimilation og separation, hvor udfaldet vil være som følger, hvis vi tager analysens logik for pålydende.

Ved *separation* mellem teknologiforståelse og læreruddannelsens grund- og undervisningsfag udskilles teknologiforståelse som et selvstændigt område, der i tid og sted er forskudt fra de andre fag. Den praktiske konsekvens vil være, at teknologiforståelse bliver en afgrænset fagkultur, hvor identiteten også udvikles ved at markere, hvordan man er i kontrast til de øvrige fag – her er kodning og programmering nævnt som særligt stærke faglige kulturmarkører set fra et udefrakommende perspektiv i dansk og PL. Dialog og udvikling i samspil med de øvrige fagområder er ingen forudsætning for faglighedens eksistens i et separationsperspektiv. Her gives teknologiforståelse altså sin selvstændige plads med et (nyt) folk, der identificerer sig hermed, hvilket også gør det nemmere at definere fagets indhold fra læreruddannelses-eksterne positioner, som for eksempel repræsentanter for basisfaglighederne datalogi og design. Der vil med høj sandsynlighed kunne sikres en høj fidelitet mellem den intenderede og den realiserede faglighed. Faldgruben herved er, at teknologiforståelse ikke bliver integreret, og derved beriger de andre fagkulturer, samtidig med, at de dele af teknologiforståelse, hvor der er direkte faglige overlap med øvrige fag – for eksempel myndiggørelse og design – får en smallere forankring uden om de eksisterende fag – mens de eksisterende fag samtidig risikerer at opretholde en datalogisk orienteret opfattelse af teknologiforståelse som primært et fag om programmering, som er så fjernt fra egen faglighed, at det, som analysen viser, kalder på territorial afgrænsning

Ved *assimilation* vil den praktiske konsekvens være en marginal ændring af den eksisterende praksis – højst en ny ordlyd – hvor for eksempel fagbeskrivelser kan justeres let, så de for dansk for eksempel indeholder "multimodale tekster og digitale produkter" eller "elevens socialisering i digitale kontekster" i PL. Der vil være tale om en fortolkning af teknologiforståelse, hvor den, som analysen viste eksempler på med assimilering af digital myndiggørelse, designprocesser og CT i dansk, samt fokus på digitale læremidler og assimilering af design-

begrebet i PL, gøres identisk med den måde, teknologi allerede er et element i fagområderne. På den måde vil teknologiforståelse ube-  
sværet blive indlemmet i fagene i den udstrækning, undervisere  
oplever det som meningsfuldt. Men i selvsamme proces vil teknologi-  
forståelse også miste dele af det, der er nyt og giver det karakteren af  
at være en selvstændig faglighed med eget indhold, identitet og praksis  
– og dermed udvande fagligheden. Der vil med en assimilationstilgang  
til mødet mellem teknologiforståelse og grund- og undervisningsfag  
med al sandsynlighed være lav fidelitet mellem den intenderede og  
den realiserede faglighed, da teknologiforståelsen bliver taget ind på  
de præmisser, der gælder i eksisterende fag, og den egentlige tanke  
med teknologiforståelsesfagligheden tabes potentielt som konsekvens  
deraf.

Det er en pointe i analysen, at assimilation og separation for  
mange er de mest intuitive måder at tænke mødet mellem fagområd-  
erne på. Imidlertid har vi i analysen også peget på *integrationsper-  
spektivet* som en tredje måde, hvorpå værts- og gæstefaglighed kan  
mødes. Herved opstår der et "fælles tredje" om at udvikle nye faglige  
forståelser og handlemåder i forhold til digitale teknologier i mødet  
mellem de eksisterende fag (den ene) og teknologiforståelse som nyt  
fagområde (den anden). Imidlertid fordrer dette også, at teknologifor-  
ståelse som indholdsområde må være tilpasningsdygtigt og indforstået  
med, at den måde, det er formuleret på aktuelt, må være genstand for  
udvikling og påvirkning af de perspektiver, nye værtsfag kaster på dem  
og de spørgsmål, de stiller til det. Tilsvarende oplever flere informan-  
ter i værtsfagene, at deres genstandsområder påvirkes af den digitale  
teknologi, som fordrer, at de udvikler et sprog til at forstå udviklingen,  
og som de forventer teknologiforståelse kan tilbyde dem. I et integra-  
tionsperspektiv giver det kun mening at diskutere fidelitet i forhold  
til de overordnede faglige formål for enten teknologiforståelse, eksis-  
terende fag eller endda skolens dannelsesopgave – og ikke i forhold til  
faglighedens begrebsmæssige eller teoretiske afgrænsning (Century &  
Cassata, 2016).

## Konklusion

Vi har i denne artikel bidraget til udviklingen af et nuanceret voka-  
bular, der kan bruges i diskussionen om, hvordan teknologiforståelse  
relaterer sig til øvrige fag. Vi har gennem den empiriske analyse  
vist, at den metaforiske brug af begreber fra akkulturationsteorien  
– separation, assimilation og integration – er relevante at inddrage,

da alle perspektiver på og tilgange til fagmødet er til stede blandt repræsentanter på læreruddannelsens undervisnings- og grundfag, eksemplificeret ved dansk og PL. Vi har i diskussionen afledt, hvilke faglige konsekvenser en udmøntning af hver af de tre tilgange vil have, og argumenteret for, at integration er den vej, der vil sikre en dyb, bæredygtig forankring af teknologiforståelse i øvrige fagområder, men at dette samtidig fordrer en dynamisk, åben og tillidsfuld relation mellem de to kulturer. For afslutningsvist at parafrasere John Berry, er forudsætningerne for integration en lav grad af fordomme, positive holdninger og forventninger til hinanden samt en følelse af gensidig identifikation. Vores empiriske materiale kan karakteriseres som læreruddanneres forestillede møde med en endnu ikke defineret faglighed forud for et kompetenceudviklingsforløb. Det er oplagt for videre forskning at undersøge, hvad der sker, når fordomme og forventninger til fagmødet så sker i virkeligheden, ligesom det er oplagt videre at undersøge, hvordan disse faktorer kultiveres og identificeres gennem møder om fællesfaglige tematikker for teknologiforståelse og øvrige fag.

### Taksigelser

Vi vil gerne takke følgende undervisere og forskere for at bistå med dataindsamling i projektet: Rikke Osbahr Ebsen, Andreas Mikael Fonfara, Lise Dissing Møller, Rasmus Fink Lorentzen og Ditte Vejby Schou.

## Referencer

- Andersen**, B. L., Andersen, L. B., Ebsen, R. O., Fonfara, A. M., Hjorth, M., Jepsen, K. N., Lorentzen, R. F., Madsen, P. H., Møller, L. D., Nielsen, L., Prætorius, J. L., Petersen, N. A. I., Rehder, M. M. & Schou, D. V. (2021). *National undersøgelse af grundlag for udviklingslaboratorier som metode til fag- og kompetenceudvikling i teknologiforståelse som led i dansk og PL på Læreruddannelsen* [Projektnotat]. <https://www.ucviden.dk/da/publications/national-unders%C3%B8gelse-af-grundlag-for-udviklingslaboratorier-som->
- Berry**, J. W. (2003). Conceptual approaches to acculturation. I: K. M. Chun, P. Balls Organista, & G. Marin (red.), *Acculturation: Advances in theory, measurement, and applied research*. American Psychological Association.
- Century**, J. & Cassata, A. (2016). Implementation research: Finding common ground on what, how, why, where, and who. *Review of Research in Education*, 40(1), 169-215.

- Charmaz, K.** (2014). *Constructing grounded theory* (2. udgave). Sage.
- Clarke, A. E.** (2005). *Situational analysis: Grounded theory after the postmodern turn*. Sage Publications.
- Hansen, J. J.** (2012). Fagdidaktiske diskurser: Fagdidaktik som videnskab, som politisk diskurs og som praksisvejledning. *Cursiv*, 9, 225-234.
- Hjorth, M., Smith, R. C., Loi, D., Iversen, O. S. & Christensen, K. S.** (2016). Educating the Reflective Educator: Design Processes and Digital Fabrication for the Classroom. *FabLearn '16*. ACM.
- Hjorth, M., Christensen, K. C., Iversen, O. S. & Smith, R. C.** (2017). *Digital Technology and design processes II: Follow-up report on FabLab@ School survey among Danish youth*. Aarhus University.
- Hjorth, M.** (2019). *The K-12 Maker Studio: Towards Teaching and Development of Design Literacy in Educational Maker Settings*. Aarhus University.
- Iversen, O. S., Smith, R. C., Blikstein, P., Katterfeldt, E.-S. & Read, J. C.** (2016). Digital fabrication in education: Expanding the research towards design and reflective practices. *International Journal of Child-Computer Interaction*.
- Kanstrup, K. H., Wagner, M.-L., van Mechelen, M., Iversen, O. S. & Dindler, C.** (2021). *Scaling Digital Design Literacy in K-9 education Through the Fellowship Program*. FabLearn/MakeEd conference.
- Ketelhut, D. J., Mills, K., Hestness, E., Cabrera, L., Plane, J. & McGinnis, J. R.** (2020). Teacher change following a professional development experience in integrating computational thinking into elementary science. *Journal of science education and technology*, 29(1), 174-188.
- Katterfeldt, E.-S., Dittert, N. & Schelhowe, H.** (2015). Designing digital fabrication learning environments for Bildung: Implications from ten years of physical computing workshops. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 3-10.
- Kvale, S.** (2006). *Interviews: An Introduction to Qualitative Research Interviewing*. Sage Publications.
- Lihme, B.** (1988). *Socialpædagogik for børn og unge – Et debatoplæg med særlig henblik på døgninstitutionen*. SOCPOL.
- Menekse, M.** (2015). Computer science teacher professional development in the United States: A review of studies published between 2004 and 2014. *Computer Science Education*, 25(4), 325-350.
- Papert, S.** (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Rehder, M. M., Møller, T. E., Hjorth, M., Fibiger, J., Hansbøl, M., Jensen, J. J., Kornholt, B., Laier, B., Dissing Møller, L. & Schrøder, V.** (2019). *Teknologiforståelse og digital dannelse: Undervisningsvejledning til et nyt modul på læreruddannelsen*. Københavns Professionshøjskole. [https://www.ucviden.dk/portal/files/66740239/Teknologiforst\\_else\\_og\\_digital\\_dannelse\\_undervisningsvejledning\\_til\\_et\\_nyt\\_modul\\_p\\_l\\_reruddannelsen\\_2019.pdf](https://www.ucviden.dk/portal/files/66740239/Teknologiforst_else_og_digital_dannelse_undervisningsvejledning_til_et_nyt_modul_p_l_reruddannelsen_2019.pdf)
- Smith, R. C., Iversen, O. S. & Hjorth, M.** (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20-28.

- Smith, R. C., Iversen, O. S. & Veerasawmy, R. (2018).** Impediments to digital fabrication in education: A study of teachers' role in digital fabrication. I: Information Resources Management Association (Red.), *Information and Technology Literacy: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (s. 301-319). IGI Global.
- Staunæs, D. & Søndergaard, D. M. (2006).** Intersektionalitet – udsat for teoretisk justering. *Kvinder, køn & forskning*, 2-3, 43-56.
- Swedberg, R. (2014).** *The art of social theory*. Princeton University Press.
- Undervisningsministeriet. (2019).** *Læseplan for søgskolefaget teknologiforståelse*. Undervisningsministeriet. <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20L%C3%A6seplan.Tilg%C3%A6ngelig.%20Teknologiforst%C3%A5else.%20pdf.pdf>
- Van Mechelen, M., Wagner, M. L., Baykal, G. E., Smith, R. C. & Iversen, O. S. (2021).** Digital Design Literacy in K-9 Education: Experiences from Pioneer Teachers. Referat fra *Interaction Design and Children* (s. 32-42).
- Wagner, M.-L., Iversen, O. S. & Caspersen, M. E. (2020).** Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computational empowerment i den danske grundskole. *Unge Pædagoger*, 1, 6-14.
- Wing, J. M. (2006).** Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yadav, A., Good, J., Voogt, J. & Fisser, P. (2017).** Computational thinking as an emerging competence domain: I *Competence-based vocational and professional education* (s. 1051-1067). Springer.
- Yadav, A., Hambrusch, S., Korb, T. & Gretter, S. (2013).** *Professional development for CS teachers: A framework and its implementation*. Future directions in computing education summit.

# Abstract

---

Artiklen undersøger med udgangspunkt i 110 prototypeforløb fra Forsøg med teknologiforståelse i Folkeskolen, om der er udviklet en sammenhængende faglighed, og identificerer herunder sammenhænge og brudflader mellem fire kompetenceområder i teknologiforståelse som et selvstændigt fag og som integreret i eksisterende skolefag. Undersøgelsen baseres på systematiske optællinger af didaktiske kategorier, der er knyttet til de 110 forløb. Dokumentstudiets tre hovedkonklusioner er 1) at det er vanskeligt at skabe en ny faglighed i eksisterende fag, der er stærk nok til at udvikle et fagsprog og en integreret fagdidaktik, 2) at prototyperne har skabt grobund for sammenhænge mellem de fire kompetenceområder, men at udvælgelsen af indhold, som kan føre til almen dannelse, ikke er udviklet, 3) at det nye fag og faglighed ikke kan udpeges som et STEM-fag, men at der ses konjunkturerne af et multidisciplinært fag med naturvidenskabsfaglige, samfunds-faglige og humanistiske elementer, dog uden de centrale grundskolefaglige tilgange til især det computationelle fagområde.

Based on 110 prototypes from an experiment on developing a new subject: Technology Comprehension in Public School, this article examines the consistency of the subject and identifies continuities and discontinuities between four competence areas in the subject as independent and as integrated into existing school subjects. The study is based on systematic analysis using didactic categories. Three main findings are presented: 1) that it is difficult to create a new professionalism in existing subjects, strong enough to develop a professional language and an integrated subject didactics. 2) The prototypes have made ground for continuity between the four competence areas, but the selection of content leading to Bildung has not yet been developed. 3) The new subject cannot be characterized by a STEM approach, but more as a multidisciplinary subject, with natural science, social science and humanities intertwined, though with more disciplinary approaches to especially the computer sciences.

# Teknologiforståelse – en sammen- hængende faglighed?

En beskrivende analyse af 110 undervisningsforløb

## Indledning

Artiklen undersøger med udgangspunkt i det igangværende Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolen (BUVM 2018-2021), hvordan teknologiforståelse er omsat til prototyper for undervisning med afsæt i en række styredokumenter, der indbefatter Fælles mål, læseplan for faget og undervisningsvejledning. I forsøget er der udviklet det, der betegnes som en integreret faglighed for teknologiforståelse, som har afsæt i de fire kompetenceområder: 1) Digital myndiggørelse, 2) Digital design og designprocesser, 3) Teknologisk handleevne og 4) Computational tankegang.

De fire kompetenceområder udgør ifølge styredokumenterne en sammenhængende faglighed (UVM, 2019). Denne intenderede sammenhæng er fokus for vores undersøgelse af de fire kompetenceområder i de i alt 110 udviklede prototyper. Vi er interesseret i, hvilke sammenhænge og brudflader mellem de fire kompetenceområder der kan identificeres i både teknologiforståelse som et selvstændigt fag og som integreret i eksisterende skolefag. Vi definerer sammenhænge som det, at kompetenceområder er knyttet til hinanden og berører faget teknologiforståelse fra forskellige integrative vinkler. Et eksempel kan være et indholdselement i en prototype, hvorigennem eleven opnår digital myndiggørelse gennem arbejdet med digital design, fordi de to kompetenceområder i elementet netop er tænkt som sammenhængende og integrerede størrelser. En brudflade definerer vi, som når to kompetenceområder eksempelvis er forskudte eller måske ikke er koblet til hinanden. Et eksempel er, når vi finder indholdselementer i dansk, som for eksempel integrerer teknologisk handleevne med digital design og designprocesser, et kompetenceområde som faget ikke er tildelt. Det betyder, at der sker faglige forskydninger i forhold til det, som reelt var

Af Marie Falkesgaard Slot, Københavns Professionshøjskole,  
Roland Hachmann, UC Syd, Mikkel Hjorth, VIA University  
College, & Malte von Sehested, Københavns  
Professionshøjskole

hensigten med det at integrere en ny delfaglighed i fag.

Sammenhænge og brudflader skal her forstås som måder, hvorpå kompetenceområdernes formulerede faglighed(er) står i forhold til indholdet af prototyperne. Et fokus er her for eksempel, hvilke sammenhænge mellem styredokumenternes intenderede faglighed og prototyperne der kan spores. Vi anser en sådan undersøgelse af sammenhænge og brudflader som et centralt udgangspunkt for at tale om en *samlet* faglighed for teknologiforståelse.

Undersøgelsen bygger på følgende forskningsspørgsmål:

**Hvilke sammenhænge og brudflader er der mellem de fire kompetencer i den udviklede forsøgsfaglighed i teknologiforståelse som selvstændig faglighed og som integreret faglighed i eksisterende fag, og hvordan kan denne viden bidrage til den videre udvikling af fagdidaktik for teknologiforståelse?**



### **En sammenhængende faglighed set gennem fire kompetenceområder**

Udmøntningen af forsøgsfagligheden teknologiforståelse kan ifølge Wagner, Iversen og Caspersen (2020) ses som kobling mellem participatory design (Ehn, 1988) og computational thinking (Wing, 2006). Dermed kan man hævde, at teknologiforståelse er en særlig dansk opfindelse. Der er således heller ikke en eksisterende forskningstradition inden for teknologiforståelse. Med udgangspunkt i tankerne om participatory design og børns kreative processer med digitale teknologier og med inspiration fra Seymour Papert (1980) har der i de senere år været en strømning inden for Child-Computer Interaction (Iversen, Smith, Blikstein, Katterfeldt & Read, 2015), som har fokus på børns designprocesser med digitale teknologier (se for eksempel Katterfeldt, Dittert & Schelhowe, 2015; Smith et al., 2015; Bekker, Bakker, Douma, Van Der Poel & Scheltenaar, 2015; 2016; Christensen et al., 2016; Hjorth, 2019; Christensen, 2019). Computational thinking har også rødder tilbage til Seymour Papert, der omtalte computational thinking som det at bruge programmering: “as an extension of our mind – to experience and understand the world, to manipulate the world, and to create things that matter to us” (Papert, 1980, s. 8). I dag refereres der dog ofte til Jeanette Wings definition fra 2006, hvor fokus er på at kunne (om)formulere



problemer på en måde, så det giver mening at anvende en computer til at løse dem (Wing, 2006). Wings definition er altså langt mere problem- og målrettet end Paperts, som først og fremmest handlede om, hvordan computational thinking kunne ses som en erkendelses- og udtryksform (Papert, 1980). Mens der findes forskningslitteratur om computational thinking og elevers digitale designprocesser, findes der endnu ikke empirisk forskning, der ser på koblingen mellem disse to forskningstraditioner og slet ikke forskning, der ser på den specielle samtænkning af computational thinking, teknologisk handleevne, digitale designprocesser og digital myndiggørelse, som det findes i forsøgsfagligheden teknologiforståelse.

I denne artikel undersøger vi de i forsøget udviklede prototyper, der har karakter af at være undervisningsforløb. Prototyperne er udviklet af 36 fagudviklere med udgangspunkt i styredokumenterne og er i perioden 2018-2021 blevet afprøvet på 46 folkeskoler i Danmark. I 2018/2019 blev fagligheden afprøvet i 1., 4. og 7. klasse, i 2019/2020 blev den afprøvet i 1., 2., 4., 5., 7. og 8. klasse, mens alle klassetrin fra 1. til 9. deltog i projektet i 2020/2021. Prototyperne blev udviklet løbende under forsøget, så eksempelvis prototyper til 3., 6. og 9. klasse først blev udviklet og afprøvet i 2020/21. 23 af skolerne afprøvede teknologiforståelse som et selvstændigt fag i henholdsvis indskoling, mellemtrin eller udskoling, mens de andre 23 skoler afprøvede teknologiforståelse som en integreret del af fagene fordelt således:

- Dansk og matematik (alle klassetrin)
- Natur/teknologi og billedkunst (indskoling)
- Natur/teknologi, håndværk og design samt tværfaglige forløb (mellemtrin)
- Fysik/kemi og samfundsfag (udskolingen)

Fælles Mål, læseplan og undervisningsvejledning for forsøgsfagligheden er udarbejdet gennem et samarbejde mellem en rådgivende ekspertskrivegruppe og Børne- og Undervisningsministeriet. I læseplanen lægges vægt på, at "Teknologiforståelse forener humanistiske, kreative og datalogiske fagfelter..." (BUVM, 2018), og de fire kompetenceområder beskrives som sammenhængende. Det skal dog bemærkes, at der i de fag, hvor teknologiforståelse afprøves som elementer i fagene, kun er nogle af kompetenceområderne, der er medtaget.

## Det fællesfaglige indhold: Elevens teknologibrug i et digitaliseret samfund

Forsøgets to dele som selvstændig faglighed og som integreret faglighed i eksisterende fag antages at have et fællesfagligt indhold. Et fællesfagligt indhold kan ses som en faglighed, hvor flere fagligheder skal spille sammen. Teknologiforståelse er således sammensat af flere fagligheder herunder datalogi, informatik og designfaglighed (Iversen, Dindler & Smith, 2019). Samtidigt indeholder læseplanen for teknologiforståelse “en konstruktiv-kreativ og en kritisk-analytisk tilgang til digital teknologi, som er vigtig i elevernes hverdag” (BUVM, 2018, s. 6). For at undersøge hvad dette nærmere har betydet i projektet, anvender vi Frede V. Nielsens model for fagdidaktiske grundpositioner, hvor både referencen til basisfag og elevens livsverden er central (Nielsen, 1998, s. 31). Frede V. Nielsen beskriver fagdidaktik som et relationsfelt mellem fag og pædagogik og pointerer, at fagdidaktik beskæftiger sig med undervisningens indhold eller “potentielle indhold”. Vi er inspirerede af det, som Nielsen kalder for en *integrativ præget faglig-pædagogisk tænkning* (Nielsen, 1998, s. 34). Det vil sige, at faglighed i et givent fag må forstås bredt, fordi fagligheden er funderet i almene værdispørgsmål om menneskesyn, samfundssyn med videre. Vi er altså optaget af de faglige, integrative muligheder, som betyder, at forløbene kan ses som kommunikation om faglighed eller ligefrem forhandlinger om, hvad faget skal være inden for rammerne af de fire kompetenceområder. Fagdidaktik er dermed et metabegreb, som både fastholder fagenes forskellige didaktiske positioner, men også indregner, at alle fag har en slags fællesfaglighed, som potentielt kan udvikle en fagdidaktik i teknologiforståelse.

For at undersøge hvori den faglige tyngde består, tager vi afsæt i fire didaktiske grundpositioner for undervisning: 1) basisfagsdidaktik, 2) etnodidaktik, 3) udfordringsdidaktik og 4) eksistensdidaktik på grundpositioner set ud fra spørgsmålet, om der findes overordnede kriterier for indholdsudvælgelse. De fire positioner giver en retning for udvælgelse af indhold og komplementerer hinanden, idet de afdækker forskellige synsvinkler, som vedrører essentielt indhold i den almene dannelse (Nielsen, 1998, s. 50). For eksempel kunne et etnodidaktisk indholdskriterie være, at elevens nære omverden skal inddrages, hvorfor det giver mening at designe “klassens ur” med henblik på at placere et indhold i elevens hverdag. Når 7. kl. derimod skal finde en løsning på klimaproblematikken med afsæt i verdensmål nr. 7, er der tale om et udfordringsdidaktisk indhold. Men som vi skrev, udelukker de didaktiske positioner ikke hinanden: Når elever i et forløb om vand med afsæt i deres egne kommunikative vaner og mønstre skal opstille

en mere generel problemstilling omkring, hvordan de kan være med til at løse samfundsmæssige problemstillinger, er der tale om forskellige didaktiske grundpositioner, der komplementerer hinanden.

### **Undersøgelserdesign**

Når vi ønsker at undersøge, hvordan teknologiforståelse bliver omsat til en ny faglighed, finder vi det oplagt at tage afsæt i de udviklede prototyper. Vi anser disse prototyper som udtryk for den intendede faglighed, der danner baggrund for skolernes arbejde med teknologiforståelse. Eftersom prototyper er undersøgelsens hovedkilde, er der tale om et dokumentstudie. Selvom et dokument-studie ikke giver indblik i, hvordan fagligheden har udfoldet sig i skolens praksis, får vi ny relevant viden om forsøgsfagligheden og herunder et overblik over det samlede faglige udgangspunkt, der er udviklet i forsøget. For at identificere sammenhænge og brudflader for de fire kompetenceområder har vi udviklet en højstruktureret kodestruktur, hvor hvert kompetenceområde er blevet kodet i relation til bestemte kategorier.

Undersøgelsen er opbygget med afsæt i optællinger af en række elementer i prototyperne, som vi fortolker og udpeger som henholdsvis sammenhænge og brudflader i udviklingen af fagligheden. Fremgangsmåde med de mange optællinger (hver prototype er kodet med 43 sub-koder) har betydet, at vi kan udpege særlige opmærksomhedspunkter, der træder i forgrunden i forhold til sammenhænge og brudflader mellem den formulerede faglighed og elementer, vi ser i prototyperne. I denne artikel har vi ladet resultater, som kobler sig til digital design og designprocesser og digital myndiggørelse træde i forgrunden, mens vi lader de to andre kompetenceområder fylde mindre.

I kompetenceområdet *digital design og designprocesser* har vi koblet fire kategorier: Benyttede designmodeller, tilegnelseshandlinger, kontinuitet i designprocessen og samarbejdsformer. Når der skal arbejdes med design, må man antage, at eleverne ikke kun er involveret i receptive eller trænende handlinger, men også, eller måske ligefrem, først og fremmest i konstruerende tilegnelseshandlinger. Kompetenceområdet *digital myndiggørelse* har vi koblet til elevens arbejde med vurdering af digital design. Når elever skal arbejde med digital myndiggørelse gennem teknologi og digital fabrikation undersøger vi, om det skal foregå via digital fabrikation og undersøgelse af teknologi med henvisning til kategorier, der peger på, om der for eksempel er valgt et almindende teknologifagligt indhold. Vi har altså været interesseret i, om det er lykket at vælge både almindende og teknologifaglig relevante indholdstilgange, og derfor har vi kodet ud fra Nielsens fire didaktiske grundpositioner (Nielsen, 1998, s. 35) i forhold til denne del.

I kompetenceområdet *teknologisk handleevne* har vores kodekategorier dannet afsæt for identificeringer af, hvordan kodning, programmering, refleksion og vurdering indgår i forløbene. Dette er gjort for at afdække sammenhænge mellem konstruerende, kreative og skabende aktiviteter baseret på den designfaglige metode og konkret teknologianvendelse. Fagets implicite fokus på komplekse problemstillinger har vi rammesat bredt: Både som ”kompleks teknologisk problemstilling” og som ”teknologisk fænomen”. Dette er gjort for at indfange de forløb, der har teknologisk handleevne indlejret, og hvor for eksempel videns- og færdighedsområdet programmering har været inddraget som integreret faglighed i eksisterende fag.

Kompetenceområdet *computational tænkning* har afsæt i datalogiske metoder og processer og repræsentation af viden gennem teknologi. Vi har her kodet for, om elever skal arbejde med teknologiske læreprocesser, digital fabrikation eller teknologisk fantasifuldhed med fokus på enten naturvidenskabelige, humanistiske eller samfundsmæssige problemstillinger.

### **Kodningsproces**

Efter en fase med prøvekodning og finjustering af kodestrukturen foretaget af fire forskere er alle forløb blevet kodet af en ekspertkoder, som har haft en særlig rolle i udviklingen af forsøgsfagligheden. For at sikre ekspertkoderens arbejde har vi dobbeltkodet (Tinsley & Weiss, 2000) 12 prototyper (10 % af datamaterialet), hvor vi opnåede 83 % ensartethed. Efterfølgende har vi udarbejdet en frekvenstabel for samtlige kodede kategorier. Dette datamateriale gjorde det muligt at lave tendensanalyser og identificere mønstre for hvert kompetenceområde. Med henblik på undersøgelse af sammenhænge og brudflader har vi derudover analyseret på tværs af de fire kompetenceområder. Her har vi foretaget hypotesebaserede krydstabuleringer. For eksempel har vi krydset alle forløb med udfordringsdidaktisk position og elevens møde med *computational tænkning* gennem refleksion og vurdering af *teknologisk fænomen*. Hypotesen går her ud på, om *digital myndiggørelse* har en sammenhæng med *teknologisk handleevne*. På baggrund af dette dataarbejde har vi udarbejdet en beskrivende analyse af sammenhænge og brudflader mellem de fire kompetencer.

Vores arbejde indeholder en række begrænsninger. For det første har vi kodet alle forløb efter de samme koder, selvom alle fag ikke har

skullet løfte alle kompetenceområder<sup>1</sup>. Det betyder for eksempel, at et danskforløb godt kan indeholde teknologisk handleevne, selvom det ikke har været et mål for faget. Omvendt er det ikke sikkert, at et forløb i natur/teknologi indeholder teknologisk handleevne, selvom det burde i følge styredokumenterne. En anden begrænsning går ud på, at alle forløb tæller lige meget i vores frekvenstabeller, på trods af at der ikke er det samme antal forløb for hvert af fagene i analysen, ligesom fagene ikke har samme timetal i skolen. Desuden har vi ikke taget højde for, at styredokumenternes krav til integration af fagligheden er forskellige i henholdsvis den selvstændig faglighed og i den integrerede faglighed i eksisterende fag. En væsentlig pointe er, at når kompetencemålene er spredt ud over de syv fag som en integreret del, er det med henblik på, at de slutteligt og tilsammen dækker de samme mål som i teknologiforståelsesfagligheden som selvstændig faglighed.

## Analysen af 110 prototyper

I det følgende analyseres de 110 prototyper med afsæt i vores forskningsspørgsmål samt det ovenfor beskrevne undersøgelsesdesign og kodningsproces. Analyserne påbegyndes med en kort introduktion, hvor analysens fokus og nedslag synliggøres. Herefter følger selve analysen, der afsluttes med en opsamlende delkonklusion.

- 1 Som udgangspunkt er  $N=110$ ,  $N$  integreret faglighed= $70$ ,  $N$  tværfaglig= $4$ , og  $N$  selvstændig faglighed= $36$ . Tværfaglig og som integreret faglighed er slået sammen i beregningerne. Når et forløb udgår og altså ikke repræsenteres, for eksempel  $N=108$  i stedet for  $N=110$ , skyldes det, at kategorien ikke kunne identificeres og optræder som 0. Disse forløb tæller derfor ikke med i procentudregningen. I krydstabuleringerne er kun medregnet forløb, som er kodet for de undersøgte kategorier: Hvis et forløb for eksempel ikke kunne kodes i en kategori "Skal eleven lave konsekvensanalyse i forberedelsen af et design?" vil dette forløb ikke tælle med i  $N$ , når kategorien krydses med en anden kategori for eksempel "Er der et almindende teknologifagligt fænomen i forløbet?". Her er altså foretaget en enkeltvis gennemgang af de ikke-kodbare kategorier, således at en krydsning af for eksempel konsekvensanalyse med en subkategori med  $N=110$ , vil give  $N=108$ , men en krydsning af konsekvensanalyse med en subkategori med  $N=108$  kan give mellem  $N=106$  og  $N=108$ , alt efter om der er overlap i de ikke-kodbare kategorier.

## Digital design og designprocesser

I forhold til dette kompetenceområde ser vi her særligt på, hvordan forløbene inddrager designmodeller eller på anden vis inddrager en designfaglighed. Dette er særligt interessant i forhold til indikationer på, hvordan designfagligheden rammesætter planlægningen af de faglige forløb.

I de forløb, der beskæftiger sig med teknologiforståelse som en integreret del af eksisterende fag, blev designprocesmodellen anvendt i 73 af de 74 forløb, mens forløb rettet mod et selvstændigt fag anvendte modellen i 75 % af forløbene. Tilsvarende viser vores analyse, at andre designprocesmodeller blev inddraget i henholdsvis 3 % af forløbene rettet mod fagligheden som integreret del af fagene, mens dette gælder for 28 % af forløbene rettet mod teknologiforståelse som selvstændigt fag.

**Tabel 1.**

*Digital design og designprocesser.*

	Er designmodellen fra afprøvningsforsøget anvendt i forløbet?	Er der brugt andre designmodeller i forløbet?	Aktiveres elevernes forforståelse som indgang til forløbet?
N	110	110	110
I fag absolut	73	2	32
I fag %	98,65 %	2,70 %	43,24 %
Som fag absolut	27	10	15
Som fag %	75,00 %	27,78 %	41,67 %
Samlet absolut	100	12	47
Samlet %	90,91 %	10,91 %	43,73 %

For at komme tættere på, hvori forskellene mellem brugen af designmodeller består, har vi optalt, hvordan fordelingen er, når vi koder for flere typer af designmodeller. I vores tal viser det sig, at næsten 20 % af forløbene i teknologiforståelsesfagligheden som selvstændig faglighed slet ikke bruger en designmodel (og 22 % bruger

både forsøgets egen og mindst en anden samtidig). Her er altså tale om en brudflade, hvor der tilsyneladende har været et behov for udvikling af andre metodiske tilgange i forhold til kompetenceområdet i det selvstændige fag, ligesom der har været behov for at integrere andre modeller eller slet ikke arbejde efter en model.

### **Et skabende-kreativt, kritisk og analytisk læringsmiljø?**

I Tabel 2 opstilles tre typer af handlinger eller former for tilegnelser, som elever har skullet gøre eller forholde sig til. Vi har med kategorien været interesserede i at undersøge den pædagogiske og didaktiske ambition om at udvikle et elevcentreret læringsmiljø. Receptiv optræder, når eleverne hovedsageligt forventes at læse, se eller høre noget. Trænende tilegnelseshandlingskoder er anvendt for de handlinger, hvor elever skal finde et svar på opgaver, som har et facit. Konstruktive tilegnelseshandlinger er, når elevernes faglige arbejde indeholder skabende, undersøgende og eksperimenterende elementer.

**Tabel 2.**

*Digital design og designprocesser.*

	Receptiv Trænende	Trænende Konstruerende	Konstruerende Receptiv	Trænende Konstruerende Receptiv
N	110	110	110	110
I fag absolut	32	40	33	24
I fag %	43,24 %	54,05 %	44,59 %	32,43 %
Som fag absolut	12	16	12	6
Som fag %	33,33 %	44,44 %	33,33 %	16,67 %
Samlet absolut	44	56	45	30
Samlet %	40,00 %	50,91 %	40,91 %	27,27 %

Når vi krydser de forskellige tilegnelseshandlinger med hinanden, ser vi, at cirka halvdelen af alle forløb (51 %) indeholder både trænende og konstruerende aktiviteter. Mest interessant at bemærke er, at kun 17

% af forløbene som selvstændig faglighed indeholder alle tre tilgange mod 32 % i den integrerede faglighed. Igen ser vi altså med en enkelt afvigelse, at tallene følges ad, og at vi derfor også her kan tale om faglige elementer, der er nogenlunde lige mange af i begge faglige profiler.

### Designfaglighedens interne sammenhænge

I Tabel 3 vises resultaterne fra vores kodning af, om vi finder forløbsinterne, designfaglige sammenhænge.

**Tabel 3.**

*Digital design og designprocesser.*

	Elever skal arbejde med faglige loops og formidle undervejs, hvad de har lært	Elever skal formulere, hvilke valg af design de har taget undervejs i processen	Elever skal hjælpe hinanden med at fastholde en kreativ proces	Der er et tydeligt fokus på introspektion
N	109	109	108	109
I fag absolut	56	53	39	50
I fag %	75,68 %	71,62 %	52,70 %	67,57 %
Som fag absolut	30	27	24	22
Som fag %	83,33 %	75,00 %	66,67 %	61,11 %
Samlet absolut	86	80	63	72
Samlet %	78,18 %	72,73 %	57,27 %	65,45 %

Koden *faglige loops og formidling* indikerer, om forløbene indeholder gentagelser, hvor elever får mulighed for at arbejde med faglige elementer op til flere gange. I koden *eleven skal formulere hvilke valg, der er foretaget i processen*, interesserer vi os for, i hvilken grad den iterative proces er slået igennem som valg, eleven skal argumentere for, som for eksempel valg af teknologi. På samme måde er det med *introspektion*, som er en særlig tilgang til refleksionsprocesser, hvor elever skal lære at kvalificere de teknologiske produkter og processer ud fra ønsket om at planlægge nye iterationer i stedet for at evaluere og afslutte en arbejdsproces. Man kan godt argumentere for, at de



indikerer, at forløbene er planlagt med en form for designmæssig kerne. Dog indikerer de forholdsvis lavere tal for hjælp og fastholdelse i den kreative proces samt introspektion, at nye begreber og tilgange generelt i alle forløb udfolder sig langsomt. Det bemærkes, at ”faglige loop og formidling” ses i 78 % af forløbene, hvilket er den højeste score for implementeringen af et fagligt element. På samme måde har forløbene som integreret faglighed vurdering af design i 71 % af forløbene, mens det samme gælder for 75 % af forløbene i teknologiforståelse som selvstændigt fag. I begge fagprofiler er der tale om, at fastholdelse af elevers samarbejde i designprocessen har været lidt svagere, men dog stadig med et fagligt element i over halvdelen af alle forløb (57 %). Endelig kan der identificeres fokus på introspektion i 65 % af forløbene. Både det lidt lavere procenttal i forhold til samarbejde og i forhold til introspektion er interessante, men denne undersøgelse kan ikke forklare hvorfor. I det hele taget ser det ud til, at især introspektion ikke er slået så stærkt igennem. Igen kan det skyldes, at der er tale om et nyt fagligt begreb, som endnu ikke har fundet sin stabile plads i fagsproget. Vi har også undersøgt, hvor mange forløb, der indeholder både faglige loops og introspektion, fordi vi er interesseret i om designfagligheden har tyngde i en procesforståelse, det vil sige, fra start og til slut. Tallene her peger igen på en forsøgsfaglighed, der så at sige følges ad men med 57 % som integreret faglighed i eksisterende fag og 56 % som selvstændig faglighed, mens der er en større afvigelse, når vi undersøger sammenhænge mellem, om elever har skullet foretage valg og fravalg og samtidig skullet hjælpe hinanden undervejs (henholdsvis 49 % og 64 %). Her viser det sig, at det selvstændige fag igen har en højere score end den integrerede faglighed, og dermed indikerer en brudflade, som vi uddyber i diskussionsafsnittet.

### **Opsamling på digital design og designfaglighed**

Under kompetenceområdet digital design og designprocesser finder vi, at designfagligheden er slået igennem i prototyperne for begge faglige profiler og har fokus på det elevcentrerede og videnssituerede metodearbejde. Elevers forforståelse er inddraget i begyndelsen af knap 50 forløb, hvilket betyder, at vi ser en eksplicit tilgang til systematisering af elevens forståelse af et givent indhold eller fænomen. Knap 25 procent af alle forløb har inddraget både træning, receptive og konstruerende tilegnelseshandlinger. Når vi krydser koder, følges de to faglige profiler ad i op mod 50 % af alle forløb. Det gør de ved at veksle mellem de forskellige typer af kombinationer af tilegnelseshandlinger.

Yderligere træder samarbejdsformer frem som udslagsgivende i vores analyser. Vi har analyseret de 110 forløb ud fra kategorierne:

*Individuelt, Par, Større gruppe, Klassen og Kan ikke identificeres.* Der er elementer af individuelt elevarbejde i 32 % af forløbene. Samtidig er der elementer af pararbejde i 75 %, gruppearbejde i 81 % og elementer af klasseundervisning i 88 % af alle forløbene. I hvilken grad det typiske individuelle arbejde er afløst af gruppe- og klassearbejde, kan tallene ikke afdække, men vi ved fra lignende undersøgelser, at der i optællingen af undervisning er en stærk tendens til individuelt arbejde i for eksempel dansk og matematik. Det er derfor interessant, at samarbejdsformerne par og grupper scorer så højt i prototyperne (henholdsvis 75 % og 81 %).

I forhold til teknologiforståelse som integreret faglighed og som selvstændig faglighed ses også næsten identiske procenttal i forhold til den individuelle arbejdsform, nemlig henholdsvis 33 % og 31 %, hvorimod aktiviteter, hvor elever arbejder i større grupper, har størst afvigelse til hinanden på henholdsvis 75 % og 94 %. Dette indikerer, at der har været en ret stor konsensus i måden, hvorpå der er blevet planlagt i de to faglige profiler, og at særligt samarbejde er prioriteret frem for individuelle tilegnelsesprocesser.

### **Digital myndiggørelse**

I forhold til dette kompetenceområde ser vi her særligt på, hvordan forløbene rammesætter elevernes arbejde med faglige problemstillinger gennem designmetoder og teknologier, og hvordan didaktiske grundpositioner udfolder sig i forhold til kriterier for indholdsvalg.

**Tabel 4.**  
Digital myndiggørelse.

	Er der afprøvet almen-dannende teknologifagligt fænomen i forløbet?	Skal eleven lave konsekvensanalyse i forberedelsen af et design?	Skal elever gennem forløbet vurdere digital design i relation til myndiggørelse?
N	108	108	107
I fag absolut	48	24	24
I fag %	64,86 %	32,43 %	32,88 %
Som fag absolut	25	24	21
Som fag %	69,44 %	66,67 %	58,33 %
Samlet absolut	73	48	45
Samlet %	66,36 %	43,64 %	41,28 %

Alle forløb har skullet inddrage komplekse problemstillinger i relation til digital fabrikation dog med forskellig tyngde lagt i kompetenceområdet teknologisk handleevne. I kategorien om det almindelige, teknologifaglige fænomen længst til venstre har vi ønsket at undersøge, hvilke forløb der har teknologi som indholdskategori, men som ikke nødvendigvis har rammesat genstandsfeltet problembaseret. Markante er de lave tal i den integrerede faglighed, når det gælder om, at eleven gennem konsekvensanalyse (32 %) og vurdering af digital design kommer frem til en myndiggørende problemstilling (33 %) i forhold til den selvstændige faglighed, hvor det er henholdsvis 67 % og 58 %. Tallene peger på to forhold: For det første kan et forløb naturligvis godt have et teknologifagligt indhold, uden at eleven så at sige arbejder med myndiggørende problemstillinger gennem teknologi og vurdering af teknologi. Og for det andet følges de to faglige profiler her i mindre grad ad, hvilket kan forklares ud fra de forskellige rammebetingelser i forhold til de videns- og færdighedsmål, der skulle implementeres. Men måske er det ikke hele forklaringen: Når for eksempel konsekvensberegning kun slår igennem i hvert tredje af forløbene i fag, peger tallene på, at nye begreber og analytiske tilgange er svære for begge faglige profiler, men måske især vanskelig i de eksisterende fag. En anden nærliggende konklusion er dog, at sammenhænge mellem

digital myndiggørelse og teknologisk handleevne lykkes mindre godt i fagene, og at den egentlige brudflade måske er, at det er nemmere at starte med nye metoder i en ny faglighed, hvorimod det er vanskeligt at indarbejde for eksempel konsekvensanalyse i et danskfag, som ikke har analyse af målgrupper som aktuelt afsæt.

### **Didaktiske grundpositioner**

I opbygningen af en undervisningsfaglighed i teknologiforståelse, der ikke har en fagdidaktik at bygge på, bliver det afgørende, at fagets udøvere gennem fag og faglighed kan argumentere kvalificeret for indholdsudvælgelse.

**Tabel 5.**

*Digital myndiggørelse.*

	Basisfagsdidaktisk tilgang	Etnodidaktisk tilgang	Udfordringsdidaktisk tilgang	Eksistensdidaktisk tilgang
<b>N</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>
<b>I fag absolut</b>	<b>74</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>11</b>
<b>I fag %</b>	<b>100,00 %</b>	<b>33,78 %</b>	<b>50,00 %</b>	<b>14,86 %</b>
<b>Som fag absolut</b>	<b>31</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>1</b>
<b>Som fag %</b>	<b>86,11 %</b>	<b>38,89 %</b>	<b>69,44 %</b>	<b>2,78 %</b>
<b>Samlet absolut</b>	<b>105</b>	<b>39</b>	<b>62</b>	<b>12</b>
<b>Samlet %</b>	<b>95,45 %</b>	<b>35,45 %</b>	<b>56,36 %</b>	<b>10,91 %</b>

**Tabel 6.**

Digital myndiggørelse krydset med teknologisk handleevne.

	Almendannende teknologifagligt fænomen + udfordringsdidaktik	Elevvurdering af digital design i relation til myndiggørelse + udfordringsdidaktik	Almendannende teknologifagligt fænomen + konsekvensanalyse
Samlet absolut	48	34	38

Her kan vi se, at kriterierne for udvælgelse i den selvstændige faglighed har tyngde i den udfordringsdidaktiske tilgang med 69 %, det vil sige afsæt i et makrostrukturelt, samfundsrelaterbart indhold. I den integrerede faglighed er tallet 50 % for forløb, som har indholdsvalg, som går i retning af det samfundsrelaterede. Et andet signifikant pejlemærke i vores kodning er, at begge faglige profiler scorer højt i forhold til et basisfagdidaktisk udgangspunkt. I forhold til faget som en selvstændig faglighed må tallene ses som en indikation på, hvordan indholdsudvælgelsen tager afsæt i det, der forstås som den nye faglighed. Når tallene derfor er markante, skal de ses i lyset af, at der som afsæt for indholdet ligger et syn på, at eleverne skal tilegne sig de videnskabsdisciplinære metoder og begreber, der er indlejret i styringsdokumenterne. Modsat det etnodidaktiske, hvor afsættet er elevens nære livsverden, bliver indholdsudvælgelsen styret af videnskabsorienterede principper, der anser specifikke vidensområder som kvalificerende og dannende.

I de eksisterende fag forholder det sig anderledes, idet undervisningsfaget i for eksempel dansk eller billedkunst er afsæt for en basisfagsdidaktisk forståelse af et relevant indhold, som er defineret allerede i styredokumenterne og ekspliciteret ved, at der eksempelvis står, at delfagligheden er integreret i fagene. Derfor er det forventeligt, at indholdsvalg i fagene har taget afsæt i basisfagdidaktiske kriterier, som det også ses i samtlige forløb, og at det vil kræve en dybdegående faglig indholdsanalyse at nå frem til, hvilke konsekvenser det har for de enkelte fag. (Slot, Lorenzen & Hansen, 2021). Et andet interessant resultat er, at begge faglige profiler følger den samme procentdel, hvad angår den etnodidaktiske grundposition, som kendetegnes ved en optagethed af elevens hverdagskultur, og som dermed er mikrokulturel orienteret. Vi kan

ikke gå nærmere ind i, hvordan elevens subjektive interesser har dannet udgangspunkt for undervisning og designprocesser, men vi kan sammenligne med andre undersøgelser, hvor den etnodidaktiske position er vanskelig at få i fokus.

Der ligger et indbygget konfliktpotentiale mellem netop at vælge mellem det makroorienterede, udfordringsdidaktiske udgangspunkt og det elevnære, etnodidaktiske udgangspunkt. I 24 forløb har vi kodet for begge positioner, der indikerer, at selvom de fire positioner ikke udelukker hinanden, så er der en tendens til, at forløbene har tyngde i kun én fagdidaktisk grundposition. Der spores i tallene variation i de tre kategorier, som tilsammen danner en horisont for de tilgange, som fagligheden er udviklet på. Udfordringsdidaktikken er koblet til 62 forløb, hvilket svarer til 56 % i alt. Den eksistensdidaktiske grundposition udgør 14 % i den integrerede faglighed og 3 % i forløb tilknyttet den selvstændige faglighed. Det er altså nogle markant lave tal for begge faglige profiler, mens der er langt flere forløb, der tager afsæt i udfordringsdidaktikken.

### **Opsamling – Digital myndiggørelse**

I digital myndiggørelse ser vi samme tendens som i det foregående kompetenceområde, nemlig at de to faglige profiler følges ad, når det handler om at rammesætte en almindelig, teknologisk problemstilling. Der spores dog en markant forskel i forhold til, hvordan eleven skal komme frem til denne problemstilling. Her har det selvstændige fag et højt antal forløb, hvor elever skal vurdere teknologi som et led i en digitalt myndiggørende faglighed. Analysen indikerer, at det selvstændige fag i højere grad er lykkedes med at integrere nye analytiske tilgange til digital myndiggørelse. Samtidig peger tallene på, at et forløb godt kan have et teknologifagligt indhold, uden at eleven arbejder med myndiggørende problemstillinger gennem teknologi og vurdering af teknologi.

Særlig opsigtsvækkende er det, at næsten halvdelen af alle forløb både har den elevnære indholdsudvælgelse og den udfordringsdidaktiske tilgang som afsæt. Dette er et resultat, som peger på et potentiale i forhold til at udvikle og beskrive sammenhængende fagdidaktiske greb.

### **Teknologisk handleevne**

I den følgende analyse bevæger vi os fra komplekse problemstillinger som fænomen og til måder, hvorpå forløbene lægger op til elevernes arbejde med problemstillingerne gennem fagets indlejrede metoder og mestring af teknologier. Vi har derfor kodet for både teknologisk på

handleevne og for fænomener, der indkredser teknologisk handleevne på forskellig vis.

**Tabel 7.**

*Teknologisk handleevne.*

	Programmering og kodning af teknologi	Udtrykke computationelle tanker via sproglig udarbejdelse af en kompleks teknologisk problemstilling	Refleksion og vurdering af et teknologisk felt/fænomen som indkredser teknologisk handleevne
N	110	110	110
I fag absolut	46	15	27
I fag %	62,16 %	20,27 %	36,49 %
Som fag absolut	27	15	28
Som fag %	75,00 %	41,67 %	77,78 %
Samlet absolut	73	30	55
Samlet %	66,36 %	27,27 %	50,00 %

Vores kodninger indikerer, at begge faglige profiler integrerer programmering og kodning som et væsentligt aspekt i arbejdet med komplekse problemstillinger. 62 % af forløbene, der integrerer fagligheden i eksisterende fag, har programmering og kodning af teknologi som en del af indhold, og i det selvstændige fag udgør dette 75 %. I alt er programmering og kodning dermed indeholdt i 66 % af alle forløbene. Tallene kan ses som indikationer på, at programmering og kodning er blevet opfattet som en væsentlig del af fagligheden. Tallene viser en relativ høj forekomst af programmering og kodning i den integrerede faglighed (46 forløb). Når dette er særligt relevant at fremhæve her, er det fordi, der ikke ligger samme krav om at løfte programmering og kodning i de to faglige profiler. Samtidig er der indikationer på, at der i forløb inden for den selvstændige faglighed, hvor fokus er på teknologisk handleevne gennem programmering og kodning, er et relativt stort fokus på vurderinger af og refleksioner

over teknologiske fænomener (78 %), hvor det i den integrerede faglighed er 36 % af forløbene. Vores kodninger peger på, at det primært er i undervisningsforløbene til teknologiforståelse som et selvstændigt fag, at der er lagt op til en kobling mellem refleksion over teknologi og teknologisk indsigt. Datamaterialet peger desuden på, at 27 % kobler computationel tænkning til teknologisk handleevne og formuleringer af komplekse problemstillinger. I den integrerede faglighed kodes samlet set 15 forekomster svarende til 20 %, og i det selvstændige fag er det 14 forløb svarende til 42 %. Igen vil vi argumentere for en brudflade, som repeterer det, vi tidligere har set.

### **Opsamling – Teknologisk handleevne**

Både i de forløb, der henvender sig til teknologiforståelse som en del af eksisterende fag, og i de forløb, der er tiltænkt teknologiforståelse som et selvstændigt fag, er programmering en væsentlig del af hovedparten af forløbene (henholdsvis 62 % og 75 %). Når man derimod ser på koblingen mellem teknologisk handleevne og computationel tænkning, skabes denne kobling i 20 % af tilfældene i forløbene med integreret faglighed, mens det samme gør sig gældende for 41 % af forløbene til teknologiforståelse som selvstændigt fag. Tilsvarende opnås en kobling mellem teknologisk handleevne og refleksion over teknologi i henholdsvis 36 % og 78 % af forløbene. Det vil med andre ord sige, at der er en over dobbelt så stor andel af forløbene til teknologiforståelse som selvstændigt fag, hvor en større indsigt i teknologierne styrker refleksionen over disse teknologier, end det ses i den integrerede faglighed. Det dynamiske samspil mellem teknologisk handleevne og refleksion over teknologi er på mange måder et af de overordnede formål med faget. Der er i styredokumenterne lagt stor vægt på at tænke kompetenceområderne som integrerede, men det tyder på, at det har været svært at opnå et sådant samspil. Dette fund er derfor overordentligt væsentligt i forhold til prototypernes afspejling af det integrative samspil mellem kompetenceområder, og den vægtning af programmering, der synes at være særligt fremtrædende.

### **Computational tænkning**

I denne del af analysen har vi kodet for, hvorledes forløbene afspejler teknologiunderstøttede læreprocesser, samt hvorledes eleven gennem disse læreprocesser møder naturvidenskabelige, samfunds-faglige eller humanistiske problemstillinger. Der har i en række artikler været peget på, at fagligheden har en skævhed i retning af naturvidenskabelige forståelser, og derfor var det særligt interessant at undersøge, om man kunne se en sådan skævhed i forløbsbeskrivelserne (Nørgård, 2020; Paaskesen & Nørgård, 2016).



**Tabel 8.***Computational tankegang.*

	Elever skal arbejde med teknologiske læreprocesser	Elever skal lære at forstå naturvidenskabelige processer gennem teknologiforståelse	Eleven skal lære at forstå samfundsfaglige problemstillinger gennem digital fabrikation	Eleven skal lære at forstå humanistiske problemstillinger gennem teknologiske processer
N	110	109	109	110
I fag absolut	21	15	18	34
I fag %	28,38 %	20,27 %	24,32 %	45,95 %
Som fag absolut	32	1	8	20
Som fag %	88,89 %	2,78 %	22,22 %	55,56 %
Samlet absolut	53	16	26	54
Samlet %	48,18 %	14,55 %	23,64 %	49,09 %

Vores kodninger af forløbene viser, at der er en signifikant forskel på, i hvor høj grad teknologier er omdrejningspunktet for elevernes læreprocesser. I den selvstændige faglighed har vi kunnet kode for, at teknologien har en central rolle i 89 % af forløbene, hvorimod dette kun gør sig gældende i 28 % af forløbene, der integrerer fagligheden i eksisterende fag. Vores kodning viser ligeledes, at naturvidenskabsfaglige processer stort set kun er til stede i de forløb, der er direkte henvendt til teknologiforståelse som en del af henholdsvis natur/teknologi og fysik/kemi. Kun i 3 % af forløbene til teknologiforståelse som selvstændigt fag er der fokus på naturvidenskabelige processer, mens det samme gør sig gældende i 15 forløb, svarende til 20 % af forløbene, til teknologiforståelse som en integreret del af eksisterende fag. Af disse 15 forløb er 5 skrevet til teknologiforståelse som en del af de 6 forløb i fysik/kemi, 7 skrevet som en del af de 12 forløb i natur/teknologi, 2 skrevet som en del af de 4 tværfaglige forløb og 1 skrevet som en del af de 18 forløb i dansk. Samfundsfaglige problemstillinger er i fokus i henholdsvis 24 % (integreret faglighed) og 22 % (selvstændig faglighed) af forløbene, så det tyder på, at disse problemstillinger ikke i samme grad er bundet til det eksisterende fag, mens henholdsvis 46 % og 56 % af forløbene har fokus på forståelsen af humanistiske problemstillinger.

## **Opsamling – Computational tænkning**

Opsummerende var kompetenceområdet computationel tænkning koblet til den del af fagligheden, hvor elever skal arbejde med komplekse problemstillinger gennem teknologiske læreprocesser – eller gennem teknologi, som det også ofte er beskrevet. Grunden til den brede indholdsmæssige tyngde i humanistiske og samfundsmæssige problemstillinger kan vores undersøgelse af prototyper ikke afdække. Men det ser ud til at der er et interessant nyt felt mellem for eksempel den hyppige forekomst af forløb, som har samfundsfaglige og humanistiske problemstillinger i centrum, men som ikke samtidig også kan kodes for eksistensdidaktiske kriterier for valg af indhold. En nærmere undersøgelse af dette vil kunne afdække om det eksempelvis skyldes, at mange humanistiske problemstillinger i prototyperne har kritisk kommunikative kompetencer som omdrejningspunkt, men sjældnere for eksempel kunst, litteratur og sprog som fagligt genstandsfelt eller fænomen.

## **En sammenhængende faglighed?**

Artiklens ærinde har været at undersøge sammenhænge og brudflader i teknologiforståelse ud fra et perspektiv om, at grundidéen for faget er en sammenhængende faglighed. Med den opnåede indsigt fra undersøgelsen ønsker vi at bidrage til den igangværende og fortsatte udvikling af en fagdidaktik for teknologiforståelse. Ud fra vores kortlægning og analyser melder der sig ikke et entydigt svar på vores forskningsspørgsmål. På den ene side kan vi konkludere, at forsøgsfagligheden generelt fremstår sammenhængende, særligt i forhold til design og designprocesser samt digital myndiggørelse, men at der samtidig også er indikationer på, at der er brudflader, hvor der sker en nyfortolkning af fagligheden, og hvor der ikke på samme måde ses en kontinuerlig sammenhæng mellem kompetenceområderne.

### ***Designmodel: Metode eller didaktisk udgangspunkt?***

I kompetenceområdet digital design og designprocesser er der i høj grad gjort brug af den samme designmodel. I den integrerede faglighed viser tallene, at 92 % af forløbene integrerer denne model, mens tallet er lidt lavere i det selvstændige fag. En anden tendens er, at der på tværs af fag er arbejdet med elementer som for eksempel faglige loops og introspektion, som indikerer, at faserne i modellen er integreret i planlægningen af designfagligheden, og dermed fremstår den

konsistent og sammenhængende. Resultaterne peger desuden på, at elever på tværs af forløb arbejder trænende, receptivt og konstruerende, og at der er en ret høj grad af konstruerende tilegnelse-handlinger, som indikerer, at den elevcentrerede og kreativ-skabende tilgang har været en integreret del af kompetenceområdet. I forhold til samarbejdsformer er de faglige profiler også relativt ens.

De fagdidaktiske spørgsmål, der rejser sig i denne forbindelse, er: 1) om teknologiforståelse som faglighed har en iboende faglig metode, og 2) om denne metode egner sig som en didaktisk model for planlægning af undervisning. Designfagligheden er ny i alle fag og kræver et repertoire af planlægningskompetencer. Resultaterne peger på, at forsøgsfagligheden har udviklet en sammenhængende, men smal, metodisk tilgang gennem brugen af én bestemt model. Det er en overvejelse værd, om potentialet er en metodisk frisættelse af designfagligheden for at sikre en større metodisk pluralisme baseret på undervisningsfagernes faglige metoder som for eksempel andre typer af kunstneriske, æstetiske og praktiske tilgange. Designmodellen har skabt en ramme for sammenhæng og en relativ ensartethed i forhold til forløbenes opbygning. Nybrud i fortolkningen af fagligheden ses hovedsageligt i det selvstændige fag, og det ville derfor være interessant at forfølge for eksempel forløbsinterne sammenhænge med opfølgende casestudier, så det bliver mere konkret, hvordan faglige loops, valg, fravalg og introspektion er repræsenteret i forskellige forløb. Dette har vi ikke kunnet gøre her, men sådanne undersøgelser ville eventuelt kunne pege på, hvilke faglige og didaktiske bevæggrunde, der har medført nødvendigheden for en nyfortolkning af fagligheden og dermed yderligere en diskussion af designmodellens potentialer og begrænsninger for udfoldelsen af en sammenhængende faglighed.

### ***Teknologianalyser og fagets almendannende karakter***

I undervisningsvejledningen for den formulerede faglighed fremgår det, at formålet med teknologiforståelse er at danne eleverne til at deltage som aktive og kritiske borgere i et demokratisk samfund præget af stigende digitalisering. En særlig måde at tilgå denne dannelses-tækning er gennem teknologianalyser og konsekvensvurderinger, der er indlejret i kompetenceområdet digital myndiggørelse. Analyserne af kompetenceområdet peger på, at de to faglige profiler følges ad, når det gælder rammesætningen af en almendannende teknologisk problemstilling. Derimod har over dobbelt så mange forløb i det selvstændige fag konsekvensanalyse som en del af forberedelsen til designdelen, hvilket indikerer, at det i højere grad er lykkedes at koble teknologianalyse til det myndiggørende, faglige arbejde. Tallene peger

ydermere på, at et forløb godt kan have et teknologifagligt indhold, uden at eleven arbejder direkte med myndiggørende problemstillinger gennem teknologi og vurdering af teknologi. Et andet fremtrædende perspektiv er, at et stort antal forløb både har den elevnære indholdsudvælgelse og den udfordringsdidaktiske tilgang som afsæt. Ser man tidsmæssigt på tværs af de udviklede prototyper, kan der inden for det selvstændige fag ses et fald på det basisfagdidaktiske afsæt og en stigning på det etnodidaktiske og udfordringsdidaktiske udgangspunkt. I kompetenceområdet teknologisk handleevne ser vi en række brudflader. Som vi konkluderede, er det primært i undervisningsforløbene til teknologiforståelse som et selvstændigt fag, at der er lagt op til en kobling mellem refleksion over teknologi og teknologisk indsigt. Resultaterne peger her på en interessant brudflade i faglige tilgange til brug og forståelse af teknologi i det selvstændige fag og i eksisterende fag. Som vi har påvist, er alle forløb omvendt ikke lykkedes med at udvikle et indhold, der har teknologi som afsæt for digital myndiggørelse. Her er det centrale at koble det datalogiske med for eksempel det samfundsfaglige eller det humanistiske, og tilmed i de naturvidenskabelige fag ser vi brudflader, der handler om, at det er svært at integrere teknologiforståelsesfagligheden. I forløbene som selvstændigt fag er der en tendens til, at indholdet har en humanistisk tilgang, og at der i fremtidige udviklinger af de fagdidaktiske overvejelser nærmere skal være plads til at udvikle de fagdidaktiske elementer, der kan rumme den datalogiske og den humanistiske fagdidaktik. Som vi har påvist, er der også i teknologiforståelse som selvstændigt fag en meget tydelig vægtning i retning af, at forløbene beskæftiger sig mest med humanistiske problemstillinger, mens samfundsfaglige problemstillinger fylder mindre, og det naturvidenskabelige er stort set ikke-eksisterende. Når man ser på teknologiforståelse som en del af eksisterende fag, ændres dette billede, hvilket sandsynligvis skyldes, at forløbene jo netop har skullet indtænkes i disse fag. Her er samfundsfaglige problemstillinger overrepræsenteret, men ellers følger fordelingen nogenlunde den fordeling af fag, der er i projektet.

Ovenstående resultater er interessante, fordi de peger på et fagdidaktisk potentiale i forhold til at udvikle en dybdefaglighed, der har sammenhængende fagdidaktiske greb mellem elevens livsverden og omverden. Derudover er resultatet interessant, fordi det giver de første indikationer på, hvordan en omskabelse fra videnskabsdisciplinerne (datalogi, informatik og design) kræver en fagdidaktisk oversættelse til et fag i grundskolen, således at fagets dannelsesopgave er i overensstemmelse med skolens formål og didaktiske landskab.

### **Fagligheden er ikke lig STEM**

I den offentlige debat fremføres en kritik af og bekymring for, at teknologiforståelsesfaget har en vægtning af naturvidenskabelige metoder samt problemløsningsstrategier, og at det særligt fokuserer på problemstillinger inden for disse fagområder. Et hovedresultat i forhold til vores undersøgelse af kompetenceområdet computationel tænkning peger på, at de kodede forløb ikke har en skævvridning mod de naturvidenskabelige forståelser, der blandt andet findes inden for STEM-fagene, og tilsidesætter samfundsfaglige eller humanistiske processer eller problemstillinger. Vores kodning og analyser peger på, at naturvidenskabelige processer stort set kun er til stede i de forløb, der er direkte henvendt til teknologiforståelse som en del af henholdsvis natur/teknologi og fysik/kemi. Kun i 3 % af forløbene til teknologiforståelse som selvstændigt fag er der fokus på naturvidenskabelige processer, mens det samme gør sig gældende i 20% af forløbene til teknologiforståelse som en del af eksisterende fag. Af disse 20 % (svarende til 15 forløb) er de 14 skrevet til teknologiforståelse som en del af henholdsvis natur/teknologi, fysik/kemi eller tværfagligt, og kun 1 er skrevet til et humanistisk fag (dansk). Samfundsfaglige problemstillinger er i fokus i henholdsvis 24 % (i fag) og 22 % (som selvstændigt fag) af forløbene, så det tyder på, at disse problemstillinger ikke i samme grad er bundet til det eksisterende fag, mens henholdsvis 46 % og 56 % af forløbene har fokus på forståelsen af humanistiske problemstillinger. Vi kan derfor konkludere, at fagligheden i høj grad er præget af humanistiske problemstillinger og ikke har en tendens til at udvikle sig til et naturvidenskabeligt fag, men søger at skabe en integrering af forskellige fagligheder, der relateres til den problemstilling, eleverne præsenteres for.

### **Undersøgelsens fagdidaktiske implikationer for teknologiforståelsesfagligheden**

Vi har i artiklen konkluderet, at forsøgsfagligheden på nogle områder optræder som en sammenhængende faglighed, men også at der kan identificeres brudflader, hvor teknologiforståelsesfagligheden som selvstændig faglighed og som integreret faglighed i eksisterende fag trækker i forskellige retninger. Afslutningsvis vil vi i det følgende diskutere potentialer og udfordringer i forhold til de næste skridt i retning af at gentænke en dybdefaglig og integrativt præget fagdidaktik. En væsentlig fagdidaktisk opgave er at kvalificere kriterier for indholds- og stofudvælgelse. Som vi tidligere har påpeget, ses en tendens i udviklingen af prototyperne i forhold til at gøre valget af teknologifagligt indhold relaterbart til skolefagenes eksisterende indhold. En overvejelse er her, om det generelt er sværere at orkestrere en ny

faglighed, når der samtidig skal tages hensyn til de eksisterende fag, som teknologiforståelse skal introduceres i. I vores fortolkninger af analyserne synes det, at jo flere mål, der har været i spil på samme tid, jo mere utydelig bliver den teknologiforståelsesfaglige forankring, hvor teknologiforståelsesfagligheden udvikles i dybden. Her tænker vi helt konkret på, at der skal udvikles et fagsprog for datalogi og didaktik, som de eksisterende undervisningsfag ikke kun kan få inspiration af, men også kan genkende som en relevant grundskolefaglig position for teknologiforståelse. Resultaterne tyder desuden på, at de eksisterende fag har løftet nogle færdigheds- og vidensmål indenfor kompetenceområder, som de i udgangspunktet ikke havde ansvaret for. For eksempel skulle de humanistiske fag ikke løfte teknologisk handleevne. Dette er sket på trods, og analyserne peger dermed på den optagethed af at få en samlet faglighed til at fremstå som en mulighed i forløbene, som har spillet en rolle i forsøget.

Grundlæggende tyder resultaterne på, at teknologisk handleevne og computationel tænkning skal udvikles i fagene, så kompetenceområder fremstår relevante og fremtræder som en integrativ mulighed i undervisningsfagene. Dette er fremadrettet en sproglig øvelse, hvor fagene også selv inden for rammerne af forsøgsfagligheden skal udvikle svar på, hvilke områder i de fire kompetenceområder, der er kompatible med fagenes egen teknologiforståelse. Når for eksempel de humanistiske fag i fremtiden skal udvikle digital myndiggørelse, viser vores undersøgelse, at der er inspiration at hente i det indholdsvalg, som er foretaget i det selvstændige fag, hvor det humanistiske sigte generelt er koblet med datalogisk tænkning. Vi ser i den forbindelse, at den tilgang til faget, som understøttes af prototypeskabelonen, har været med til at give særlig vægt til de udarbejdede prototyper. Således bliver især brugen af designprocesser og designmodeller som omdrejningspunkt for forløbene tydelig og er til stede i stort set alle forløb. Computational tænkning og teknologisk handleevne har ikke på samme måde haft en fremtrædende plads i prototypeskabelonen, og dermed ses disse kompetenceområder heller ikke med en markant optræden i forløbene. Det er derfor værd at overveje de potentialer og begrænsninger, som prototypeskabelonerne har, og at overveje mere overordnet, om specifikke designmodeller skal danne det didaktiske afsæt for planlægningen af faglige forløb. Dette og en række andre af de dokumenterede sammenhænge og brudflader vil være centrale i fremtidige undersøgelser af forsøgsfagligheden, ligesom spørgsmålet om, hvad der på sigt skal til for at styrke en sammenhængende teknologiforståelsesfaglighed i skolens fag.

## Referencer

- Bekker, T., Bakker, S., Douma, I., Van Der Poel, J. & Scheltenaar, K.** (2015). Teaching children digital literacy through design-based learning with digital toolkits in schools. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 29-38.  
DOI:10.1016/j.ijcci.2015.12.001
- Bundsgaard, J., Buch, B. & Fougat, S. S.** (2017). De anvendte læremidlers danskfag belyst kvantitativt. I: J. Bremholm, J. Bundsgaard, S. Skov Fougat, & A. Karlsson Skyggebjerg (red.), *Læremidlernes danskfag* (s. 28-54). Aarhus Universitetsforlag. Didaktiske studier Bind 1.
- Børne- og Undervisningsministeriet** (2018). *Læseplan for forsøgsfaget teknologi-forståelse*. <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20L%C3%A6seplan.%20Tilg%C3%A6ngelig.%20Teknologiforst%C3%A5else.%20pdf.pdf>
- Christensen, K. S., Hjorth, M., Iversen, O. S. & Blikstein, P.** (2016). Towards a formal assessment of design literacy: Analyzing K-12 students' stance towards inquiry. *Design Studies*, 46, 125-151.
- Christensen, K. S.** (2019). *Digital design literacy in K-12 education* [ph.d.-afhandling, Aarhus Universitet]. AU Library Scholarly Publishing Services DOI:10.7146/aul.358
- Ehn, P.** (1988). *Work-oriented design of computer artifacts*. [ph.d.-afhandling, Arbetslivscentrum].
- Hjorth, M.** (2019). *The K-12 Maker Studio. Towards teaching and development of design literacy in educational maker settings*. [ph.d.-afhandling, Aarhus Universitet]. AU Library Scholarly Publishing Services. DOI:10.7146/aul.355
- Iversen, O. S., Smith, R. C., Blikstein, P., Katterfeldt, E.-S. & Read, J. C.** (2015). Digital fabrication in education: Expanding the research towards design and reflective practices. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 1-2.  
DOI:10.1016/j.ijcci.2016.01.001
- Iversen, O. S., Dindler, C. og Smith, R. C.** (2019). *En designtilgang til teknologi-forståelse*. Dafolo.
- Katterfeldt, E.-S., Dittert, N. & Schelhowe, H.** (2015). Designing digital fabrication learning environments for Bildung: Implications from ten years of physical computing workshops. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 3-10. DOI:10.1016/j.ijcci.2015.08.001
- Nielsen, F. V.** (1998). *Almen musikdidaktik*. Akademisk Forlag.
- Nørgård, R. T.** (2020). Teknologifantasi. *Kvan – et tidsskrift for læreruddannelsen og folkeskolen*, 40(117), 65-79.
- Paaskesen, R. B. & Nørgård, R. T.** (2016). Designtænkning som didaktisk metode: Læringsdesign for teknologisk forestillingskraft og handlekraft. *Læring og Medier*, (16), 1-30. <https://tidsskrift.dk/lom/article/view/24201/22040>
- Papert, S. A.** (1980). *Mindstorms – children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Slot, M. F., Lorenzen, R. F. & Hansen, T. I.** (2021). Anslag til en ny didaktik: Teknologiforståelse i dansk. *Learning Tech*, 10. Læremiddel.dk.

- Smith, R. C., Iversen, O. S. & Hjorth, M. (2015).** Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20-28.
- Tinsley, H. E. A. & Weiss, D. J. (2000).** Interrater reliability and agreement. I: H. E. A. Tinsley & S. D. Brown (red.), *Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling* (s. 95-124). Academic Press. DOI:10.1016/B978-012691360-6/50005-7
- Wagner, M. L., Iversen, O. S. & Caspersen, M. (2020).** Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computationel empowerment i den danske grundskole. *Unge Pædagoger*, 2020 (1).
- Wing, J. (2006).** Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.



# Abstract

---

I danske grundskoler ses en stigende udbredelse af læremidler, hvis formål er at fremme elevernes teknologiske og problemløsende kompetencer. Rammerne ændres dermed for undervisningen, og for lærerne fordrer det en teknologisk didaktisk forståelse, ligesom de i højere grad udøver facilitering frem for traditionel undervisning. Omdrejningspunktet for denne artikel er læremidlet Tekksperimentet, der skriver sig ind i teknologiforståelsens fagdidaktik og søger at understøtte uerfarne men nysgerrige lærere i arbejdet med teknologi. Artiklen gennemgår en række empiriske eksempler på brugen af læremidlet Tekksperimentet med henblik på at fremhæve didaktiske muligheder og udfordringer, der opstår, når læremidlet tages i anvendelse i undervisningen. Ud fra et lærerperspektiv beskrives det, hvad det kræves for at navigere som facilitator i klasserummet, samt hvordan undervisningens rammer og eleverne påvirkes og forandres med læremidlet. Det er vores håb, at artiklens fund vil fungere som et bidrag i overgangen, hvor teknologiforståelse går fra at være et politisk mål til en pædagogisk praksis.

In Danish primary schools, the prevalence of teaching aids intended to promote students' technological and problem-solving competencies is increasing. Consequently, teachers are required to gain a technological didactic understanding and take on the role as facilitators, as the framework for teaching is changing. The focal point in this article is "Tekksperimentet", a teaching aid related to the national trial of the new subject "Teknologiforståelse". The article reviews empirical examples of the use of Tekksperimentet identifying possibilities and challenges emerging as the teaching aid is applied in practice. From a teacher's perspective, the requirements to navigate as facilitator, and how the teaching framework and students' learning outcome is affected by the teaching aid is described. With this article, we aim to bring valuable insights to the table on teachers' role and position in the transition from "Teknologiforståelse" as a political goal to a pedagogical practice.

# Læremidlet som forandringsagent i klasserummet

– med udgangspunkt i det digitale læremiddel Tekspexperimentet

## Teknologiforståelse

I skoleregi har fagområder som ”Computational tankegang” og ”Digital design og designprocesser” fået større gennemslagskraft (Bocconi, Chiocciariello & Earp, 2018; Iversen, Dindler & Smith, 2019). De har blandt andre været en del af et treårigt teknologiforståelsesforsøg, der har haft til formål at fremme elevernes digitale kreative kompetencer og lære dem at foretage bevidste og kritiske valg i arbejdet med teknologi (EMU, 2020; Tekforsøget, 2018-2021). Læreren er helt central for, at eleverne opnår disse kompetencer (Loughran, 2010). Målet er, at eleverne på sigt kan deltage som aktive, kritiske og demokratiske borgere i et digitaliseret samfund. De nye fagområder fører mere eller mindre naturligt til nye tilgange til undervisning og læring, der kan få stor indvirkning på relationen og interaktionen mellem de tre nøgledimensioner: lærer, elev og det faglige indhold (Krogh, Qvortrup & Christensen, 2017, efter Künzli, 1998, s. 64; Rasmussen, 2008).

Spørgsmålene vedrørende digitale og teknologiske kompetencer i skoleregi er dog uforløste. Undervisnings- og uddannelsesområdet har ikke før været genstand for så stærkt et fokus på teknologi, som det er tilfældet i disse år, og der har således ikke tidligere været et samlet fokus på teknologisk dannelse i grundskolen (Nielsen & Sillasen, 2020). Betydningen af teknologisk dannelse og forståelse er væsentlig set i lyset af klimakrise, biodiversitetskrise med mere, hvor disse kompetencer er afgørende (Tala, 2013).

## Teknologi og læremidler i undervisningen

Forlag og nationale projekter søger at komme de nye tilgange til undervisning i møde, hvor teknologi har en central plads. Det gælder blandt andet i ”FabLab@school.dk”, hvor elever med fabrikationsteknologier lærer om og kobler designprocesser, fysisk byggeri, felt-

Af Cecilie Copeland Beksgaard, Teknologipagten, Lars Seidelin, Syddansk Universitet/Teknologipagten, Naja Lind, Lind Perspective, Casper Petersen, Teknologipagten, & Kåre Moberg, Fonden for Entreprenørskab

arbejde og refleksion (Blikstein, 2014). Et andet eksempel er projektet "Coding Class". Her står kodning centralt og fokuserer på elevernes arbejde med og teknologiske løsningsforslag på virkelighedsnære problemstillinger. Forlag som Alinea og Gyldendal tilbyder ligeledes løsninger via materialer til elever, der eksplicit arbejder med teknologiforståelse.

Læreren, der traditionelt set står for den didaktiske bearbejdning af indhold med henblik på planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisning, står tilbage med en undren over de nye begreber og fagområder (Børne- og Undervisningsministeriet, 2020, s. 6), der ikke nødvendigvis rimer på deres lærerfaglighed (Riise, 2020a). Lærere mangler generelt kompetencer til at integrere it i undervisningen (Wagner & Iversen, 2020), hvilket ikke er uproblematisk, når kodning, design eller digital fabrikation pludselig er gennemgående elementer. Ligeså blomstrer en ny læremiddelkultur, der indbefatter en anvendelse af gratis internetbaserede værktøjer og programmer, hvor værktøjerne ikke nødvendigvis er didaktiserede til undervisning, ligesom målgruppen ikke altid er tydelig (Gynther, 2010, s. 15). Når det gælder kodningsprogrammer, såsom "Scratch" og "makecode.org", er målgruppen børn, men i sig selv fungerer programmerne ikke som didaktiske læringsressourcer. Flere projekter, kommuner og "tekforsøget.dk" (officiel hjemmeside for forsøget med teknologiforståelse), har dog taget udfordringen op og integreret programmerne i læringsforløb og læremidler, der didaktiseres og tilpasses en undervisningskontekst. Dette gør sig ligeledes gældende for læremidlet "Teksperimentet", der er omdrejningspunktet for nærværende artikel. Teksperimentet er et læremiddel med undervisningsmateriale til grundskolelærere og mellemtrinselever, der lægger op til projektbaserede læreprocesser med teknologi. Teksperimentet er udviklet og finansieret af Teknologipagten<sup>1</sup>. Siden 2019 har det været etableret som læremiddel på hjemmesiden [www.teksperimentet.dk](http://www.teksperimentet.dk).

1 Teknologipagten er et ministerielt initiativ, der har til formål at styrke danskernes STEM-kompetencer (Science, Technology, Engineering og Mathematics). Teknologipagten arbejder overordnet for at flere skal interessere sig for STEM, uddanne sig inden for STEM og anvende STEM i job.

## Lærerenes rolle

Når eleverne arbejder med teknologi og processer, hvor de selv skal opfinde svar og løsninger, viser resultaterne fra teknologiforståelsesforsøgets evaluering, at de er udfordrede (Børne- og Undervisningsministeriet, 2020, s. 5). Det kalder på et behov for lærere, der kan understøtte dem fagligt og pædagogisk i deres proces. Når lærerne så ikke er i stand til at betjene en given teknologi, vokser en frustration over ikke at kunne yde eleverne bistand i teknisk øjemed (Smith, Iversen & Veerasawmy, 2016, s. 40). Derudover skal der mod og overskud til for at lave undervisning med nye typer af medier (Gynther, 2010, s. 30). Lærerne mangler således et didaktisk stillads at støtte sig til samt en frigørelse af tid til forberedelse (Riise, 2020b, s. 16). Men selvom didaktiserede forløb, der søger at udvikle elevernes digitale og problemløsende kompetencer, er tilgængelige, skal læringsituationen stadig rammesættes af læreren (Qvortrup & Wiberg, 2013).

Lærerenes rolle er således forandret og udfordret på grund af nye teknologier og tilgange til undervisning. På denne baggrund giver det mening at se nærmere på Tekspædagogikens forsøg på at understøtte lærere, der ikke har det store kendskab til teknologier i undervisningen – men har interesse for og lyst til at komme i gang. Ud fra et lærerperspektiv vil vi gå i dybden med følgende spørgsmål:

### Hovedspørgsmål:

Hvordan påvirker læremidlet, Tekspædagogik, lærerens rolle og undervisningens rammer?

### Underspørgsmål:

Hvad kræves det af læreren at forberede undervisning og navigere som facilitator, når Tekspædagogik tages i anvendelse i undervisningen?



Til at besvare spørgsmålene vil vi, med udgangspunkt i lærerens perspektiv, inddrage TPACK-modellen som analyseredskab (Mishra & Koehler, 2006). Modellen beskriver, hvordan en samtænkning af lærerens viden om teknologi, viden om pædagogik og faglige viden er afgørende i forhold til at skabe optimale læringsbetingelser for eleverne. Vores tese er, at et læremiddel nøje skal tænkes sammen

med lærerens kompetencer og viden om didaktik, indhold og teknologi, så undervisningsmiljøet har positiv indvirkning på læringsudbyttet for eleverne.

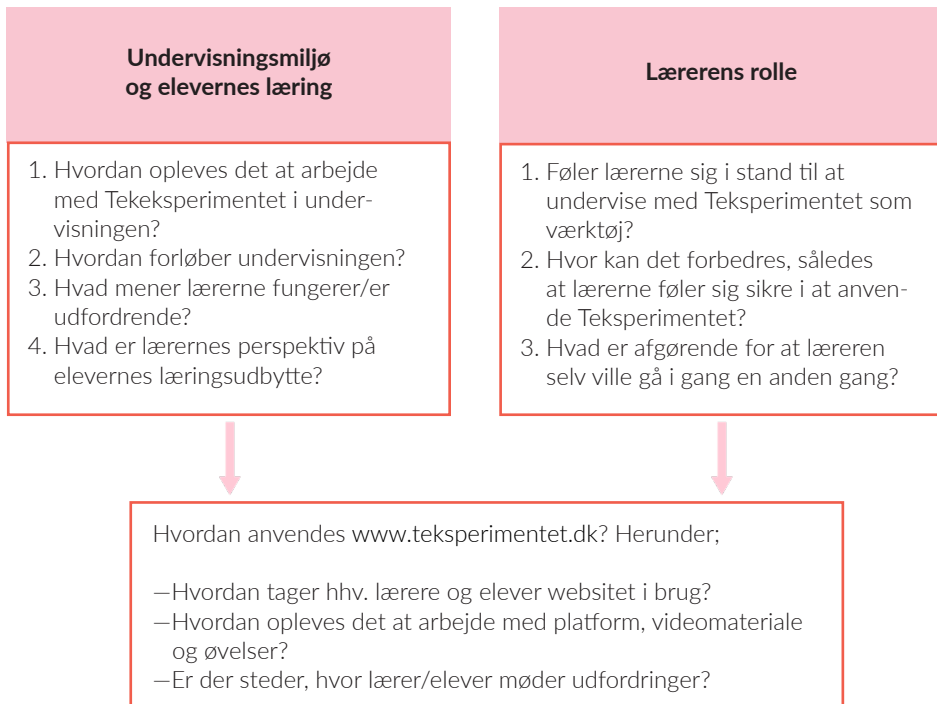
Studiet er baseret på data indsamlet i forbindelse med en evaluering foretaget af Tekspexperimentet som læremiddel i 2019. Evalueringen af Tekspexperimentet 2019 havde et bredt sigte på både det fagdidaktiske, undervisningsmiljøet og lærer-elev-roller i Tekspexperimentet. Dataene er i nærværende studie og artikel bearbejdet med henblik på at forholde sig til lærerens rolle og perspektiv på undervisningens ramme i forbindelse med evalueringen af Tekspexperimentet som læremiddel i 2019 (Teknologipagten, 2020). Studiet har til formål at:

- Udforske undervisningsmiljøet under Tekspexperimentets udfoldelse
- Undersøge lærernes oplevelse af Tekspexperimentet
- Undersøge lærernes oplevelse af deres egen rolle i Tekspexperimentet-forløbet (Figur 5)
- Undersøge lærer-elevroller i relation til brug af Tekspexperimentet

Figur 1 visualiserer fokusområderne og spørgsmålene i forbindelse med indsamlingen af data. Det er særligt fokusområder i højre blok, denne artikel beskæftiger sig med, men med overlap til de andre to. Til dataindsamling blev der anvendt en kvalitativ, antropologisk tilgang bestående af observationsstudier og interviews. I alt har 19 lærere og 158 elever deltaget i den kvalitative undersøgelse.

**Figur 1.**




Undersøgelsesspørgsmål udarbejdet i forbindelse med deltagerobservation i undervisningen med Tekspexperimentet.



I gennem artiklen vil tre cases med lærerne "Rikke", "Line" og "Søren" (se Figur 2) være gennemgående. Alle har brugt Tekspexperimentet med deres elever i skoleåret 2019-2020 og er inddraget for at skitsere en variation i anvendelsen. Lærerne har forskellig erfaring med teknologi og innovation i undervisningen og underviser, af den årsag, naturligt på forskellige måder med Tekspexperimentet.

**Figur 2.**

Rikke, Line og Søren er de tre gennemgående cases. Alle tre har været en del af Tekspérimentet i skoleåret 2019-2020.

<b>Rikke</b> 	<b>Line</b> 	<b>Søren</b> 
<p>Rikke er matematiklærer.</p> <p>Rikke har i efteråret 2019 gennemført Tekspérimentet med skolens 4. årgang – tre klasser i alt.</p> <p>Rikke koordinerer Tekspérimentet med klassernes matematik- og klasselærere.</p>	<p>Line underviser i matematik og idræt på mellemtrinnet.</p> <p>Line har i efteråret 2019 gennemført Tekspérimentet – først med 5. klasserne på skolen, som hun kender godt, og efterfølgende med 4. klasserne, som netop er rykket op på mellemtrinnet.</p>	<p>Søren er matematiklærer i indskoling.</p> <p>Søren har i efteråret 2019 gennemført Tekspérimentet på mellemtrinnet.</p> <p>Efter 2019 har Søren flere gange kørt Tekspérimentet for denne aldersgruppe.</p>

Rikke og Line repræsenterer en bredere gruppe af lærere, der fortæller, de er nysgerrige på teknologi men har lille eller ingen erfaring. Det er denne gruppe, Tekspérimentet søger at assistere med undervisningsforløb for nybegyndere (grønt forløb). Søren beskriver, at han i høj grad anvender teknologi i sin daglige undervisning og ofte arbejder problembaseret. Han repræsenterer en gruppe lærere, der er lidt længere end Rikke og Line, hvilket kan tilføre en anden vinkel på anvendelsen af Tekspérimentet. Rikke, Line og Søren er interviewet undervejs, ad flere omgange, i udfoldelsen af Tekspérimentet og er alle anonymiserede. Rikke og Line er desuden fulgt via skolebesøg, hvor vi har været til stede i undervisningslokalet og observeret, mens de har undervist med Tekspérimentet.

Endvidere inddrages eksempler på observationer og interviews med lærere fra andre skoler, der har undervist med Tekspérimentet og kan sammenlignes med de tre cases. Samlet gør de tre cases, interviews og observationer os i stand til at analysere lærerens faciliterende rolle og indvirkningen på undervisningens rammer og elevernes adfærd, når teknologi inddrages i arbejdet med læremidlet.

### **Fokus på Tekspexperimentet – over fagdidaktiske principper**

Tekspexperimentet er udviklet ud fra tværgående principper, der kobler forskellige læringsteoretiske og didaktiske positioner samt hovedsageligt, men ikke udelukkende, peger ind i håndværk og design, natur/teknologi, samfundsfag og matematik i grundskolen:

#### ***Holistisk tilgang til teknologiforståelse***

Med John Deweys optik in mente er samspillet med det omgivende samfund afgørende for at forstå og løse fremtidige samfundsmæssige problemstillinger (Brinkmann, 2006). Det har været afgørende i udviklingen af Tekspexperimentet, at elever kan se en sammenhæng mellem teknologi, det indhold, de møder i skolen, og den omkringliggende verden. Dette er søgt imødekommet med integrationen af missioner, eleverne arbejder på at løse – altså problematikker, vi som mennesker vil støde på i virkeligheden. I sit udgangspunkt har Tekspexperimentet et mål om at favne flere fag i skolen og lægge op til et sammenhængende projektforløb. Et forløb, hvor eleverne vil kunne lære om teknologi og bruge den som løsningsredskab ud fra et udvalgt problemfelt og/eller fag.

#### ***Undersøgelser og eksperimenter***

Handling og tænkning hænger ifølge Dewey uløseligt sammen, og en processuel tilegnelse af viden og erfaring sker gennem konkret udforskende handling, altså når vi ”gør” tænkning (Brinkmann, 2006). Læremidlet er udviklet ud fra, at elevernes arbejdsproces ikke skal følge en lineær sti og munde ud i ét facit. Det betyder, at eleverne skal kunne gå undersøgende og eksperimenterende til værks – såvel med teknologier som med materialer og løsning på missioner. Natur/teknologi og matematik er her fremtrædende fagligheder.

#### ***Eleven som producent***

Elevernes kreative og skabende arbejde har været centralt i udviklingen af Tekspexperimentet. Formålet har været at vække deres skabertrang og ejerskab i arbejdet med missioner og teknologi og ad den vej kunne skubbe til elevernes initiativ, handlelyst (Fougst & Lorentzen, 2016, s. 126) og visualiseringskompetencer. Håndværk og design er i dette princip tydeligt.

#### ***Flipped learning***

Tekspexperimentet har haft som vision at være en ressource, der kunne understøtte læreren. Videoformatet blev af den årsag inddraget, da det giver mulighed for en høj grad af elevcentreret undervisning, der kan involvere samarbejde og aktiv læring både med og uden teknologi (Hachmann & Holmboe, 2014).



### Teksperimentet.dk som omdrejningspunkt

På hjemmesiden kan lærere – og elever – tilgå videobårne undervisningsforløb i tre differentierede niveauer for at rumme så bred en elev- og lærergruppe som muligt. Grønt forløb er for brugere, der er nybegyndere inden for kodning, gult forløb er for let øvede, mens rødt forløb er tilpasset erfarne brugere. Dette betyder også, at nybegyndere over tid kan avancere. Videoerne er opbygget i en progression angivet med grøn, gul og rød, så brugerne i eget tempo kan lære teknologien at kende (se Figur 3).

**Figur 3.**

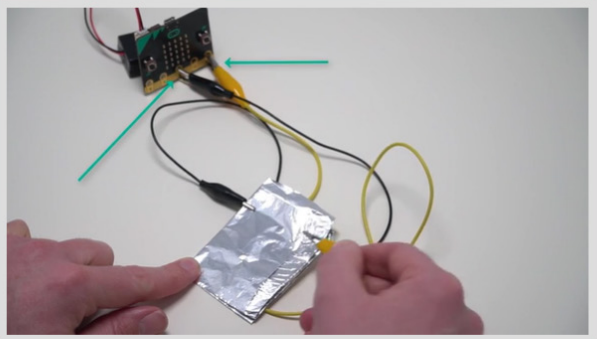
*Elevens indgang på [www.teksperimentet.dk](http://www.teksperimentet.dk), hvor niveau besluttet af lærer eller elev.*



På hjemmesiden findes en række videoer til ”Micro:bit” og Scratch, som kan tilgås i en progression. Eleverne arbejder selvstændigt i to hele skoledage á 6 timer. Her tilegner de sig en række teknologiske færdigheder, som de løbende sætter i spil via små kreative udfordringer (se Figur 4).

**Figur 4.**

Stjernerne i de blå cirkler angiver de udfordringer, eleverne støder på undervejs. I videoen illustreres det, hvordan eleven bliver ansporet til at komme i gang med arbejdet.



**12. Udfordring 2**

I videoen er jeres anden udfordring, hvor skal bruge de ting, I har lært.

I må først gå i gang, når jeres lærer har sagt til.

Indtil da kan I lære mere under 'ekstra tricks'-videoerne ved at klikke [HER](#)

1 2 3 4 5 \* 7 8 9 10 11 \* 13 14 15 \*

De resterende to dage rummer arbejde med innovation og virkelighedsnære og konkrete missioner. Missionerne er udformet som problemstillinger, som elever udvikler idéer og prototyper til. Til Tekspiret hører innovationsmodellen (se Figur 5) Idékredsløbet, der fokuserer på brugerinddragelse og idégenerering.

Figur 5.

Innovationsmodellen Idékredsløbet er her afbilledet med de faser, læreren fører eleverne igennem på dag 3. Til hver fase i Idékredsløbet findes en video, hvor en konkret opgave bliver stillet, for eksempel inden for "brainstorm".



### Teksperimentets samarbejdskommuner og udbredelse

Teksperimentet samarbejder med en række kommuner, hvor udvalgte lærere og kommunale projektledere deltager i opkvalificeringsaktiviteter samt får vejledning og økonomisk støtte til at gennemføre Tekspérimentets forløb. Siden lanceringen i 2019 har læremidlet været anvendt af mere end 150 lærere, der varetager 4. - 6. klassetrin i grundskolen, og som har en interesse for at integrere teknologi i deres undervisning. I 2019, som nærværende artikel tager udgangspunkt i, deltog 65 lærere i Tekspérimentet. Lærerne fordelte sig på 12 skoler i fire kommuner. Inden opstart af Tekspérimentet i

kommunerne blev 30 af lærerne inviteret til en to-dages workshop i anvendelsen af Tekspexperimentets forløb. På workshoppen blev Tekspexperimentets videobårne materiale og den didaktiske opbygning gennemgået, mens lærerne i et hands-on-format fik lov at prøve kræfter med de teknologier, Tekspexperimentet rummer.

## Metode

Løbende har vi fulgt gennemførelsen af Tekspexperimentet i 2019 via feltbesøg på skoler og observation af undervisningsforløb med Tekspexperimentet samt kvalitative interviews med lærere. Nedenfor beskrives dataindsamlingsmetode for de deltagende lærere.

### **Kvalitativ data: Et antropologisk, eksplorativt undersøgelsesdesign**

Vi har fulgt Tekspexperimentets udfoldelse i praksis på skolerne gennem en antropologisk, eksplorativ tilgang. Denne tilgang er kendetegnet ved at gå undersøgende og spørgende til værks og ved at tage udgangspunkt i ”den levede hverdag”. Det har været afgørende at komme helt ud i klasselokalerne, dér hvor Tekspexperimentet foregik i praksis, for at observere Tekspexperimentets udfoldelse, elevernes arbejde med Tekspexperimentet og for at kunne tale med lærerne om deres oplevelser og overvejelser undervejs.

Den kvalitative dataindsamling er foretaget ud fra et undersøgelsesdesign, hvor der dels har været fokus på elevernes modtagelse, oplevelse og anvendelse af Tekspexperimentet, dels på lærerens oplevelse og anvendelse af Tekspexperimentet som læremiddel. Herunder særligt hvordan lærerne har oplevet at skulle arbejde med teknologi og videobåret materiale, og hvad lærerne oplever, det kræver at facilitere Tekspexperimentet i klasserummet, og hvordan Tekspexperimentet påvirker og forandrer lærer-elev-relation og undervisningens rammer. Den kvalitative dataindsamling har bestået af deltagerobservation af Tekspexperimentet og interviews med lærere.

### **Deltagerobservation**

En af de primære metoder i antropologien er deltagerobservation, hvor deltagelse i menneskers hverdagsliv kombineres med observation og systematisk refleksion over det iagttagede. Deltagerobservation er en vekselvirkning mellem to strategier, hvor man fordyber sig i en specifik, lokal kontekst, og sideløbende hæver sig op og skaber analy-

tisk distance og systematisk refleksion (Spradley, 1980; Hammersley & Atkinson, 2007).

I denne undersøgelse er deltagerobservation foretaget på fire skoler blandt i alt 158 børn fra 4.-6. klassetrin og 13 lærere. Ved at gennemføre deltagerobservation og besøg på fire forskellige skoler har det været muligt at fordybe sig i de specifikke lokale udfoldelser af Tekspexperimentet, samtidig med vi har kunne gå komparativt og systematisk til værks. For hvert besøg har der været 1-2 observatører til stede, der har fulgt en hel skoledag fra kl. 8 til dagen sluttede. Observationerne er nedfældet som feltnoter, der efterfølgende er skrevet rene, sammenlignet og kodet ud fra udvalgte tematikker. Feltnoterne er suppleret med billeder, korte videoklip og -interviews med elever samt løbende uformelle samtaler med lærerne undervejs. Indsigter og observationer er valideret gennem interviews med lærere, der har gennemført Tekspexperimentet.

Der er foretaget deltagerobservation på skoler i Herning, Middelfart, Høje-Taastrup og Furesø Kommune. Observationerne blev foretaget på forskellige forløbsdage for at sikre, at flere elementer af Tekspexperimentet blev inkluderet i studiet. På selve observationsdagene blev der foretaget uformelle samtaler med lærerne om deres vurdering, bevæggrunde og motiver for at gennemføre og justere Tekspexperimentet undervejs. De uformelle samtaler gav et indblik i lærernes umiddelbare reaktioner og refleksioner ved anvendelsen af Tekspexperimentet og underbygger dermed studiets fokus på lærernes oplevelse. Dataene herfra er så vidt muligt sammenholdt med lærernes oplevelse af Tekspexperimentet og elevernes udbytte af forløbet for at bekræfte eller vise afvigelser fra lærernes oplevelser.

### **Kvalitative interviews**

Sideløbende med observationer blev der gennemført interviews med i alt 8 lærere (inkl. Rikke, Line og Søren) enten i form af interviews i forbindelse med et skolebesøg med lærere fra de observerede klasser eller som dybdeinterviews med lærere fra andre skoler om deres oplevelse af at gennemføre Tekspexperimentet. Interviewene tog udgangspunkt i oplevelsen af selve forløbet og dets udfoldelse og er således et udtryk for de erfaringer og overvejelser, lærerne har gjort sig om forløbet. Gennemførelsen af interviews med lærere på tværs af flere skoler har, ligesom observationerne på flere lokationer, muliggjort en systematisk og komparativ tilgang til empirien. Interviews tog afsæt i en semi-struktureret interviewguide, der søgte at afdække lærerens oplevelse og vurdering af Tekspexperimentet før, under og efter, at forløbet var afviklet. Guiden havde særligt fokus på lærerens oplevelse af at træde ind i rollen som facilitator af Tekspexperimentet og på, hvilken relation og dynamik Tekspexperimentet

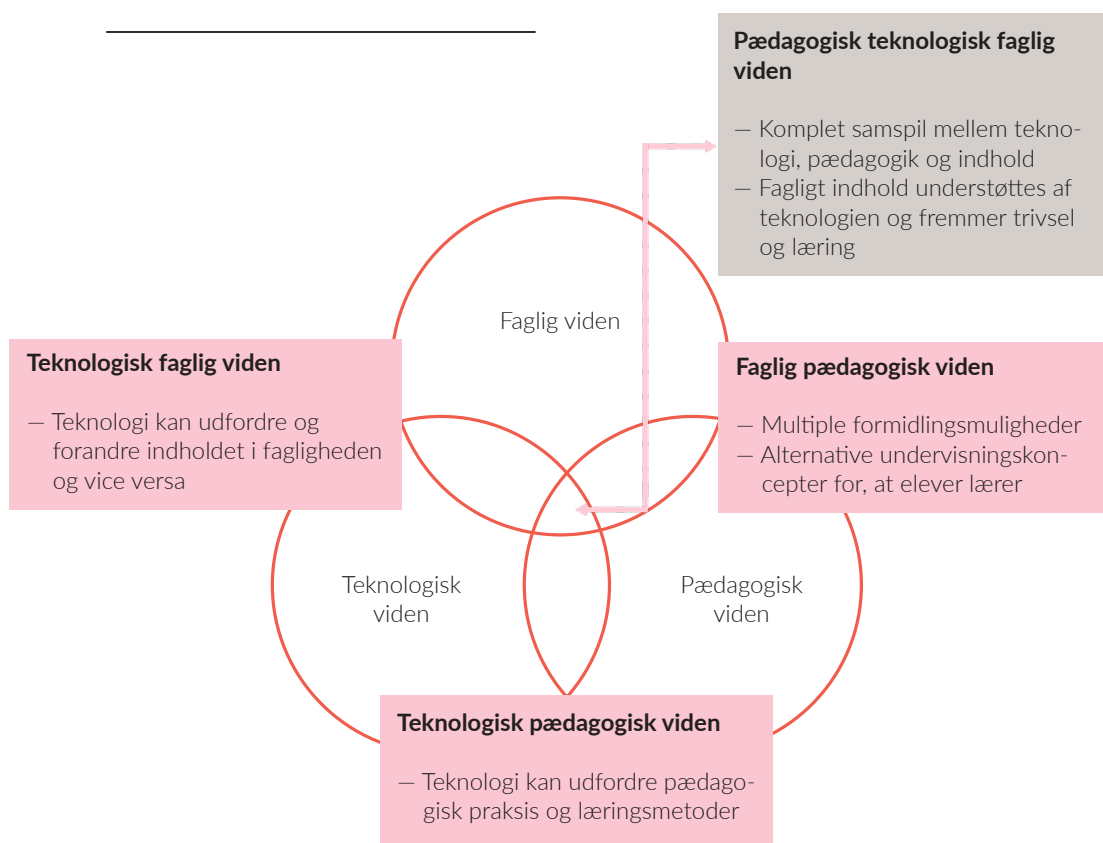
skabte mellem lærer-elev, mellem elever og i undervisningsrummet. Derudover tog guiden afsæt i anvendelsen af teknologi og innovationsprocesser i undervisningssammenhæng.

### Fokus på lærerens faglige fundament i teknologiforståelse ud fra TPACK-modellen

Til at belyse hvordan læreren og undervisningsmiljøet påvirkes og forandres, når Teksperimentet tages i anvendelse, vil vi i dette afsnit bruge TPACK-modellen som analyseapparat (Mishra & Koehler, 2006), idet modellen giver et bud på, hvordan lærerens teknologiske, pædagogiske og faglige viden om teknologi bør sammenkædes for at skabe optimale læringsbetingelser for eleverne (se Figur 6).

**Figur 6.**

*TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006) beskriver en samtænkning af lærerens viden om teknologi, viden om pædagogik og faglig viden.*



Cirklerne angiver tre positioner: lærerens faglige viden, pædagogiske viden og teknologiske viden, mens de lyseblå kasser visualiserer krydsfladerne mellem cirklerne. Disse beskriver fire centrale områder for lærernes viden:

- Den *faglige pædagogiske viden* har fokus på den didaktiske og metodiske tilgang til det faglige indhold, som Teksteksperimentet benytter sig af. Her kan nævnes videomediet, som i Teksteksperimentet bruges som eneste formidlingsredskab ud over tekst.
- *Teknologisk faglig viden* handler om, hvordan teknologi og fagligt indhold kan influere og udfordre hinanden i en læringskontekst. Det kan i Teksteksperimentet for eksempel være, når eleverne arbejder med blokprogrammering i Scratch og følger videoernes progression men undervejs har brug for at trække på viden fra matematikfaget for at kunne flytte en figur på X- og Y-aksen i programmet. En opgave præsenteret i en video kan for eksempel bede eleverne om at bygge en velkomstmaskine med inddragelse af Micro:bit. Det vil tvinge eleverne til at bruge og koble analoge materialer, de kan have stiftet bekendtskab med i håndværk/design.
- Den *teknologisk pædagogiske viden* beskæftiger sig med, hvordan de pædagogiske rammer og læringsmuligheder kan forandres, når forskellige teknologier bruges på en særlig måde. Når der i Teksteksperimentets videoer for eksempel fortælles, at eleverne skal samarbejde i kodepar, når de skal programmere mikroprocessoren Micro:bit, vil teknologien få ændret det pædagogiske sigte til *samarbejde* frem for læring om kodning.

Centrum af modellen beskriver det fjerde centrale område, ønskescenariet, hvor den faglige, pædagogiske og teknologiske viden smelter sammen. Undervisningen rummer her et fagligt indhold, der er meningsfuldt understøttet af teknologien, og som fremmer elevernes læring og trivsel. Imidlertid vil de tre krydsflader i de lyseblå kasser fungere som et analyseredskab med henblik på at komme til kernen af artiklens spørgsmål.

## Resultater

I dette afsnit præsenteres artiklens resultater ud fra de tre cases om Rikkens, Lines og Sørens perspektiver (Figur 2) samt ud fra de øvrige observationsdata og interviews. Vi vil med TPACK-modellens dimensioner (Figur 6) søge at belyse, hvad det kræves for at navigere

som facilitator med læremidlet Tekspexperimentet som afsæt, og hvordan elevernes adfærd og undervisningens rammer påvirkes og forandres.

### **Lærerens faglige pædagogiske viden**

På tværs af interviews og observationer fremgår det, at flere elever og lærere er på udebane, når det gælder programmering, som Tekspexperimentet behandler på dag 1 og 2:

” Eleverne er helt nye i det at programmere, og det er vi også som undervisere. Men jeg er gammel i gårde som lærer. Det [Tekspexperimentet] kræver, at man tør det kaos, det også kan risikere at blive. (Rikke)

På trods af at flere lærere italesætter sig selv som teknisk uerfarne, og derfor ikke har den store mulighed for at undervise eleverne i teknologi, oplever de, at eleverne opnår en forståelse for teknologien gennem de videoer, de ser i Tekspexperimentet. Flere lærere mener, at videoerne er til at gå til, og at det er “nemt nok” (Tekspexperimentet, 2019, s. 28). Den faglige pædagogiske dimension i TPACK-modellen rammesættes altså udelukkende af Tekspexperimentets videoer og den didaktiske opbygning her, og Rikke oplever at have bedre tid til at fokusere på at understøtte eleverne på andre måder. Men det pointeres ovenfor, at det kræver en vis mængde mod at gå i gang med Tekspexperimentet, ligesom lærerens facilitering er afgørende:

” Jo yngre børnene er, jo vigtigere er det, at lærerne påtager sig rollen som facilitatorer. Børnene har stor tiltro til, at vi har alle svar parat. Selvom jeg havde siddet og trænet, havde jeg ikke svarene på egen hånd. Så måtte vi prøve os frem sammen. (Rikke)

Det opleves blandt lærerne forskelligt, hvor meget støtte eleverne har brug for, alt efter hvor gamle de er. Nogle lærere er i tvivl om, hvorvidt eleverne fanger essensen i hver video og først klikker videre, når de forstår hvad, de skal gøre (Tekspexperimentet, 2019, s. 16). Derudover er det fra klasseobservationerne tydeligt, at 4. klassernes motivation daler markant, hvis det opleves, at der i videoerne tales i et sprog, de ikke forstår. Dette gælder særligt i arbejdet med Idékredsløbet, hvor ”interessenter” anvendes som begreb i videoerne, og hvor ordet i sig selv er vanskeligt for eleverne at afkode. Læreren skal derfor bevare et overblik og en fornemmelse for, hvor de skal oversætte, understøtte og hjælpe, når eleverne møder modstand. Det kommer for eksempel til udtryk i flere observationer, hvor lærerne skærer enkelte af Idékredsløbets øvelser fra samt må gennemgå nye begreber. For både



Rikke og Lines vedkommende er elevernes arbejdsproces og udbytte i centrum, og elevernes alder eller fortrolighed med arbejdsformen er i deres optik vigtige. Begge forudser, at Tekspexperimentet vil kræve meget af eleverne, fordi de skal lære at arbejde selvstændigt med videoerne.

For Søren og nogle af de mere erfarne lærere inden for teknologi rettes fokus på vigtigheden af, at man som lærer tør træde i baggrunden og give plads til elevernes ejerskab og proces, så det: "... ikke bliver et lærerstyret projekt frem for et elevstyret projekt. Vi skal være de her støttende personer, som både kan trække os fra grupper, men også kan gå ind over og hjælpe" (Søren).

Elevernes ejerskabsfølelse og engagement fremhæves af Line. Særligt når eleverne kombinerer teknologien med fysisk byggeri, og videoerne undervejs understøtter dem i udviklingen af en prototype, de til sidst i processen føler stolthed over af at vise frem.

” Når de selv fik lov at kreere, var de mest begejstrede. Det var særligt på fjerdedagen [hvor kodning og idéudvikling kombineres] og ved de små udfordringer undervejs. Fjerdedagen er en god blanding af papir, computer, pap og lim. Der oplevede jeg, de var mere motiverede og engagerede. "Vores (løsning) skal kunne det her!". De var frustrerede, når det ikke virkede, og det er fedt, for det viser, at de går op i det.  
(Line)

Det fremgår af citatet, at begejstringen er til stede, når der konstrueres. Dog ses det også i observationsdataene, at begejstringen er svær at spore blandt de elever, der arbejder med Tekspexperimentet uden en makker (Tekspexperimentet, 2019, s. 24). Desuden opleves der en forskel i udbyttet for 4. klasserne og 5. klasserne:

” Det var det med at tænke lidt mere selvstændigt. Det var noget fjerdeklasserne skulle have meget hjælp til. Det der med at huske, hvad de lige har lært. De nåede ikke at lære lige så meget som femteklasserne, fordi de simpelthen ikke havde materialet i hænderne lige så lang tid.  
(Line)

Lærerens faglige pædagogiske viden om læring, abstraktionsniveau, kognitiv udviklingstrin og hvordan deres elever bedst kan arbejde, er helt essentiel. Men denne viden har ingen forbindelse til arbejdet med teknologi.

Ud fra ovenstående citater og øvrige kvalitative data er en føling

med klasserummet og en tilgang, der i højere grad er præget af at “være understøttende”, “at prøve sig frem” og at ville forstå sammen med eleverne og “turde kaos” gennemsyrende. Med den faglige pædagogiske vidensdimension for øje spiller lærerens professionsfaglige viden om differentiering i forhold til aldersgruppe, afkodning af, hvad eleverne hver især kan og ikke kan, samt hvor de skal understøtte, en afgørende rolle.

### Lærerens teknologiske faglige viden

” Det [Tekspexperimentet] giver eleverne en god grundlæggende forståelse for Micro:bit og blokprogrammering (...). Eleverne fik en oplevelse af at blive guidet igennem. At de ku’ bruge det, de lige havde lært. Jeg kan godt li’ at arbejde på den måde.  
(Rikke)

På tværs af interviews og observationer beskrives det, at eleverne med Tekspexperimentet som læremiddel opnår en basisforståelse for teknologi og lærer den at kende i det tempo, de selv ønsker og har brug for, uden at læreren selv behøver at differentiere undervisningen. Derudover oplever lærerne, at eleverne kan sætte deres netop opnåede viden i spil løbende. Videoernes indhold tilvejebringer således eleverne teknologisk faglig viden, og Rikke italesætter, at eleverne bliver holdt i hånden hele vejen igennem. Dog bliver det i nogle af observationerne tydeligt, at det i elevernes gruppearbejde kan give en skævvridning i elevernes opnåede erfaringer med teknologien, hvis nogen overtager kodningsdelen, mens andre træder i baggrunden og bliver passive (Tekspexperimentet 2019, s. 24). Både blandt de adspurgte lærere og i observationerne opleves det som oftest, at eleverne skal trænes i at se videoer samt at finde deres svar og løsninger her. Lærerne henviser derfor kontinuerligt eleverne til at “prøve at se videoen igen”. Det er dog gennemgående for både Rikke, Line og Sørenes udtalelser, at eleverne, når de først forstår opbygningen af videoerne, fordyber sig og målrettet arbejder sig frem i eget tempo: ”Eleverne lærer at være målrettede i deres proces (...), hvordan kan man udvikle en god idé, og hvordan kan man arbejde videre på den. Så de lærer at blive mere konkrete i deres skolearbejde” (Søren). Rikke fremhæver, at elevernes logiske tankegang vækkes med Tekspexperimentet:

” Som matematiklærer tænker jeg, at det især er deres logiske tankegang, man skubber lidt til. Micro:bitten er ikke klogere end det, du gør den til. Eleverne skal hele tiden tænke over, “Hvad er det, videoen har bedt dem om, og hvad skal det så kunne?” Den form for logik. Det er enhver matematiklærers drøm, at de alle når til det.  
(Rikke)

Den teknologisk faglige dimension træder tydeligt frem, når Rikke i citatet kobler det matematiske fagområde med Micro:bittens funktioner, der ikke i sig selv er i stand til noget uden elevernes aktive handlen. Teknologien og det faglige indhold supplerer så at sige hinanden i læringskonteksten. Som vi så i et tidligere citat om, at ”kodning og idéudvikling kombineres”, er det samme på spil, hvor forskellige fagligheder mødes og også udfordres. En forståelse som også for Søren er fremhævet og ikke forventet fra begyndelsen:

” Teksperimentet bevæger sig ind i forhold til det humanistiske, synes vi, og det havde vi ikke tænkt fra starten af. Vi havde tænkt det meget STEM-orienteret, men der er en række andre fag, som også kan spille rigtig godt ind i det her med cases. Så det er for eksempel fag som historie og samfundsfag.  
(Søren)

I Sørens citat, og også på tværs af observationer, anerkender lærerne, at de kan se muligheder for at integrere flere fagligheder i Teksperimentet, herunder arbejdet med logisk tankegang (Rikke) samt problemløsning (Søren). I forhold til sidstnævnte er det dog en problematik, at videoformatet kan gå hen og blive en hæmsko for elevernes problemløsende adfærd, da de i form af billeder i videoerne bliver præsenteret for mulige løsninger på en udfordring. Flere lærere – såvel uerfarne som erfarne – italesætter, at eleverne har svært ved at løsrive sig fra de forslag på løsninger, de bliver præsenteret for i stjerneudfordringerne, og derfor ofte kommer til at lave omtrent det samme, som er afbilledet på videoerne. Her spiller læreren en væsentlig rolle med henblik på at udfordre eleverne i at tænke mere abstrakt.

Ud fra den teknologisk faglige vidensdimension i TPACK-modellen kan Teksperimentet altså et stykke hen ad vejen give eleverne færdigheder, blandt andet inden for kodning samt en flow-fornemmelse. Men lærerens faciliterende rolle i at “udfordre”, hvis eleverne kopierer, hvad de ser i videoerne, eller “opdrage” til at lade eleverne finde svar på egen hånd er væsentlig.

## Lærereens teknologiske pædagogiske viden

- ” Det handler om at prøve sig frem. Og når man prøver sig frem, så laver man fejl. Så er det bare at sige ”pyt”. Så bliver man klogere. Man bliver klogere, når man tør lave fejl. Husk også, at I kommer til at arbejde i jeres eget tempo. Så det er ligegyldigt, at dem ved siden af er længere fremme.  
(Rikke til eleverne)

I citatet italesætter Rikke, hvordan de pædagogiske rammer ændres, når Tekspærimenteret og teknologi inddrages i undervisningen. Rikke ekspliciterer et pædagogisk sigte, hvor fejl er velkomne og en naturlig del af en læreproces, mens perfektion og konkurrence træder i baggrunden. At sætte scenen på denne vis tillader læreren ikke at have alle svar på hånden og prøve sig frem. Dette er tilfældet, når kodningen ikke vil lykkes i første ombæring, og eleven og læreren samarbejder om en løsning. Dog ses en vis usikkerhed, særligt blandt flere af de uerfarne lærere, og de søger tryghed i kolleger.

- ” Det er en fordel, at vi er så mange voksne. Det ville være et problem, hvis jeg var alene. Det er svært med elektronik, fordi der er så mange skridt, der kan gå galt. Hvis det, eleverne gør, virker, så er de med. Når det svigter, er de på bar bund.  
(Tekspærimenteret, 2019, s. 16)

Der italesættes i citatet opståede frustrationer og en fornemmelse af afmagt, når teknikken volder problemer, og Tekspærimenteret har her ikke de nødvendige svar. Søren adskiller sig her fra flere andre og mere uerfarne lærere i sin tilgang ved at inddrage eleverne som aktive spillere i Tekspærimenteret, så de kan: ” (...) bidrage til den her tekniske kunnen, som nogen personalegrupper har lidt svært ved i forhold til Micro:bit og Scratch og nogle af de andre teknologier”. Han italesætter vigtigheden af at lade eleverne: ” (...) støtte op om projektet og være med til at bære projektet videre”. I denne optik vil eleverne gives et større ansvar i forhold til at bidrage som aktiv ressource i undervisningen. I observationerne ses der også små glimt af denne tilgang, hvor eleverne af sig selv begynder at hjælpe hinanden, da en situation opstår, og ingen har held til at overføre en kode til Micro:bit (Tekspærimenteret, 2019, s. 20).

Tekspærimenteret skubber på nogle parametre til TPACK-modellens teknologisk pædagogiske vidensdimension. Tekspærimenteret har ikke alle løsninger, og når der eksempelvis opstår fejl i en programmering, skifter læringsfokus fra tekniske færdigheder

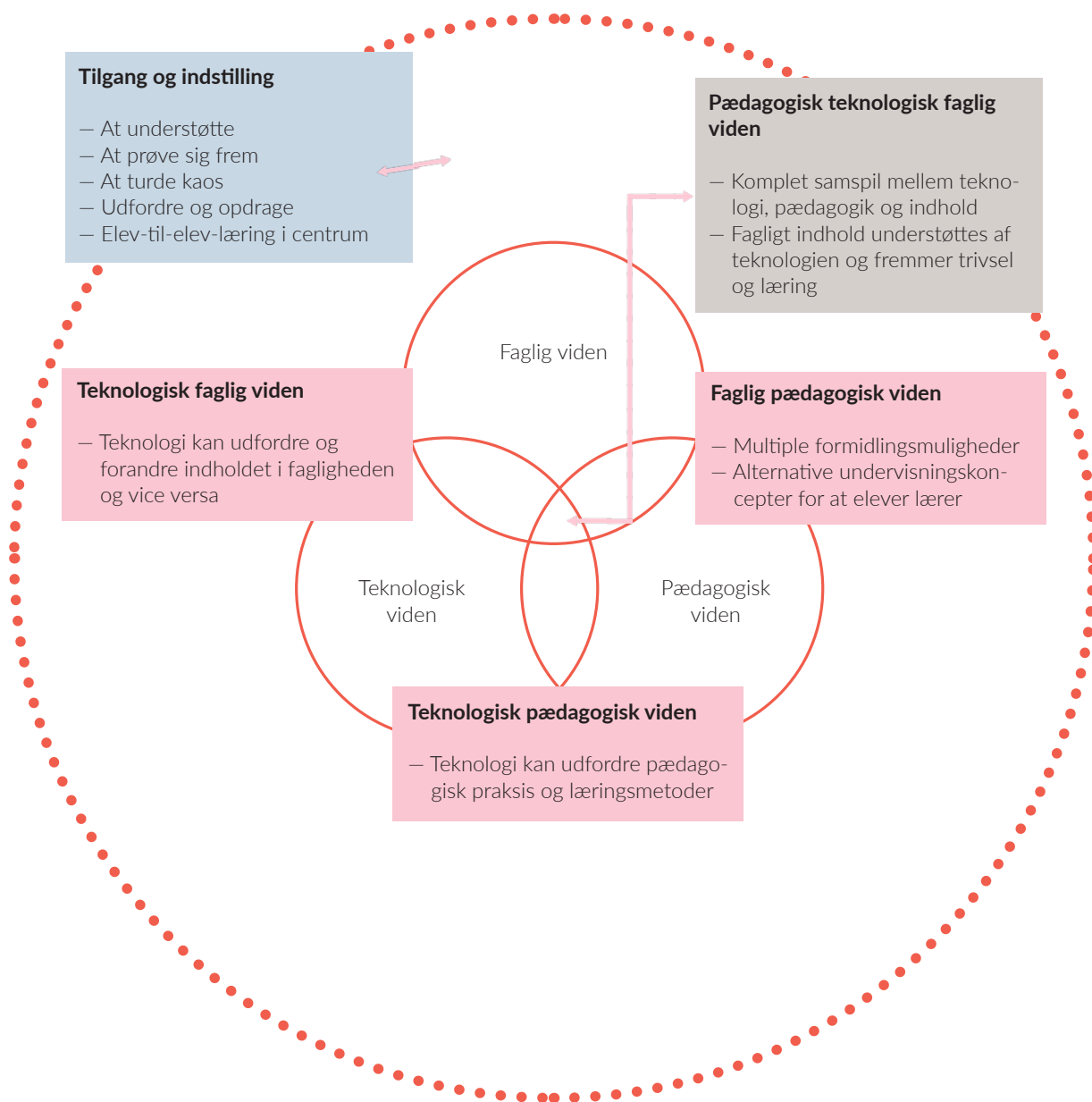
til at “prøve os frem” samt at blive klogere, når “man tør at lave fejl”. Læreren kan i en sådan sammenhæng komme til forhandling, når vi eksempelvis ser Søren bruge eleverne som medundervisere i teknisk øjemed. Når facilitering med Tekspædagogik eller en kode ikke virker, skifter fokus fra læring med video og teknisk fordybelse til “elev-til-elev læring” under forudsætning af, at læreren tilskynder det.

### **TPACK-modellen – en ny dimension**

Ud fra ovenstående resultater kan Tekspædagogik som læremiddel anses for at fungere som en form for forandringsagent, der skubber til lærerens rolle og handlerum i undervisningen. Læreren bliver i høj grad faciliterende, ligesom en særlig indstilling og tilgang til eleverne og undervisningen synes at være afgørende. Dette har skabt et behov for at udvide TPACK-modellen i nedenstående visualisering (se Figur 7).

**Figur 7.**

TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006) beskriver en samtænkning af lærerens viden om teknologi, viden om pædagogik og faglig viden.



Den omsluttende cirkel med en lilla stiplet linje samt den lilla kasse indikerer udvidelsen, hvor ”tilgang og indstilling” er en ny dimension med fokus på lærerens rolle i at ”understøtte, prøve sig frem, at turde kaos, at udfordre og opdrage eleverne” samt i højere grad fokusere på ”elev-til-elev-læring”. Området inden for den stiplede linje influerer den oprindelige TPACK-modells samtænkning af lærerens viden om teknologi, viden om pædagogik og faglig viden. Her er de ord og handlinger, der ud fra observationer og interviews er dukket op, nøje fremskrevet. Ord og handlinger, som forholder sig til den indstilling og tilgang, arbejdet med Teksperimentet fremkalder i undervisningen.

## Diskussion og didaktisk perspektivering

Med udgangspunkt i de tre cases og de øvrige data udfordrer Teksperimentets opbygning og materiale en gængs undervisningskontekst. Det kræver mod og forberedelse at varetage den faglige pædagogiske dimension i Teksperimentet, da teknologi og programmering er nyt og generelt overladt til Teksperimentets videoer. Lærerne oplever dog et didaktisk stillads i videoerne i Teksperimentet, og lærerne italesætter, de bliver frigjort som ressourcer. Omvendt så vi i Rikkens citat, at det kan være vanskeligt at rumme: ”det kaos, som det også kan risikere at blive”. Tydeligvis har lærerne således stadig en afgørende rolle som facilitatorer, hvor deres opgave bliver at støtte, udfordre og opdrage, som det er beskrevet i TPACK-modellens udvidelse.

I citaterne ses det, at man som lærer godt kan føle, man skal kunne det hele, og for Søren står elevernes ejerskab og kompetencer centralt. Både elevernes ejerskab og det ”at prøve sig frem” er bud på, hvordan teknologiforståelsens fagdidaktik kan være væsensforskellig og alligevel pege ind i en fælles målsætning om: “ (...) at styrke elevernes forudsætninger for at forstå, skabe og agere meningsfuldt i et samfund hvor digitale teknologier og digitale artefakter i stigende omfang er katalysatorer for forandringer” (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). Eleverne gives i begge tilfælde en stemme, et ansvar og en mulighed for at betræde nye og uvante stier på en legende og eksperimenterende måde, der kan være gennemgående for den faglige sammenhæng.

Ud fra de tre cases og observationerne er relationen mellem lærer og elev til forhandling og i forandring med Teksperimentet som afsæt. Dette ses især ved inddragelse af eleverne, som potentielt kan blive med-undervisere – til gavn for lærere, der har svært ved at håndtere

det tekniske, som det blev fremsat i Sørensen citat. Dertil kommer, at læremidlet tydeligt appellerer til elevernes mere selvstændige arbejde, hvor de lærer at søge egne løsninger og prøve sig frem fremfor at spørge læreren til råds.

Teksperimentet kan ifølge lærerne være en didaktisk håndsrækning i forhold til kodning, der ellers i forsøgsfaget med teknologiforståelse opfattes som det mest udfordrende kompetenceområde at forstå og undervise i (Børne- og Undervisningsministeriet, 2020, s. 42). Teksperimentet udmærker sig ifølge lærerne ved at kunne give eleverne den teknologisk faglige viden, lærerne ikke nødvendigvis besidder. Resultaterne viser, at Teksperimentets videoressourcer kan assistere lærere i deres undervisning af nye fagligheder, de ikke har tidligere erfaring med, og videoernes fokus på hands-on oplevelser kan danne grobund for denne erfaringsopbygning. Samtidig bevirker den frigjorte tid for lærerne, at de potentielt kan facilitere og støtte eleverne i deres læringsproces.

Ud fra den teknologiske pædagogiske dimension inviterer Teksperimentet til et læringsmiljø, hvor fejl og ”at prøve sig frem” (Rikke) er naturligt. Således nærmer vi os centrum i TPACK-modellen, hvor Teksperimentet understøtter den faglige og teknologiske dimension og smelter sammen med den pædagogiske dimension. Det sker for eksempel, når videoerne tillader lærerne at fokusere på elevernes samarbejde og trivsel samt de mere udfordrede elever. Den teknologiske pædagogiske dimension kan dog komme til at blive en overskyggende udfordring, når Teksperimentets videoer ikke er tilstrækkelige, og frustration og afmagt overtager både blandt elever og lærere.

Potentielt kan læreren komme til at ignorere den teknologiske, faglige og pædagogiske viden og i stedet udelukkende fokusere på den faglige pædagogiske viden, som i forvejen er en fastforankret del af lærerens profession. Gynther (2010) fremhæver her, at det kræver mod at lave undervisning med nye medier. Han understreger dog potentialet i at: “ (...) skabe nye læringsmiljøer, nye roller og anderledes undervisning med momentane elementer af flow til stede” (s. 30). Betyder det så, at læreren skal kaste sig ud i hvad som helst? Ikke nødvendigvis. Fougst og Philips (2020) fremhæver ”vurderingsfokus” som et konkret didaktisk greb, der kan skabe overskuelighed og retning i problembaserede læringsmiljøer, der ikke har et facit (s. 170). Vurderingsfokus træffes med et blik for hele det forløb, læreren tager sine elever igennem. Læreren prioriterer og konkretiserer en faglighed, der vægtes i det konkrete forløb, for eksempel den logiske tankegang, og sætter ord på den med et formål om at klæde både lærer som elev på. Rikkens vurderingsfokus blev i afsnittet om lærerens teknologiske pædagogiske ekspliceret i at ”turde lave fejl”.



Hun inviterer elevernes eksperimenterende adfærd ind i en kontekst, hvor det er legalt at træde ved siden af og anerkende, at dette kan afføde læring. Den enkelte aktivitet i et forløb, såsom ”at prøve sig frem” med at kode en Micro:bit, kan være med til at understøtte en faglig sammenhæng. Fokus kan ligeledes være en hjælp til at finde en sammenhængskraft mellem lærerens viden om teknologifaglighed og pædagogik (Blikstein, 2014), som det er afbilledet i centrum af TPACK-modellen.

Ud fra TPACK-modellens teknologisk faglige dimension skaber Teksperimentet en mulighed for at lade læreren træde i baggrunden og eleverne træde frem. En faldgrube i Teksperimentet kan være, at den teknologisk pædagogiske viden er overladt til et statisk format som videoer, hvor lærerne ikke nødvendigvis kan gennemskue det pædagogiske og læringsmæssige sigte, som Teksperimentet søger at frembringe. Som vi så ovenfor, har Rikke ikke svarene på egen hånd. Lærernes handlerum kan i mange tilfælde række til at kunne henvise til videoerne og dermed være fastlåste, hvilket kan få konsekvenser for den faglige pædagogiske dimension (Goldstein, 2016). En mulig løsning italesættes flere steder i at kunne være flere kolleger til stede til at supportere eleverne undervejs samt at indtænke eleverne som ressource.

## Konklusion

Vi har i artiklen søgt at fremstille en række didaktiske potentialer og udfordringer, der kan opstå for lærerne, når Teksperimentet tages i anvendelse i klasserummet. I den forbindelse har vi identificeret Teksperimentets bidrag og mangler i forhold til eleverne og undervisningens rammer. Via tre cases og observationer fra praksis med Teksperimentet har vi nærstuderet lærernes anvendelse og faciliterende rolle, og det er naturligt, at der er forskelle i udmøntningen afhængig af lærernes erfaring med teknologi i undervisningen samt de klassetrin, Teksperimentet er blevet introduceret på.

Det er vores håb, at vi med artiklen kan bidrage til læreres og pædagogiske projektlederes praksis med henblik på kvalificering af undervisningen med læremidler, hvor teknologiforståelsens fagdidaktiske felt og problembaserede arbejdsprocesser er omdrejningspunktet. Vi har ud fra lærerens perspektiver skabt en tilføjelse i TPACK-modellen, der går på lærerens indstilling og tilgang til undervisningen – afstedkommet af læremidlet som forandringsagent. Konkret kan vi

med udgangspunkt i artiklens fund konkludere:

- At lærerne kan bruge Teksperimentets videoer som et didaktisk stillads i deres undervisning, så eleverne lærer at arbejde mere selvstændigt og selv finde løsninger, ligesom lærerne ikke nødvendigvis skal være eksperter i teknologi. Videoerne giver lærerne mulighed for at fokusere på gruppedynamik, samarbejde og elever, der har udfordringer i forløbet.
- At fejl og det ”at prøve sig frem” kan være en fordel at sætte frem som et centralt fokus for undervisningen med teknologi. Eleverne gives mulighed for at tænke kreativt og tage ejerskab over deres arbejdsproces.
- At det kan være vanskeligt ikke at have alle svar parat som lærer. Men kollegialt samarbejde og inddragelse af eleverne som aktive medundervisere kan være mulige veje at gå.

## Interessekonflikt

Udvalgte af artiklens forfattere er også ophavspersonerne til læremidlet Teksperimentet samt den citerede evaluering af dette.

## Referencer

- Blikstein, P.** (2014). Digital Fabrication and “Making” in Education – The Democratization of Invention. I: C. Büching & J. Walter-Herrmann (red.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*, (s. 203-222). Transcript Verlag. <https://doi.org/10.14361/transcript.9783839423820.203>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A. & Earp, J.** (2018). *The Nordic Approach to Introducing Computational Thinking and Programming in Compulsory Education*. Nordic@BETT2018 Steering Group. <https://doi.org/10.17471/54007>
- Brinkmann, S.** (2006). *John Dewey: en introduktion*. Hans Reitzels Forlag.
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2019). *Teknologiforståelse – Måloversigt*. Lokaliseret [11. september 2020] på: <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.%20F%C3%A6lles%20M%C3%A5l.%20Tilg%C3%A6ngelig.%20Teknologiforst%C3%A5else.pdf>
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2020). *Midtvejsevaluering: Forsøg med teknologiforståelse i skolens obligatoriske undervisning*. Lokaliseret [d. 2. februar 2021] på: <https://xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2020/05/Midtvejsevaluering-Maj-2020.pdf>

- EMU Danmarks læringsportal.** (2020). *It og medier – Vejledning*. Lokaliseret [27. september 2020] på: <https://emu.dk/sites/default/files/2020-04/It%20og%20Medier%20-%20vejledning.pdf>
- Fougt, S. S. & Lorentzen, R.** (2016). Eleven som målrettet og kreativ producent. I: J. Bundsgaard & T. I. Hansen (red.), *It-didaktik i teori og praksis: elevpositioner og digitale kompetencer i et dannelsesperspektiv* (s. 125-146). Dafolo.
- Fougt, S. S. & Philips, M. R.** (2020). *Teknologiforståelse i et scenariedidaktisk perspektiv*. Hans Reitzels Forlag.
- Goldstein, O.** (2016). A Project-Based Learning Approach to Teaching Physics for Pre-Service Elementary School Teacher Education Students. *Cogent Education*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1200833>
- Gynther, K.** (2010). *Didaktik 2.0: Læremiddelkultur mellem tradition og innovation*. Akademisk Forlag.
- Hachmann, R. & Holmboe, P.** (2014). *Flipped Learning – mere end bare video*. Praxis.
- Hammersley, M. & Atkinson, P.** (2007). *Ethnography – Principles in Practice*. Routledge.
- Iversen, O. S., Dindler, C. & Smith, R. C.** (2019) *En designtilgang til teknologiforståelse*. Dafolo A/S.
- Mishra, P. & Koehler, M. J.** (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Krogh, E., Qvortrup, A. & Christensen, T. S.** (2017). *Almendidaktik og fagdidaktik*. Frydenlund.
- Künzli, R.** (1998). The Common Frame and the Places of Didaktik. I: B. B. Gündem & S. T. Hopmann (red.), *Didaktik and/or Curriculum*. Peter Lang.
- Loughran, J.** (2010). *What Expert Teachers Do: Enhancing Professional Knowledge for Classroom Practice*. Routledge.
- Nielsen, K. & Sillasen, M.** (2020). Teknologisk Dannelse – hvorfor og hvad? *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, (2020)4, 66-83.
- Qvortrup, A. & Wiberg, M.** (2013). *Læringsteori og didaktik*. Hans Reitzels Forlag.
- Rasmussen, T. N.** (2008). Planlægningsmodeller – en støtte og en udfordring til lærerens viden. I: J. H. Lund & T. N. Rasmussen (red.), *Almen didaktik – i læreruddannelse og lærerarbejde*, (s. 108-128). KVaN.
- Riise, A. B.** (2020a). Det kan godt drukne lidt i teknologi. *Folkeskolen – Fagblad for undervisere*, 20(15), 17-19.
- Riise, A. B.** (2020b). Vi skal have meget mere hands on-erfaring. *Folkeskolen – Fagblad for undervisere*, 20(15), 14-16.
- Smith, R. C., Iversen, O. S. & Veerasawmy, R.** (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), 33-49. DOI: 10.4018/IJDLDC.2016010103
- Spradley, J. P.** (1980). *Participant Observation*. Cengage Learning.
- Tala, S.** (2013). The Nature of Technoscience (NOTS). I: M. P. Clough, J. K. Olson, & D. S. Niederhauser (red.), *The Nature of Technology: Implications for Learning and Teaching* (s. 51-84). DOI: 10.1007/978-94-6209-269-3\_5
- Tekforsøget.** (2018-2021). *Teknologiforståelse i folkeskolen*. Lokaliseret [27. september 2020] på: <https://xn--tekforsget-6cb.dk/>

**Teknologipagten.** (2020). *Evaluering af Tekstexperimentet 2019*. Teknologipagten.

Lokaliseret [14. oktober 2021] på: <https://prod-teknologipagten.azurewebsites.net/media/4qzmpbl/samlet-evaluering-af-tekstexperimentet-270220.pdf>

**Tekstexperimentet.** (2019). Lokaliseret [6. august 2021] på: [www.tekstexperimentet.dk](http://www.tekstexperimentet.dk)

**Wagner, M.-L. & Iversen, O. S.** (2020). Digital myndiggørelse i den danske grundskole. *KVaN: Tidsskrift for Læreruddannelse og Skole*, (117), 20-31.

# Abstract

---

Erhvervsinformatik er et nyt grundfag, der er målrettet erhvervsskoleelevers behov for udvikling af teknologiforståelse. Forskning i erhvervsuddannelsers forståelse og anvendelse af (digital) teknologi er yderst sparsom i Danmark. Formålet med denne artikel er at undersøge undervisningsfaget Erhvervsinformatik i forhold til, hvordan faget tilgodeser erhvervsuddannelsernes særkende og de intentioner, der er med faget for på denne måde at bidrage med ny viden til feltet. Metodisk baserer artiklen sig på en fagdidaktisk analyse af fagets læreplaner, der er analyseret i forhold til fagets identitet, indhold og intenderede praksis. Gennem analyserne viser vi, at Erhvervsinformatik tager højde for erhvervsuddannelsernes særkende og lever op til de intentioner, der er med faget i denne kontekst, men vi finder også anledning til at problematisere en række forhold. Afslutningsvist peger vi på behov for yderligere empirisk forskning med henblik på at opnå en dybere forståelse af undervisningsfaget Erhvervsinformatik og måden, hvorpå det realiseres i praksis.

Vocational Informatics is a new subject area recently introduced in Danish Vocational Education and Training. In this article, we conduct a line-by-line analysis of central formal documents describing how the subject is intended, not performed. In the analyses, we focus on the subject's identity, content and intended practice. Overall, we find that the subject aligns well with the intentions of vocational education and training, but we also raise issues of concern e.g., the vocational teachers' knowledge and competences with regards to teaching this new subject. We conclude the article by pointing to new areas of research and development needed to transform the subject's intentions to actual practice in the vocational schools.

# Teknologiforståelse for alle?

– fagdidaktisk analyse af erhvervsuddannelsernes nye grundfag Erhvervsinformatik

## Teknologiforståelse som ny faglighed for alle i uddannelsessystemet

Formålet med denne artikel er at undersøge undervisningsfaget Erhvervsinformatiks identitet, indhold og intenderede praksis gennem en fagdidaktisk analyse. Erhvervsinformatik er et nyt grundfag i erhvervsuddannelserne, der har som formål at øge elevernes forståelse af (digital) teknologi og dermed klæde eleverne på til at kunne begå sig i et samfund og på et arbejdsmarked, der i stigende grad præges af digitalisering. Undervisning i, med og gennem digitale teknologier er ikke nyt i det danske uddannelsessystem, heller ikke på erhvervsuddannelserne, men gennem de senere år er fagfeltet blevet udvidet med henvisning til den nye faglighed teknologiforståelse. Følger man den offentlige debat om teknologiforståelse, kan man nemt få det indtryk, at det primært handler om udvikling af et nyt fag og en ny faglighed i grundskolen. Ikke desto mindre er teknologiforståelse tænkt som en faglighed, der kan blive gennemgående for hele uddannelsessystemet.

Den nationale kapacitetsgruppe for teknologiforståelse udarbejdede i 2020 en gap-analyse, der beskriver status på udvikling af teknologiforståelse i uddannelsessystemet og kommer med anbefalinger til det videre arbejde (Basballe, Caspersen, Hansen, Hjort, Iversen & Kanstrup, 2021). Indledningsvist beskrives teknologiforståelse således i gap-analysen:

Af Marianne Riis, Professionshøjskolen Absalon, Jens Jørgen Hansen, Syddansk Universitet, & Peter Holmboe, UC Syd

” Teknologiforståelse er på vej som ny faglighed i det danske uddannelsessystem. Både på videregående uddannelser, ungdomsuddannelser og i grundskolen forberedes og afprøves fag og faglighed. Tiltagene er forskellige, men har udgangspunkt i et mål om at etablere en fundamental teknologiforståelse, som til forskel fra en redskabsorienteret anvendelse af teknologi har et almindende formål, hvor de kommende generationer lærer en dybere teknologiforståelse, der kan udmøntes i kreativ handlekraft om og med digital teknologi.  
(Basballe, Caspersen, Hansen, Hjort, Iversen & Kanstrup, 2021, s. 3)

Udvikling af teknologiforståelsesfagligheden har indtil videre været særligt udbredt i grundskolen og den tilhørende læreruddannelse, hvor der siden 2018 har pågået forskellige forsøg med udvikling af faget og fagligheden. På den baggrund bemærkes det også i gapanalysen, at ”den nye faglighed i grundskolen udgør et afgørende udgangspunkt for udviklingen af hele det danske uddannelsessystem” (Basballe, Caspersen, Hansen, Hjort, Iversen & Kanstrup, 2021, s. 3). Da der endnu ikke er publiceret forskning i Erhvervsinformatik, og der i øvrigt er personsammenfald mellem dem, som har formuleret fagene i både grundskolen og på ungdomsuddannelserne, vil vi i vores analyse af Erhvervsinformatik også trække på viden om fagligheden fra disse uddannelser.

## Erhvervsinformatik – fra basisfag til undervisningsfag

Undervisningsfaget Erhvervsinformatik begrundes ud fra en udfordringsdidaktisk position, hvor målet ifølge Nielsen (2004) er, at eleverne arbejder med komplekse, globale problemer (som for eksempel digitalisering) og på den baggrund udvikler bevidsthed, forståelse, myndighed og handlekompetence. Samtidig bærer faget præg af at være blevet skabt ud fra en basisfaglig didaktisk position, der blandt andet er karakteriseret ved, at ”undervisningens indhold og ofte også dens form er baseret på de videnskaber, der er basis for fagene” (Krogh, Qvortrup & Christensen, 2018, s. 52). I tilfældet Erhvervsinformatik drejer det sig om henholdsvis design, datalogi og informatik (Basballe, Caspersen, Hansen, Hjort, Iversen & Kanstrup, 2021).

Undervisningsopgaven er imidlertid ikke blot at (videre-)

formidle basisfag til eleverne, men derimod at omsætte og transformere basisfaglig viden til undervisningsfaglig viden. Dermed bliver det relevant at undersøge, hvorledes denne transformation er foregået i forhold til Erhvervsinformatik, og her kan en fagdidaktisk analyse bidrage til at skabe klarhed over fagets identitet, indhold og praksis.

Ifølge Hansen (2012, s. 226) knytter fagdidaktikkens funktion sig til "den opgave, som fagdidaktik varetager i forhold til de aktører, der undersøger, bruger eller udsættes for fagdidaktisk kundskab og beslutninger. Aktører kan både være forskere, politikere, undervisere, ledere, forældre og elever". Som Hansen ydermere påpeger, bruges fagdidaktik også af forskere til "at undersøge og kommunikere om væsentlige pædagogiske mål, indhold, metoder og aktiviteter" (Hansen, 2012, s. 226), hvilket også er tilfældet i denne artikel. Fagdidaktikken har på den ene side et praktisk sigte, som understøtter refleksion og handleorientering indenfor et bestemt fag og undervisningskontekst. På den anden side er fagdidaktik en særlig videnskab, jævnfør Jank & Meyers (2012, s. 34) definition: "Fagdidaktikker er særlige videnskaber, der udfordrer og strukturerer forudsætninger, muligheder, konsekvenser og grænser for læring og undervisning indenfor et fagligt felt i eller uden for skolemæssige sammenhænge". Vores hensigt er at bidrage til en fagdidaktik om grundfaget Erhvervsinformatik, og vi foretager derfor en fagdidaktisk analyse på grundlag af fagets læreplan ud fra følgende forskningsspørgsmål:

**Hvordan er identitet, indhold og intenderet praksis, som disse udtrykkes i læreplanen for grundfaget Erhvervsinformatik, tænkt i forhold til erhvervsuddannelsernes særkende og hensigten med at uddanne i den nye faglighed?**



I det følgende præsenteres først vores metodiske tilgang. Herefter beskriver vi kortfattet erhvervsuddannelsernes særkende, der har til formål at rammesætte de vilkår, som faget Erhvervsinformatik udvikles og udmøntes under. Dernæst følger tre delanalyser med fokus på netop fagets identitet, indhold og intenderede praksis. Resultaterne heraf diskuteres afslutningsvist med en opsamling og konklusion i forhold til ovennævnte forskningsspørgsmål.



## Fagdidaktisk læreplansanalyse som metode

*Fagdidaktikken* koncentrerer sig om undervisning og læring i fag og faglig kundskab og beskæftiger sig altid med de didaktiske grundspørgsmål ud fra et fagligt perspektiv (Krogh, Qvortrup & Christensen, 2018). Lovgivning, bekendtgørelser og vejledninger hertil, der tilsammen udgør en skole eller uddannelses *læreplan*, sætter rammerne for organisering, og nok så vigtigt, hvilken viden, færdigheder, kompetencer og dannelsesmål undervisningen skal fokusere på, hvilket hermed rammesætter den didaktiske retning for undervisningsarbejdet. En fagdidaktisk læreplansanalyse kan derfor afdække, hvilke didaktiske intentioner, der måtte være med et givent undervisningsfag, i dette tilfælde Erhvervsinformatik.

## Læreplansfunktioner og -former

En læreplan er en social konstruktion af, hvad et fag er, hvilke elementer faget består af, og hvordan man bør undervise i faget. En læreplan har således både en *politisk funktion*, en *grammatisk funktion* og en *praktisk funktion* (Hopmann, Künzli & Jacobsen, 1995; Hansen, 2021).

Læreplanens politiske funktion afspejler, at et fags opståen er resultatet af en politisk kamp, hvor forskellige aktører har interesserer i, at faget bliver en del af en uddannelses fagportefølje. Disse aktører vil argumentere for, at faget reflekter viden, som man samfundsmæssigt opfatter som validt og vigtigt (Cunningham & Kelly, 2017). Læreplanen er dermed del af en generationskontrakt, det vil sige udtrykker en viden, som samfundet ønsker, at skolen skal overføre til nye generationer (Schleiermacher, 1826; Gundem, 1996; von Oettingen, 2016). Den grammatiske funktion viser sig ved, at læreplanen for en skole beskriver, hvordan man skal forstå og organisere et fag og kaster dermed lys over, hvad fagets mål og stofområder er. Den praktiske dimension handler om, at læreplanen er et arbejdsredskab og en vejledning til læreren om, hvordan de skal fortolke, didaktisere og udmønte faget i deres undervisning. Læreplaner er i den forstand a *plan for learning* (Taba, 1962). I teorier om læreplaner skelnes typisk mellem fem læreplansformer (Goodlad, Klein & Tye, 1979; Imsen, 2013):

- Den ideale læreplan
- Den formelle læreplan
- Den fortolkede læreplan
- Den realiserede læreplan
- Den erfarede læreplan

Den *ideale læreplan* omhandler det filosofiske grundlag og værdier for læreplanen. Den *formelle læreplan* er den læreplan, som er synlig som politisk dokument på undervisningsministeriets hjemmeside. Man kan også kalde denne læreplan for den intentionelle læreplan (Van den Akker, 2004). Den *fortolkede læreplan* afspejler, hvordan undervisere fortolker læreplanen i deres didaktiske arbejde på grundlag af deres undervisnings- og fagsyn. Den *gennemførte læreplan* handler om, hvordan undervisere udmønter læreplanen i en konkret skolepraksis. Den *erfarede læreplan* ser læreplanen ud fra elevens perspektiv: hvad har eleven lært i lyset af læreplanens mål og indhold.

De forskellige læreplansformer åbner også for forskellige forskningstilgange. Schubert (2008) peger på, at læreplaner kan undersøges med forskellige hensigter: for eksempel empirisk, hermeneutisk, kritisk og postmoderne. Vores tilgang er hermeneutisk, det vil sige, at vi undersøger læreplaner som tekst, som ifølge Schubert "can be any idea or event that is transformed by exchange of ideas over time" (2008, s. 401). Derfor er vores udgangspunktet også den formelle læreplan, hvor læreplanen fungerer som et politisk dokument. Hensigten er at forsøge at forstå og perspektivere læreplanen og dens ideologiske, didaktiske og metodiske intentioner.

## Forskning i læreplaner inden for feltet teknologiforståelse

Der er tidligere foretaget forskning i en dansk skole- og uddannelseskontekst af læreplaner i forhold til det felt som benævnes forskelligt, men indholdsmæssigt har visse ligheder henholdsvis *teknologiforståelse*, *computational thinking*, *informationsteknologi* og *informatik*. Denne forskning har beskæftiget sig med forskellige aspekter af læreplansformer. Caspersen, Iversen, Nielsen, Hjort og Musaeus (2018) har i artiklen 'Computational Thinking – hvorfor, hvad og hvordan' udfoldet især den ideale læreplan og begrundelsen for fagfeltet computational thinking. Hansen (2021) har i artiklen 'Teknologiforståelsesdidaktik' analyseret

folkeskolefaget Teknologiforståelse i lyset af den formelle læreplan. Petersen (2017) har i artiklen 'Potentiale og realiserbarhed i forsøgslæreplanen for Informationsteknologi C og B i gymnasiet' analyseret både den formelle og den realiserede læreplan. Endelig har en række forskere og undervisere i bogen 'Fra Kierkegaard til koder. Computational thinking i gymnasiet' (Lundstrøm, 2020) haft som mål at "udfolde og konkretisere, hvad CT i undervisningen egentlig er eller kan være" (Lundstrøm, 2020, s. 2), og undersøgelsen omfatter i det tilfælde både den fortolkede- og realiserede læreplan.

## Formel læreplansanalyse på tre niveauer

Den videnskabelige fagdidaktik bidrager både med et analytisk og et normativt begrebsapparat, der kan kvalificere forskellige forhold omkring tilblivelse og udmøntning af undervisningsfag, som illustreret i Tabel 1 herunder.

**Tabel 1.**

*Fagdidaktikkens genstandsområde (Hansen, 2012, s. 228).*

	Fagdidaktikkens genstandsområde		
	Fagenes identitet	Fagenes indhold	Fagenes praksis
Fagenes beskrivelse (didaktologi)	Basisfag, kunst og håndværk	Mål, viden, færdigheder og kompetencer	Fagets metoder, aktivitetsformer, organisation og læremidler
Fagenes værdisætning (normativ didaktik)	Fagenes historie, væsen, funktion og erkendelsesmuligheder. Heri ligger både fagsyn, dannelsessyn, videnskabssyn og læringssyng	Det faglige indholds legitimationsgrundlag – fagdidaktiske paradigmer som fx etno-, basis-, fags-, eksistens- og udfordringens didaktik	Hensigtsmæssige metoder, aktivitetsformer, organisationsformer, evalueringsformer og læremidler

Modellen beskriver hvordan fagdidaktikken kan undersøges som "akademisk studie- og forskningsområde" (F. V. Nielsen, 2012, s. 11). Den videnskabelige fagdidaktik kan undersøge et fag i forhold til tre dimensioner: fagets identitet, fagets indhold og fagets praksis. Disse tre dimensioner kan anskues ud fra en deskriptiv eller en normativ position. Eksempelvis kan et fags identitet deskriptivt undersøges ud fra, hvilke basisfag (eller kunst og håndværk) de er funderet i, og normativt hvilke funktion- og erkendelsesmuligheder et fag har. Et andet eksempel er, at et fags indhold deskriptivt kan beskrives ud fra hvilke viden, færdigheder og kompetencer et fag sigter efter, og normativt undersøges ud fra, hvordan fagets viden er legitimeret. Undersøgelsen af fagets legitimation kan for eksempel foretages med udgangspunkt i Niensens didaktiske grundpositioner (2004): den videnskabsorienterede 'basisfags-didaktik', den elevkulturelle 'etno-didaktik', den samfundsorienterede 'udfordrings-didaktik' og den eksistensorienterede 'eksistens-didaktik'. I vores undersøgelse af Erhvervsinformatiks formelle læreplan bruger vi ovenstående model til at formulere tre overordnede undersøgelsesspørgsmål:

1. *fagets identitet*, herunder hvad er det for et (eller flere) basisfag som faget er funderet i og hvad er fagets historie, funktioner og erkendelsesmuligheder?
2. *fagets indhold*, herunder hvilke mål, viden, færdigheder og kompetencer skal eleverne tilegne sig i arbejdet med faget?
3. *fagets praksis*, herunder hvad er fagets didaktiske principper, metoder, aktivitetsformer, læremidler og evalueringsformer?

Fagets læreplan udgøres her af: a) *Bekendtgørelse* om grundfag, erhvervsfag, erhvervsrettet andetsprogsdansk og kombinationsfag i erhvervsuddannelserne og om adgangskurser til erhvervsuddannelserne (BEK nr. 692 af 26/05/2020) og b) *Vejledning* til Grundfagsbekendtgørelse Erhvervsinformatik (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019). Fremadrettet henvises til disse som henholdsvis Bekendtgørelsen og Vejledningen. Metodisk har vi foretaget en linje-for-linje analyse (Chenail, 2012), hvor begge dokumenter er blevet nærlæst, og illustrative passager er udvalgt til nærmere analyse med henblik på at forstå fagets centrale begreber og antagelser.

## Erhvervsuddannelsernes særegenhed påvirker udvikling af Erhvervsinformatik

Erhvervsuddannelserne adskiller sig markant fra andre uddannelses-typer, hvilket kan give nogle udfordringer, men også nogle muligheder i forhold til Erhvervsinformatik som fag og faglighed. For at forstå disse udfordringer og muligheder, er det væsentlig at gøre sig en række karakteristika omkring erhvervsuddannelser klart.

### **Erhvervsuddannelser er først og fremmest erhvervs- og arbejdsmarkedsorienterede**

Dette understreges på Børne- og Undervisningsministeriets (BUVM) hjemmeside om erhvervsuddannelser, hvoraf det fremgår, at ”med en erhvervsuddannelse får du adgang til det faglærte arbejdsmarked” (BUVM, 2021). Det fremgår også tydeligt i loven om Erhvervsuddannelser, hvor især tre forhold er interessante i denne sammenhæng:

1. Erhvervsuddannelser har først og fremmest som formål at give uddannelsessøgende ”en uddannelse, der giver grundlag for deres fremtidige arbejdsliv, herunder etablering af selvstændig virksomhed”
2. Erhvervsuddannelser har også som formål, at ”bidrage til at udvikle de uddannelsessøgendes interesse for og evne til aktiv medvirken i et demokratisk samfund og bidrage til deres personlige udvikling, karakterdannelse og faglige stolthed”
3. Begge dele med det formål ”at imødekomme arbejdsmarkedets behov for erhvervsfaglige og generelle kvalifikationer vurderet under hensyn til den erhvervsmæssige og samfundsmæssige udvikling, herunder udviklingen i erhvervsstruktur, arbejdsmarkedsforhold, arbejdspladsorganisation og teknologi, samt for en innovativ og kreativ arbejdsstyrke” (jævnfør LBK nr. 1395 af 28/09/2020, kapitel 1, § 1).

Hertil skal det bemærkes, at erhvervsuddannelserne også har et studieforberedende sigte, idet uddannelserne skal ”tilrettelægges således, at de giver eleverne grundlag for videreuddannelse, herunder mulighed for at opnå studiekompetence til relevante videregående uddannelser i tilknytning til erhvervskompetencen” (LBK nr. 1395 af 28/09/2020, kapitel 1, § 1 a.).

Sammenfattende kan det siges, at erhvervsuddannelser overordnet set kvalificerer til fremtidig udøvelse, og for at kunne kvalificere sig til at udøve erhverv, er det nødvendigt, at eleverne

tilegner sig både erhvervsfaglige, personlige og studieforberedende kompetencer (Hansen & Karim, 2020), hvilket vi vender tilbage til i delanalyserne.

### **Erhvervsuddannelser er organiseret som vekseluddannelser**

Størstedelen af de over 100 forskellige erhvervsuddannelser er organiseret ud fra et vekseluddannelsesprincip, som betyder, at eleverne gennemfører deres uddannelse i henholdsvis skolen og på praktiksteder (virksomheder, institutioner med videre). Længden på erhvervsuddannelser varierer og afhænger til dels af elevens forudsætninger. Den typiske længde er på ca. fire år. På de fleste uddannelser, udgør praktikdelen langt størstedelen (2/3) af uddannelsen. Det har betydning for, i hvilken grad erhvervsskolelærere kan påvirke elevernes samlede læring og udvikling. Det betyder også, at elevernes identitet i vid udstrækning formes af praktikstederne, og at der på erhvervsuddannelser er en stor erhvervspædagogisk opgave med at skabe sammenhæng og samspil mellem skole-praktik og teori-praksis.

Den stærke kobling til forskellige erhverv og brancher gør også, at netop redskabsorienteret anvendelse af teknologi, er en del af erhvervsuddannelsernes *raison d'être*. Dette udelukker ikke nødvendigvis en mere almen teknologiforståelse (jævnfør Basballe, Caspersen, Hansen, Hjort, Iversen & Kanstrup, 2021), men det kan give udfordringer i forhold til fagets legitimering blandt elever og lærere.

### **Erhvervsuddannelser er mangfoldige i forhold til indhold og målgrupper**

Betegnelsen 'erhvervsuddannelser' dækker over tre forskellige uddannelsesspor med forskellig opbygning, indhold og målgruppe: for unge (eud), for voksne (euv) og som kombination med gymnasial eksamen (eux). Aktuelt er erhvervsuddannelserne organiseret i fire hovedindgange:

- Omsorg, sundhed og pædagogik
- Kontor, handel og forretningsservice
- Fødevarer, jordbrug og oplevelser
- Teknologi, byggeri og transport

Dette betyder først og fremmest, at 'elevgruppen' på erhvervsuddannelserne er meget heterogen (også inden for de enkelte hovedindgange), hvilket giver nogle didaktiske differentieringsudfordringer eksempelvis i forhold til at motivere og engagere eleverne i forskellige fag og

fagligheder. Det betyder også, at der er nogle væsentlige forskelle med formål. Hvor intet andet nævnes, er vores fokus dog på eud.

### **Erhvervsuddannelser styres i vid udstrækning af arbejdsmarkedets parter**

Ministeriet har det overordnede parlamentariske, økonomiske og retlige ansvar for erhvervsuddannelserne, men arbejdsmarkedets parter spiller en central rolle i styringen og udviklingen af erhvervsuddannelserne. Dette sker blandt andet gennem Rådet for de Grundlæggende Erhvervsrettede Uddannelser (REU) og såkaldte faglige og lokale uddannelsesudvalg, som er sammensat af arbejdsgivere og arbejdstagere fra de pågældende jobområder, som uddannelserne uddanner til. Det faglige udvalg beslutter kompetencemålene for uddannelsen og fastsætter i samarbejde med ministeriet rammerne for uddannelsen.

Dette understreger naturligvis arbejdsmarkedsorienteringen i erhvervsuddannelserne, og nok så væsentligt betyder det, at det er de forskellige faglige udvalg, der hver især beslutter, hvorvidt et nyt fag skal indføres på de uddannelser, som udvalget har ansvar for.

### **Erhvervsuddannelsers praksis er domineret af erhvervspædagogik og -didaktik**

De nævnte karakteristika præger også uddannelsernes undervisningspraksis. Det særlige her er, at de erhvervspraksisser, som eleverne uddanner sig til, udgør omdrejningspunktet for både de pædagogiske og didaktiske overvejelser og lærernes undervisningspraksis. Som vi så ovenfor, er der qua vekselluddannelsesprincippet en forventning om et tæt samspil mellem både teori-praksis og mellem skole- og praktikperioder. Det giver nogle særlige udfordringer, hvor eleverne i erhvervsuddannelserne konstant befinder og bevæger sig i et spændingsfelt mellem egen subjektiv logik og henholdsvis praktikstedernes produktionslogik over for uddannelsesinstitutionens skolelogik (Riis, Rasmussen & Brodersen, 2019; Jørgensen, 2012; Jørgensen, 2009).

I modsætning til almenpædagogikken, som har rødder i skolastisk tænkning, der knytter sig til skolen som institution og direkte undervisning, har *erhvervspædagogikken* rødder i mesterlæren som oplæringsform, hvor eleven i skolen eller lærlingen i praktikperioden gennem selvstændig, men guidet eksperimenteren tilegner sig fagene og erhvervenes praksis og kultur (K. Nielsen, 2012). Hermed lægges der også op til, at det faglige indhold ikke kun tilegnes gennem hovedet, men at krop og sanser anvendes i lige så høj grad.

Den dobbelte fordring, forbundet med erhvervsuddannelsernes sigte mod at forberede eleverne på både arbejdslivet og samfundslivet, udgør også en permanent pædagogisk-didaktisk udfordring.

I 2019 blev *karakterdannelse* og *faglig stolthed* skrevet ind i formålsparagraffen på erhvervsuddannelserne på baggrund af et politisk ønske om at styrke dannelseselementet (Regeringen, 2018). Da der således ikke er tale om (almen-)dannelse som i andre uddannelses-typer, blev der igangsat en større undersøgelse af, hvad de to begreber omhandler, og hvordan de kan imødekommes i erhvervsuddannelsernes praksis (Louw, Gimmler & Albrechtsen, 2020). Her konstaterer forfatterne, at deres begrebsafklaring af karakterdannelse er, at ”det er en karakterdannende proces til faglig stolthed” (Louw, Gimmler & Albrechtsen, 2020, s. 4), og skriver endvidere:

” Denne begrebsafklaring gør det for det første muligt at være sensitiv overfor, at hver enkelt erhvervsuddannelse og fag har en historie, et genstandsfelt og en faglighed. Samtidig udgør ovennævnte begrebsafklaring en samlende ramme for arbejdet med karakterdannelse og faglig stolthed på erhvervsuddannelserne, der udspringer af det, som gør erhvervsuddannelserne ens og unikke – at de alle er rettet mod et specifikt erhverv. (Louw, Gimmler & Albrechtsen, 2020, s. 4).

Informanterne i undersøgelsen skelnede endvidere mellem almindelig og erhvervsdannelse, som erhvervsuddannelserne skal kunne rumme, men hvor sidstnævnte har de bedste vilkår. Endvidere understregede informanterne, at dannelse på erhvervsuddannelserne sker og bør ske gennem fagene – særligt gennem oplevelsen og udførelsen af handlinger og produkter i praksis. Dannelse må ikke blive for ’boglig’. Derfor er det typisk på grundforløbet, der for uddannelserne udgør det længste samlede uddannelsesforløb, at informanterne ser mulighed for at arbejde med den mere almene dannelse (Louw, Gimmler & Albrechtsen, 2020, s. 29).

Det er især gennem uddannelsernes erhvervs- og uddannelses-specifikke fag, at der skabes forbindelse til arbejdslivet, men også i forhold til de mere almene grundfag (for eksempel dansk og matematik) er der en fordring om, at fagene målrettes eller orienteres mod kommende erhverv (jævnfør BEK nr. 1619 af 27/12/2019). Erhvervsdidaktik er karakteriseret ved, at elevernes kommende erhvervsfunktioner og erhvervsopgaver er udgangspunktet for alle didaktiske beslutninger (Hiim & Hippe, 2014). Det betyder konkret, at traditionelle almene didaktiske kategorier som for eksempel mål, indhold, læringsforudsætninger og rammer tænkes og praktiseres i forhold til kommende erhverv, hvilket giver yderligere relationel kompleksitet til lærerens didaktiske opgave.

Det giver også nogle særlige *fagdidaktiske* vilkår, som skal indgå i overvejelser om eksempelvis et nyt grundfags ud- og



afvikling. På erhvervsuddannelser er grundfag typisk udviklet på baggrund af basisfag, hvilket som tidligere nævnt også er tilfældet for Erhvervsinformatik, og også her er der en fagdidaktisk opgave:

” Fag er et felt, der er skåret ud af en anden virkelighed end skolens og bearbejdet til brug i uddannelse og undervisning. Erhvervet kan ikke overføres som helhed til uddannelsen, men udvalgte dele af erhvervets virkelighed kan skæres ud og bearbejdes, så det bliver til undervisning i uddannelsen. Hele den matematiske viden kan heller ikke overføres til matematikundervisningen, derfor må der vælges ud af denne videnskab og bearbejdes til noget, der kan blive meningsfuldt i uddannelse og undervisning. (Svejgaard & Størner, 2010, s. 19)

Når der således skal foretages en fagdidaktisk analyse af Erhvervsinformatik, er det væsentligt at være opmærksom på erhvervsuddannelsernes særegenhed, der også gælder det pædagogiske-didaktiske område.

## Delanalyse 1 – Erhvervsinformatiks identitet

I delanalyse 1 er fokus på læreplanens *hvorfor*, det vil sige, hvordan begrundes og legitimeres faget, hvad er det for et (eller flere) basisfag, som faget er funderet i, og hvad er fagets historie, funktioner og erkendelsesmuligheder? I forhold til Erhvervsinformatiks identitet og formål guides erhvervsuddannelseslærerne på vej i første kapitel af både bekendtgørelsen og vejledningen, hvor fagets kompetenceområder listes og to centrale faglige begreber, henholdsvis digitale artefakter og digitale teknologier, defineres.

### **Erhvervsinformatiks korte historie**

Som en del af den daværende regerings nationale naturvidenskabsstrategi, blev det i 2018 besluttet at udvikle et nyt grundfag om teknologiforståelse til erhvervsuddannelserne (Undervisningsministeriet, 2018). På den baggrund nedsatte Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (STUK) i efteråret 2018 en arbejdsgruppe bestående af deltagere fra professionshøjskoler og erhvervsuddannelser til at udvikle det faglige indhold i det nye fag, der kom til at hedde Erhvervsinformatik. Arbejdsgruppen fik endvidere sparring fra forskellige brancheorganisationer og personer med ekspertise i lignende fagligheder (EMU, 2021).

Erhvervsinformatik er udviklet med afsæt i de eksisterende basisfagligheder design, datalogi og informatik (Basballe, Caspersen, Hansen, Hjort, Iversen & Kanstrup, 2021; Iversen, Dindler & Smith, 2019; Caspersen, Iversen, Nielsen, Hjort & Musaeus, 2018). Endvidere er faget udviklet med tydelig inspiration fra grundskolens nye fag Teknologiforståelse, hvor der er personsammenfald mellem de eksperter og praktikere, der har været inviteret til at udvikle faget i henholdsvis grundskolen og på erhvervsuddannelserne. Dog er Erhvervsinformatik tydeligt målrettet de erhverv og brancher, som eleverne på erhvervsuddannelserne uddanner sig til. Det betyder blandt andet, at kompetencemålene for Erhvervsinformatik adskiller sig fra kompetencemålene for Teknologiforståelse, idet målene i førstnævnte er færre og har et *bevidst* erhvervsrettet sigte.

I modsætning til udvikling af Teknologiforståelse, der i grundskolen blandt andet har omfattet et systematisk afprøvningsforsøg på 46 danske grundskoler fra 1. kl - 9. kl (tekforsøget.dk), er der ikke lignende tiltag på erhvervsuddannelserne, hvor lærerne derfor ikke har samme muligheder for at opkvalificere deres fagfaglige og erhvervspædagogisk-didaktiske viden omkring udvikling af faget og fagligheden. Blandt de 19 erhvervsuddannelser, der aktuelt arbejder med udvikling og afprøvning af faget, er det typisk uddannelser, der i forvejen er teknologitunge, og dermed i en vis udstrækning er vant til at arbejde med erhvervsrettet digital teknologi (Andersen, 2021).

### **Erhvervsinformatiks relation til eksisterende fag**

Ligesom i grundskolen, har erhvervsuddannelserne også mulighed for at afvikle Erhvervsinformatik som enten selvstændigt grundfag eller som faglighed, der integreres i allerede eksisterende fag. Teknologi- og designfag indgår allerede i stort omfang inden for de fire hovedindgange på erhvervsuddannelserne, om end naturligvis i forskellige udmøntninger afhængig af uddannelserne. Her er det dog værd at bemærke, at teknologidelen i teknologiforståelse som fænomen og i faget Erhvervsinformatik henviser til *digital* teknologi, og dette gør sig også gældende i forhold til *digital* design (Iversen, Dindler & Smith, 2020). Det digitale aspekt gør dermed, at der ikke nødvendigvis er overlap mellem Erhvervsinformatik og eksisterende fag, men det anbefales i vejledningen, at faget så vidt muligt tænkes sammen med både andre grund-, erhvervs- og uddannelsesspecifikke fag (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 27).

Nok så væsentligt skal det bemærkes, at i forbindelse med etablering af Erhvervsinformatik, blev det endvidere besluttet at ud fase det tidligere brede og mere almindelige grundfag Informationsteknologi (jævnfør BEK nr. 37 af 15/01/2020, bilag 11). Samtidig blev flere grundfagsbekendtgørelser dog justeret, så der nu er

indskrevet elementer fra Informationsteknologi – eksempelvis i Dansk og Matematik.

### **Erhvervsinformatiks identitet og formål**

Relevansen for faget baseres på den digitale udvikling, der præger vores liv, og i faget Erhvervsinformatik henvises eksplicit til elevernes kommende arbejdsliv. I vejledningen til fagbilaget er der flere passager, der understreger vigtigheden af, at eleverne klædes på til at kunne begå sig kompetent på et digitaliseret arbejdsmarked, som eksempelvis:

” I langt de fleste erhverv, vil medarbejdere på den ene eller anden måde i stigende omfang skulle betjene og indgå i interaktion med digitale artefakter på en sikker, effektiv og fagligt hensigtsmæssig måde. I en verden med øget digitalisering fordrer samfunds- og erhvervsudviklingen på tværs af brancher, at der uddannes faglærte med adgang til og viden om digitale artefakter. Derfor har faget erhvervsinformatik fokus på at give eleverne styrkede forudsætninger for i en professionel og erhvervsfaglig sammenhæng at forstå, anvende, vurdere og medskabe digitale teknologier og artefakter, inden for deres fagområde.

Samtidig bidrager faget til elevernes digitale myndiggørelse og giver redskaber for den enkelte til at forstå, anvende og agere hensigtsmæssigt i forskellige sammenhænge med digital teknologi både inden for erhvervene og som borger i et samfund med øget digitalisering.

(Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 5)

Disse begrundelser udmønter sig i to overordnede formuleringer af fagets identitet i bekendtgørelsen:

- Eleverne i erhvervsuddannelserne skal rustes bedre til at imødegå de krav om digital kompetence, som de møder på arbejdsmarkedet og samtidig lære at forholde sig til den digitale udviklings særlige udfordringer.
- Faget skal bidrage til elevernes digitale dannelse. Faget indeholder konkret praktisk arbejde med at skabe digitale løsninger og giver kompetencer til at vurdere digitale teknologier og automatisering. (BEK nr. 692 af 26/05/2020, bilag 6, 1.1.)

Hermed er det tydeliggjort, at faget Erhvervsinformatik er skabt for at imødekomme en tidstypisk problemstilling om digitalisering, og at faget dermed henter en del af sin begrundelse og legitimitet

i et udfordringsdidaktisk paradigme (Krogh, Qvortrup & Christensen, 2018). Ser man nærmere på fagets formål, fortsætter arbejdsmarkedsorienteringen og det erhvervsrettede fokus, idet eleverne skal:

” [...] arbejde med kendte og nye teknologier, som kan anvendes på arbejdsmarkedet. Faget skal give eleverne kompetencer til at være værdiskabende medarbejdere og dygtige iværksættere i et samfund præget af stigende digitalisering og til at kunne agere som aktive og ansvarsbevidste borgere.  
(Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 5)

Som vi så tidligere skal erhvervsuddannelser generelt – under hensyn til arbejdsmarkedets behov, faglige mobilitet og elevens behov – bidrage til udvikling af elevens erhvervsfaglige og personlige kompetencer. Hertil kommer i et vist omfang bidrag til elevernes studieforberedende kompetencer, om end dette aspekt fylder væsentlig mere på eud end på eud.

Erhvervsfaglige kompetencer drejer sig om, at eleverne gennem uddannelsen tilegner sig viden, færdigheder og kompetencer, der sætter dem i stand til at håndtere faglige udfordringer inden for et af erhvervsuddannelsens fire hovedområder. Erhvervsinformatikens identitet og formål matcher således erhvervsuddannelsernes overordnede formål om først og fremmest at uddanne tidssvarende og kvalificeret arbejdskraft i form af ”værdiskabende medarbejdere og dygtige iværksættere” (som det fremgår af citatet ovenfor).

De personlige kompetencer handler om, at eleverne på ene side udvikler sig til at blive frie, autonome og myndige individer. Her er centrale kompetencer for eksempel selvstændig stillingtagen, samarbejde og kommunikation. Indenfor erhvervsuddannelse kan personlige kompetencer imidlertid også forstås som det at udvikle et tilhørsforhold til en social praksis og at udvikle identitet i forhold til at deltage i en sådan (Jakobsen & Lausch, 2014; Jørgensen, 2012). At være elev på en erhvervsuddannelse er dermed en læreproces, som både handler om at tilegne sig kompetencer, at blive en del af et bestemt praksisfællesskab og at kunne udvikle både personlig relevans, karakter og faglig stolthed i forhold til kvalifikationer og praksisfællesskaber, både i skolen og i praktikken. De personlige aspekter ses mest tydeligt i formålet om digital myndiggørelse.

De studieforberedende kompetencer går på, at eleverne tilegner sig grundlæggende faglig viden inden for en række faglige felter som matematik, læsning, mundtlig og skriftlig kommunikation samt informationsteknologi med henblik på at styrke grundlaget

for fremtidig efter- og videreuddannelse inden for et af de fire erhvervsspor erhvervsuddannelserne retter sig i mod. Dette aspekt er umiddelbart det mindst synlige i Erhvervsinformatiks identitet og formål.

Det er i fagets formål, at man ser de første antydninger af fagets basisfaglige didaktiske position (Nielsen, 2004). Allerede her anvendes fagbegreber som eksempelvis digitale artefakter og digitale teknologier, der defineres fagspecifikt i indledningen til vejledningen. Hermed lægges der fra start op til fokus på en række basisfagligheder, der også kan ses i et studieforberedende perspektiv.

## Delanalyse 2 – Erhvervsinformatiks indhold

I delanalyse 2 er fokus på læreplanens hvad, det vil sige hvilke mål, viden, færdigheder og kompetencer skal eleverne tilegne sig i arbejdet med faget? I forhold til Erhvervsinformatiks indhold guides erhvervsuddannelseslærerne på vej i både bekendtgørelsen og vejledningen, hvor dette beskrives under overskriften 'faglige mål og fagligt indhold'. Disse afsnit har fokus på kompetenceområder, faglige mål, kernestof og supplerende stof.

### **Erhvervsinformatiks kompetenceområder og kernestof**

Erhvervsinformatik udbydes på niveauerne F-C og uddannelsestiden er sat til henholdsvis to uger for eud og tre uger for eux. Som det er tilfældet med andre grundfag på erhvervsuddannelserne, skal de faglige mål for Erhvervsinformatik opfyldes gennem arbejde med både *kernestof* (der er obligatorisk på de pågældende niveauer) og *supplerende stof*, hvor der er større frihed. Kernestoffet skal udgøre 85% af den vejledende uddannelsestid. Faget retter sig mod tre overordnede kompetenceområder, hvortil der er knyttet særlig viden og færdigheder udtrykt i kernestoffet, der stiger i sværhedsgrad i takt med niveauerne. Kompetenceområderne og kernestof på det basale niveau F, fremgår i Tabel 2 herunder.

**Tabel 2.**

Kompetenceområder og kernestof på niveau F i Erhvervsinformatik (BEK nr. 692 af 26/05/2020, bilag 6, 2.1. og 2.2.).

Kompetenceområde	Kernestof (niveau F)
Digital myndiggørelse	<p>Sikkerhed og adfærd</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Cypersikkerhed</li><li>– Informationsspredning og adfærd</li><li>– Erhvervsrettet brug af data*</li><li>– Love og regler ifm. data</li></ul> <p>Analyse af digitale artefakter</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Teknologianalyse</li><li>– Formålsanalyse</li><li>– Brugsstudier</li><li>– Konsekvensvurdering</li></ul> <p>*) Reduceres til fodspor i vejledningen</p>
Erhvervsrettet digital udvikling	<p>Innovations- og designprocesser</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Rammesættelse</li><li>– Idégenerering</li><li>– Inkrementel innovation</li></ul>
Teknologisk handleevne og computationel tankegang	<p>Programmering: Funktioner, variable, sekvenser, løkker og forgreninger</p> <p>Afprøvning og fejlretning</p> <p>Omsætning af problemløsninger til algoritmer gennem dekomposition, abstraktion, mønstre og generaliseringer</p> <p>Datatyper</p>

Det bemærkes også, at det supplerende stof ”vælges med henblik på at bibringe faglig fordybelse og branchespecifikke emner, som ikke er dækket af kernestoffet” (jævnfør Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 24). Dele af det supplerende stof kan endvidere vælges i samarbejde med eleverne, hvis muligt.

Det fremhæves både i bekendtgørelsen og i vejledningen, at begreberne ’digitale artefakter’ og ’digitale teknologier’ er centrale

i faget og dets forståelse af teknologi. I bekendtgørelsen stilles der endda et spørgsmål herom, som faget skal søge at svare på:

- ” Gennem analyse af digitale artefakter opnås forståelse af den teknologi, der ligger bag og dennes potentialer – med andre ord: gør teknologien det, som vi ønsker, den skal gøre, og hvilke andre anvendelsesmuligheder kan man forestille sig, teknologien rummer?  
(BEK nr. 692 af 26/05/2020, bilag 6, 2.)

Her ses det også tydeligt, hvordan analyse af teknologi og forestillinger om alternativer knyttes til opnåelse af *forståelse*, hvilket stemmer godt overens med de antagelser, der ligger i basisfagene. Det er i øvrigt et af de få steder i vejledningen, hvor der ikke eksplicit skabes direkte forbindelse til arbejdsmarkedet. Fokus på de erhvervsfaglige kompetencer, som eleverne forventes at opnå gennem faget, kommer dog tydeligt til udtryk inden for kompetenceområderne.

### **Kompetenceområdet Digital myndiggørelse**

Ifølge vejledningen omhandler dette kompetenceområde:

- ” [...] kritisk, reflektiv og konstruktiv undersøgelse af betydningen af indførelse af digital teknologi og automatisering i de erhverv, som eleverne uddanner sig til, herunder forståelse for sikkerhed, etik og konsekvenser ved digitale teknologier.  
(Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 8)

Om end der i de konkrete mål også nævnes digitale artefakters betydning for samfundet bredt set, så ses det, hvorledes hovedfokus er på at uddanne til arbejdsmarkedet. Mens man kunne have forventet, at digital myndiggørelse (også) ville fokusere på elevernes mere almene digitale dannelse og personlige kompetencer, så er både mål og tilhørende kernestof klart rettet mod de erhverv og brancher, som eleverne uddanner sig til. Det fremhæves endda, idet det fremgår, at:

- ” Det er en særlig pointe, at der anlægges en erhvervsfaglig vinkel på området. Det er således ikke dækkende kun at arbejde med elevernes private kommunikation og digitale fodspor på eksempelvis sociale medier.  
(Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 10)

Det er med andre ord ikke udelukket at arbejde med elevernes personlige digitale liv, men fokus bør primært være på deres kommende

arbejdsliv. Dermed er der risiko for, at digital myndiggørelse reduceres til digitalt myndiggjorte arbejdstagere. I dette kompetenceområde er der også tydelige basisfaglige elementer med *emner* som cybersikkerhed, informationsspredning og brug af data og med udvikling af *færdigheder* i at foretage faglige analyser af digitale artefakter så som gennem teknologianalyse og brugsstudier. Endvidere er måden, hvorpå eleverne kan arbejde med forskellige faglige teknologianalyser eksemplificeret i vejledningen (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 11-12).

### **Kompetenceområdet Erhvervsrettet digital udvikling**

Ifølge vejledningen omhandler dette kompetenceområde:

” [...] konkret praktisk arbejde, som leder frem mod udvikling eller redesign af digitale artefakter, herunder tilrettelæggelse og gennemførelse af iterative designprocesser samt modifikation og videreudvikling af digitale artefakter med relevans i en erhvervsfaglig kontekst.  
(Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 13)

Inden for dette kompetenceområde, er der ikke overraskende også fokus på det erhvervsrettede. Af vejledningen fremgår det endvidere, at eleverne ”får en bedre forståelse af, hvilke overvejelser, der ligger bag udviklingen af digitale teknologier og artefakter, som andre har skabt, og som de selv skal anvende i deres erhverv” (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 14). Herigennem bliver det tydeligt, at *forståelse* primært handler om at kunne afdække intentioner i forhold til en erhvervsrettet kontekst. De erhvervsfaglige kompetencer tilgodeses således i dette kompetenceområde, mens de personlige kompetencer i dette tilfælde drejer sig om at kunne arbejde mere eller mindre selvstændigt afhængigt af fagniveau. Også i dette kompetenceområde ses der tydelige basisfaglige elementer, hvor fokus er på design, og der skal opnås færdigheder inden for innovations- og designprocesser. Her eksemplificeres også i vejledningen, hvorledes eleverne kan arbejde med sådanne processer og det indstilles, at eleverne introduceres til forskellige fagbegreber.

### **Kompetenceområdet Teknologisk handleevne og computationel tankegang**

Ifølge vejledningen omhandler dette kompetenceområde:



” [...] anvendelse af grundlæggende viden om netværk, forståelse af algoritmiske forskrifter, programmering, logisk og algoritmisk tænkning, abstraktion og mønstergenkendelse, datamodellering samt test og afprøvning.  
(Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 18)

I vejledningen præciseres det, at eleverne skal arbejde med kompetenceområdet ”til løsning af problemstillinger i en erhvervsfaglig kontekst” (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 18), og eleverne skal tilegne sig *en grundlæggende forståelse og praksiserfaring* for at opnå målene:

” Populært sagt skal eleverne have åbnet den digitale ’blackbox’ og have en grundlæggende forståelse og praksiserfaring med, hvordan artefakterne arbejder, virker, håndterer data og løser problemer.  
(Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 18)

Som tilfældet var i de to forrige kompetenceområder, er der ikke umiddelbart fokus på elevernes personlige kompetencer, medmindre man opfatter computationel tænkning som et sprog, der skal læres på linje med andre sprog, som en kulturfærdighed. I dette kompetenceområde er der, i højere grad end de forrige, fokus på, at eleverne selv skal skabe eller konstruere dele af digitale artefakter. Teknologisk *handleevne* knyttes dermed til en særlig og snæver del af faget. Det præciseres dog også, at eleverne ”ikke skal være programmører” (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 21), men at arbejdet med programmering i sig selv vil bidrage til den grundlæggende forståelse. Der henvises igen til flere definitioner af fagbegreber, og der eksemplificeres med fokus på erhvervsområder. Forbindelsen til basisfagene datalogi og informatik er meget tydelig her, og kernestoffet her minder til forveksling om det, som ses i Informatik-faget på gymnasieuddannelserne hhx og htx.

## Delanalyse 3 – Erhvervsinformatiks praksis

I delanalyse 3 er fokus på læreplanens hvordan, det vil sige, hvad er fagets didaktiske principper, metoder, aktivitetsformer, læremidler og evalueringsformer? I forhold til Erhvervsinformatiks *inten-*

*derede* praksis guides erhvervsuddannelseslærerne på vej i både bekendtgørelsen og vejledningen, hvor dette går under overskriften 'tilrettelæggelse'. Disse afsnit har fokus på didaktiske principper, arbejdsformer, it i undervisningen og samspil med andre fag. I vejledningen henvises endvidere til yderligere inspiration, eksemplificeringer og materiale på EMU.dk, som vi dog undlader at forholde os til i denne analyse.

### **Didaktiske principper for Erhvervsinformatik**

I nordisk skoletradition blev fagdidaktik uddifferentieret som en specialiseret gren af didaktikken og dermed gjort til et selvstændigt kundskabsområde fra omkring 1960'erne. Dermed blev begrebet almen didaktik udtrykt som noget, der i højere grad beskæftigede sig med overordnede didaktiske spørgsmål om eksempelvis didaktiske kategoriers væsen, udtryksform, karakter og indbyrdes relationer, mens blikket på det mere mål- og indholdsorienterede blev overladt til fagdidaktikken (Krogh, Qvortrup & Christensen, 2018). Den didaktikopfattelse, der danner afsæt for beskrivelse af Erhvervsinformatik i vejledningen, er imidlertid meget bred og indebærer både almindidaktiske og fagdidaktiske elementer.

Undervisning i grundfag på erhvervsuddannelser skal helt overordnet tilrettelægges ud fra de enkelte skolers fælles pædagogiske didaktiske grundlag (FPDG), som er en lovpligtig beskrivelse af skolerens lokale pædagogiske-didaktiske værdier og målsætninger (jævnfør Bekendtgørelsen). FPDG udtrykker prioriteringer i en given periode og kan spænde vidt fra fokus på didaktiske principper for undervisningen (for eksempel undervisningsdifferentiering) til øget samarbejde med lokale og regionale praktiksteder. Loven om erhvervsuddannelser fastslår endvidere, at skoleundervisningen, under hele uddannelsesforløbet, skal omfatte både praktisk og teoretisk undervisning med henblik på at give eleverne fornødne generelle og specielle kvalifikationer, og at dette skal gøres på en helhedsorienteret måde (LBK nr. 1395 af 28/09/2020, kapitel 4, § 22). Lokale prioriteringer og helhedsorientering er dermed forhold, der altid skal tænkes med i udmøntninger af læreplaner på erhvervsuddannelserne. Det fremgår således også i indledningen til vejledningen, at den understøtter "en helhedsorienteret tilgang med eksempler fra undervisningspraksis, som kan bidrage til faglig og pædagogisk fornyelse" (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 1).

Ifølge vejledningen skal undervisningen organiseres omkring temaer og projekter med erhvervsfaglig relevans for den enkelte uddannelsesretning. Det fremhæves, at elevernes oplevelse af faget som værende vedkommende og direkte anvendeligt i faglige

sammenhænge skal sikres gennem 'erhvervsfaglig toning' (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 25). I vejledningens afsnit om tilrettelæggelse indgår også et underafsnit om 'didaktiske principper'. De samme didaktiske principper uddybes yderligere på EMU.dk, hvor der tilknyttes forklaringsvideoer og referencer til, hvorfra man henter den didaktikforståelse, som faget abonnerer på.

De konkrete didaktiske principper er henholdsvis 'Use-modify-create-progression', 'Stepwise Improvement' og 'Worked Examples' (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 25), som alle er at genfinde i de 'Didactical Design Principles' som Caspersen & Nowack har præsenteret for faget Informatik (Caspersen og Nowack, 2013, s. 140-141; Caspersen, 2018). Caspersen og Nowack præsenterer yderligere to principper eller strategier, som Caspersen (2018) også kalder det, henholdsvis *A learning activity is not (necessarily) the same as a knowledge area* og *Learning activities should be application-oriented*, men disse er i sig selv indlejrede i Vejledningens beskrivelse af henholdsvis identitet, formål og arbejdsformer. Endvidere præciseres det, at fagbilaget ikke udelukker andre didaktiske tilgange til faget. De nævnte didaktiske principper forklares med eksempler på digitale artefakter og digitale teknologier, og det fremhæves, hvordan disse kan understøtte udvikling af en computationel tankegang. Der er således tænkt både erhvervs- og fagdidaktisk i forhold til fagets udmøntning.

### **Arbejdsformer i Erhvervsinformatik**

I forhold til arbejdsformer er der tænkt mere almindidaktisk, idet der i første omgang foreslås vekslen mellem overbliksskabende forløb, eksperimenter, øvelser og projekt(er). Her fremhæves også principper om anvendelsesorientering som tilgang til fagets stof. Det bemærkes imidlertid også, at når eleverne skal anvende faglig viden og metoder, er det med henblik på at skabe løsningsforslag til "et konkret og virkelighedsnært problem inden for deres erhvervsfaglige hovedområde eller uddannelse", og det præciseres, at løsningsforslaget skal være "et værdiskabende digitalt artefakt (eller dele heraf), der præsenteres og evalueres" (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 26).

Det anbefales, at eleverne arbejder både individuelt og i grupper i løbet af undervisningen. Herudover skal eleverne løbende dokumentere deres arbejde og progression i faget via portfolio, hvilket lægger op til portfoliodidaktik, der i sig selv kan være en ny måde at undervise og evaluere på, idet det på én gang både er en evalueringsform, et pædagogisk redskab og et didaktisk greb (Lund, 2008). Derfor henvises der også til yderligere materiale herom, og i det efterfølgende hovedafsnit

om 'dokumentation' gives eksempler på, hvilke dele af de tre kompetenceområder, der med fordel kan dokumenteres i elevernes porteføljer (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 28).

### **It i erhvervsinformatikundervisningen**

Ikke overraskende fremgår det af vejledningen, at 'it og medier' fylder meget i faget som redskaber for læreprocesser, men også i arbejdet med udvikling af digitale artefakter. Programmering og programmeringssprog fremhæves som værende centrale elementer i faget, og her påpeges det, at eleverne må forventes at have vidt forskellige forudsætninger, hvorfor der skal *undervisningsdifferentieres* for at sikre individuel progression. I afsnittet om it gøres der også opmærksom på, at det er gennem arbejdet med digitale artefakter og digitale teknologier, at eleverne opnår både specifikke faglige digitale kompetencer og almene digitale kompetencer. Dette understreges også i følgende formulering:

”

Gennem undervisningen skal faget bidrage til at udvikle elevernes digitale myndiggørelse; analytisk, konstruktiv, kritisk og kreativ forståelse og anvendelse af digitale teknologier.

(Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 27)

Her ser vi endnu et af de få steder i vejledningen, hvor der ikke skabes direkte relation til den erhvervsfaglige kontekst. Hvad angår fagets læremidler i form af konkrete digitale artefakter og teknologier, henvises til "et stort udbud af *frit tilgængelige* undervisningsplatforme og netbaserede applikationer, der kan understøtte læreprocesserne i faget" (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2019, s. 27 – vores kursivering). I et fag, hvor formålet er, at eleverne udvikler kritisk forståelse overfor digitale artefakter og teknologier, er det tankevækkende, at lærerne på denne måde opfordres til at anvende kommercielle teknologier.

Endelig anbefales det, som tidligere nævnt, at faget, så vidt muligt, gennemføres i samspil med andre fag i uddannelsen, hvorved det overordnede princip om en helhedsorienteret tilgang til undervisningen fremhæves. Som det også var tilfældet i forhold til Erhvervsinformatiks kernestof inden for kompetenceområdet 'Teknologisk handleevne og computationel tænkning', er der også i vejledningen om tilrettelæggelse klare paralleller til gymnasiefaget Informatik, hvilket understreger den dominerende basisfaglighed.

## Konklusion

Med denne artikel har formålet været at bidrage til en fagdidaktisk analyse af erhvervsuddannelsernes nye grundfag Erhvervsinformatik. Gennem tre delanalyser har vi søgt svar på, hvordan Erhvervsinformatiks identitet, indhold og intenderede praksis, er tænkt i forhold til erhvervsuddannelsernes særkende og hensigten med at uddanne i den nye faglighed. Hermed bidrager artiklen specifikt med fagdidaktisk viden om den nye teknologiforståelsesfaglighed, som denne tænkes i læreplaner inden for erhvervsuddannelser og mere generelt med viden om erhvervsuddannelser i forskningsfelter (fagdidaktik og teknologiforståelse), der ellers typisk er domineret af andre uddannelses-typer.

Som vi så i indledningen, fremhæves det, at teknologiforståelsesfagligheden baserer sig på et grundlag af både naturfaglige, humanistiske og samfundsfaglige elementer. Her har analyserne vist, at Erhvervsinformatik på indholdssiden særligt domineres af naturfaglige basisfag som datalogi og informatik. Heroverfor er det intentionen, at fagets designfaglighed, særligt den skandinaviske, partcipatoriske tilgang skal sikre, ”at eleverne ikke kun lærer programmeringsfærdigheder i skolen, men også bliver involveret i en sådan grad, at de kan begynde at erkende og skabe med teknologien” (Wagner, Iversen & Caspersen, 2020, s.10). Imidlertid kan vores analyser give anledning til at problematisere dels vægtningen mellem de forskellige basisfag, og dels det forhold, at designfagligheden primært tænkes udmøntet som et processuelt didaktisk greb, det vil sige som et middel til at nå specifikke mål, fremfor som et tungere indholdselement, hvor der kunne være fokus på de mere humanistiske og samfundsfaglige aspekter, herunder ikke mindst teknologifilosofi og -historie.

Hvad angår *erhvervsuddannelsernes særkende*, så har analyserne vist, at faget i stor udstrækning matcher uddannelsernes overordnede formål om at uddanne kvalificeret arbejdskraft, og at der gennem fagets indhold og intenderede praksis er tænkt både fag- og erhvervsdidaktisk. Med fagets eksplicite fokus på erhvervsfaglige kompetencer og anvendelse i erhvervsfaglige kontekster søges der også at imødekomme erhvervsuddannelsernes vekselsprincip gennem koblinger og samspil mellem teori-praksis og skole-praktik. Det kan imidlertid diskuteres i hvilken udstrækning lærere på særligt grundforløbet, hvor faget primært udbydes aktuelt, kan motivere og engagere elever, der endnu ikke har den store erhvervspraktiske viden og erfaring. Omvendt viser forskning i erhvervsuddannelser (Hansen & Karim, 2020; Riis, Rasmussen & Brodersen, 2019), at det netop er de erhvervsfaglige og erhvervspraktiske aspekter, der typisk virker

motiverende i sig selv, idet der herigennem markeres den største forskel i forhold til andre uddannelsestyper, eleverne har erfaringer med.

Desuagtet ovenstående, leder dette imidlertid også frem til en mere generel bekymring omkring den didaktiske rammesætning af faget, hvor didaktik reduceres til at være et spørgsmål om 'tilrettelæggelse'. I tysk-skandinavisk tradition knytter begrebet didaktik sig tæt til det at undervise som en teoretisk funderet disciplin og ikke alene til den mere snævre instruktionslære (Dohn & Hansen, 2016). En bredere didaktikforståelse ville derfor også inkludere mere teoretiske overvejelser om grundlæggende didaktiske spørgsmål, særligt undervisningens og fagets 'hvorfor'. Som analyserne har vist, er Erhvervsinformatik præget af en udfordringsdidaktisk tænkning, men der gives reelt ingen teoretiske begrundelser herfor, i og med fokus i vejledningen er på at legitimere det basisfaglige grundlag. Som sådan er erhvervsuddannelseslærerne overladt til selv at gennemskue faget og faglighedens bagvedliggende intentioner og antagelser. Her adskiller erhvervsuddannelsernes rammer for udvikling af fagligheden sig markant i forhold til eksempelvis grundskolen. Den tilsyneladende bagvedliggende antagelse om, at erhvervsuddannelseslærerne allerede er fagfagligt kvalificerede må derfor problematiseres, da faget også er tænkt i samspil med fag, hvor lærerne ikke nødvendigvis har sådanne forudsætninger. Hertil kommer, at selve det at lære at undervise i en ny faglighed, efter vores vurdering, ikke kan klares alene via en vejledning og tilhørende inspirationsmateriale på en hjemmeside.

*Hensigten med at uddanne i den nye faglighed* er, som vi så indledningsvist, at etablere en fundamental teknologiforståelse med et almindende formål op gennem uddannelsessystemet. I tilfældet med Erhvervsinformatik synes denne ambition ikke umiddelbart at kunne indfries, men det kan også diskuteres, om det overhovedet er et hensigtsmæssigt formål på erhvervsuddannelser. Der synes ikke at være tvivl om, at erhvervslivet og arbejdsmarkedet i det hele taget har brug for digitalt myndiggjorte arbejdstagere, og det er erhvervsuddannelsernes primære formål at sørge herfor. På den anden side, skal eleverne på erhvervsuddannelserne stadig også kunne fungere som digitalt myndiggjorte eller dannede borgere, og her kan vi godt være bekymrede for fagets præmis om, at det at arbejde med digitale artefakter og teknologier i en erhvervs-mæssig kontekst i sig selv er nok til, at eleverne også udvikler mere personlig viden og kompetencer på det digitale område.

Det kan i denne sammenhæng være værd at overveje, at teknologi bredt favnende også repræsenterer overordnede almenmenneskelige

problemstillinger og ikke kun løsninger og viden, færdigheder, kompetencer, der bliver efterspurgt på arbejdsmarkedet. Teknologi kan virke fremmedgørende og helt grundlæggende ændre omstændighederne for det at indgå i eksempelvis arbejdsrelationer, udføre opgaver og i det hele taget påtage sig arbejde, så teknologi i sig selv er ikke et løsen. Basisfagligheder som datalogi og informatik kan sikre fagets erhvervsorientering, men burde også kunne være anledning til udvikling af dybere forståelse, såfremt der blev tænkt mere i en kombination mellem det erhvervsrettede og det mere brede og til tider ganske udefinerbare, nemlig det menneskeligt dannende.

Taget i betragtning, at det mere almendannende grundfag, Informationsteknologi, blev udfaset samtidig med Erhvervsinformatiks indførelse, kan der opstå et videns- og kompetencehul. Her er det tanken, at eleverne på erhvervsuddannelserne, på sigt, kommer digitalt myndiggjorte eller dannende fra grundskolen og dennes teknologiforståelsesfag. Det ligger dog ikke lige om hjørnet, og det er heller ikke alt stof, der fæstner sig i første omgang. Herudover er det også værd at bemærke, at store dele af det arbejdsmarked, som erhvervsuddannelserne retter sig imod, i stadig stigende grad, *også* efterlyser kandidater med mere almene digitale kompetencer og dannelse. Så meget desto mere, kan der være grund til at gentænke de dele af Erhvervsinformatik, hvor der med relativt få ændringer i kernestoffet kunne gøres bedre plads til nogle af de mere humanistiske og samfundsfaglige aspekter, som vi tidligere har efterlyst. Det kunne måske også være med til at udbrede faget, så det kom til at omfatte flere af de over 100 erhvervsuddannelser og dermed kom langt flere elever, men også flere arbejdspladser til gode.

I gap-analysen omkring teknologiforståelse fra Den nationale kapacitetsgruppe (jævnfør Basballe, Caspersen, Hansen, Hjort, Iversen & Kanstrup, 2021), fremhæves det, at det *nye* i fagligheden blandt andet består i målet om at udvikle en fundamental forståelse af teknologi, der samtidig sættes i et modsætningsforhold til en redskabsorienteret tilgang. For erhvervsuddannelserne vil dette være en falsk modsætning, idet anvendelse af de forskellige erhverv og branchers redskaber, herunder også digitale artefakter og teknologier, netop er en del af uddannelsernes *raison d'être* og dermed fagets legitimering for både elever, lærere og aftagere. Derfor kan det også problematiseres, at teknologiforståelse italesættes som en uniform faglighed, der har lige relevans for alle typer af uddannelser. Her er det vores vurdering, at forståelse af (digital) teknologi må afhænge af den uddannelsesspecifikke kontekst og de overordnede intentioner, der er med forskellige uddannelsesstyper på langs og på tværs i systemet.

Endelig skal det nævnes, at vi i artiklen her har haft

fokus på den intenderede praksis, som den er beskrevet i læreplanen. Hvordan faget reelt udmøntes, og dermed hvordan erhvervsuddannelseslærerne transformerer fagets læreplan til noget, der giver mening i undervisningen og for eleverne, kan analyserne ikke sige noget om. Det synes derfor også nærliggende, at fremtidig forskning netop bør rette blikket mod praksis ude på skolerne og også gerne i det væsentlige samspil med praktikstederne, således at der kan opnås en dybere forståelse af undervisningsfaget Erhvervsinformatik og den tilhørende forståelse af teknologi. Til dette hører også fokus på de organisatoriske og ledelsesmæssige rammer samt de fagfaglige og erhvervspædagogiske-didaktiske forudsætninger lærerne har for at kunne undervise i faget.

## Referencer

- Andersen, B.** (2021). *Personlig kommunikation med STUKs fagkonsulent*.
- Basballe, D., Caspersen, M., Hansen, B. L., Hjort, M., Iversen, O. S. & Kanstrup, K. H.** (2021). *Gap-analyse af teknologiforståelse i det danske uddannelsessystem fra grundskole til ungdomsuddannelser*. Danske Professionshøjskoler og Danske Universiteter.
- Bekendtgørelse** af lov om erhvervsuddannelser (LBK nr. 1395 af 28/09/2020). Lokaliseret på <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1395>
- Bekendtgørelse** om erhvervsuddannelser (BEK nr. 1619 af 27/12/2019). Lokaliseret på <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/1619>
- Bekendtgørelse** om grundfag, erhvervsfag, erhvervsrettet andetsprogsdansk og kombinationsfag i erhvervsuddannelserne og om adgangskurser til erhvervsuddannelserne (BEK nr. 692 af 26/05/2020). Lokaliseret på <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/692#idf6d74b83-316c-491a-871c-3904eb62c380>
- Bekendtgørelse** om grundfag, erhvervsfag, erhvervsrettet andetsprogsdansk og kombinationsfag i erhvervsuddannelserne og om adgangskurser til erhvervsuddannelserne (Historisk) (BEK nr. 37 af 15/01/2020). Lokaliseret på <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/37>
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2021). *Om erhvervsuddannelser*. BUVM. <https://www.uvm.dk/erhvervsuddannelser>
- Caspersen, M. E.** (2018). Teaching Programming. I: S. Sentance, E. Barendsen & C. Schulte (red.), *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning* (s. 109-130). Bloomsbury Publishing.
- Caspersen, M. E.** (2017). Computational Thinking. I: J. Dolin, G. H. Ingerslev & H. S. Jørgensen (red.), *Gymnasiepædagogik - en grundbog* (3. udg., s. 470-477).



- Caspersen**, M. E. & Nowack, P. (2013). *Computational Thinking and Practice – A Generic Approach to Computing in Danish High Schools*. Proceedings of the Fifteenth Australasian Computing Education Conference (ACE20139, Adelaide, Australia. Lokaliseret den 6.12.2021 på: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.710.7635&rep=rep1&type=pdf>
- Chenail**, R. J. (2012). Conducting Qualitative Data Analysis: Reading Line-by-Line, but Analyzing by Meaningful Qualitative Units. *The Qualitative Report*, 17(1), 266-269. DOI:10.46743/2160-3715/2012.1817
- Cunningham**, C. M. & Kelly, G. J. (2017). Epistemic practices of engineering for education. *Science Education*, 101(3), 486-505. DOI:10.1002/scs.21271
- Dohn**, N. B. & Hansen, J. J. (2016). *Didaktik, design og digitalisering*. Samfundslitteratur.
- EMU** (2021). *Præsentation af arbejdsgruppen for udvikling af faget*. Lokaliseret den 6.12.2021 på: <https://emu.dk/eud/erhvervsinformatik/introduktion-til-faget/præsentation-af-arbejdsgruppen-udvikling-af-faget?b=t437-t2837-t2840>
- Goodlad**, J. I., Klein, M. F. & Tye, K. A. (1979). The domains of curriculum and their study. I: J. I. Goodlad, (red.), *Curriculum inquiry: The Study of Curriculum Practice*, (s. 43-76). McGraw-Hill.
- Gundem**, B. B. (1996). Core curriculum – cultural heritage – literacy: Recent perspectives and trends in Norwegian education. I: E. Marum (red.), *Children and books in the modern world: An international perspective on literacy*, (s. 55-71). Falmer Press.
- Hansen**, J. J. (2021). Teknologiforståelsesdidaktik: problemløsning, empowerment, eksistens, udfordring og innovation. I: N. Dohn, R. Mitchell & R. Chongtay (red.), *Computational thinking. Teoretiske, empiriske og didaktiske perspektiver* (s. 235-263). Samfundslitteratur.
- Hansen**, J. J. & Karim, A. S. (2020). *Alt drejer sig om it. Erhvervsskolelæreres tilgang til it*. Syddansk Universitet & Center for It i undervisningen.
- Hansen**, J. J. (2012). Fagdidaktiske diskurser: fagdidaktik som videnskab, som politisk diskurs og som praksisvejledning. I: E. Krogh & F. V. Nielsen (red.), *Sammenlignende fagdidaktik 2. Cursiv* (9), 225-234.
- Hiim**, H. & Hippe, E. (2014). *Didaktik for fag- og professionslærere*. Gyldendal.
- Hopmann**, S., Künzli, R. & Wisbech Jacobsen, B. (1995). Læseplansarbejdets muligheder og Begrænsninger. Et grundrids af en læseplansteori. I: K. Snack (red.), *Læseplansstudier 3* (s. 339-370). Danmarks Lærerhøjskole.
- Imsen**, G. (2013). *Lærerens verden – indføring i almen didaktik* (5. udg.). Gyldendal.
- Iversen**, O. S., Dindler, C. & Smith, R. S. (2019). *En designtilgang til teknologiforståelse*. Dafolo.
- Jakobsen**, K. H. & Lausch, B. (2014). Unges identitetsdannelse i EUD. I: T. Størner & K. H. Sørensen (red.), *Elever i erhvervsuddannelserne* (s. 145-157). Munksgaard.
- Jank**, W. & Meyer, H. (2012). *Didaktiske modeller. Grundbog i didaktik*. Gyldendal.
- Jørgensen**, C. H. (2012). Fagligheden i erhvervspædagogikken. I: J. A. Hansen & T. Størner (red.), *I lag med erhvervspædagogikken* (s. 19-27). Erhvervsskolernes Forlag.

- Jørgensen, C. H.** (2009). Fag mellem arbejde, organisation og uddannelse: har fagene fremtiden bag sig? *Tidsskrift for arbejdsliv*, 11(3), s. 13-31. DOI:10.7146/tfa.v11i3.108819
- Krogh, E., Qvortup, A. & Christensen, T. S.** (2018). *Almen didaktik og fagdidaktik*. Frydenlund.
- Louw, A. V., Gimmler, A. & Albrechtsen, T. R. S.** (2020). *Program om karakterdannelse på erhvervsuddannelserne. Opsamling på forundersøgelse – januar 2020* (1.udg.). Aalborg Universitet.
- Lund, B.** (red.) (2008). *Portfolio i et lærings- og uddannelsesperspektiv*. Aalborg Universitetsforlag.
- Lundstrøm, A. M.** (red.) (2020): *Fra Kierkegaard til koder: Computational Thinking i gymnasiet*. System Academic.
- Nielsen, K.** (2012). Almenpædagogik og erhvervspædagogik. I: J. A. Hansen & T. Størner (red.), *I lag med erhvervspædagogikken* (s. 29-33). Erhvervsskolernes Forlag.
- Nielsen, F.V.** (2004). Fagdidaktikkens kernefaglighed. I: K. Schnack (red.), *Didaktik på kryds og tværs* (s. 25-45). Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Nielsen, F. V.** (2012). Fagdidaktik som integrativt relationsfelt. I: E. Krogh & F. V. Nielsen (red.), *Sammenlignende fagdidaktik 2. Cursiv* (9), 11-32.
- Petersen, C. K.** (2017). Potentiale og realiserbarhed i forsøglæreplanen for Informationsteknologi C og B i gymnasiet. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, (2), 57-84. DOI:10.7146/lt.v2i1.107730
- Regeringen** (2018). *Aftale mellem regeringen, Socialdemokratiet, Dansk Folkeparti, Radikale Venstre og Socialistisk Folkeparti om Fra folkeskole til faglært – erhvervsuddannelser til fremtiden*. Lokaliseret på <https://www.regeringen.dk/media/5958/fra-folkeskole-til-faglaert-erhvervsuddannelser-til-fremtiden.pdf>
- Undervisningsministeriet** (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. UVM. Lokaliseret på <https://www.uvm.dk/publikationer/folkeskolen/2018-national-naturvidenskabsstrategi>
- Riis, M., Rasmussen, C. L. & Brodersen, A.** (2019). *Skitse til en grænsekrydsningsdidaktik i erhvervsuddannelser: Med fokus på muligheder for at skabe samspil og sammenhæng gennem brug af informations- og kommunikationsteknologi*. Københavns Professionshøjskole.
- Schleiermacher, F.** (1826/1957). *Pädagogische Schriften*. I: W. Flitner, T. Schulze & E. Weniger. *Die Vorlesungen aus dem Jahre 1826*. Helmut Küpper.
- Schubert, W. H.** (2008). Curriculum Inquiry. I: F. M. Connelly, M. F. He & J. Phillion (red.), *The SAGE Handbook of Curriculum and Instruction* (s. 399-419). Los Angeles: Sage Publications, 2008. pp. 399-419. DOI:10.4135/9781412976572.n19
- Styrelsen for Undervisning og Kvalitet** (2019). *Vejledning til Grundfagsbekendtgørelse Erhvervsinformatik*. STUK.
- Svejgaard, K. & Størner, T.** (2010). Fag i erhvervsuddannelse. I: T. Størner & J. A. Hansen (red.), *Erhvervspædagogik - mål, temaer og vilkår i eud's verden* (2. udg., s. 19-25). Erhvervsskolernes Forlag.
- Taba, H.** (1962). *Curriculum development: Theory and practice*. Harcourt, Brace & World.

- Van den Akker, J.** (2004). Curriculum perspectives: An introduction. I: J. Van den Akker, W. Kuiper & U. Hameyer, *Curriculum landscapes and trends* (s. 1-10). Springer.
- Von Oettingen, A.** (2016). *Almendidaktik – mellem normativitet og evidens*. Hans Reitzels Forlag.
- Wagner, M., Iversen, O. S. & Caspersen, M.E.** (2020). Teknologiforståelsens rationale: På vej mod computationel empowerment i den danske grundskole. *Unge Pædagoger. Tema: Teknologiforståelse på skemaet. UP* (1), s. 6-14.

# Abstract

---

Artiklen undersøger teknologiforståelses fagfornyende potentiale i billedkunstfaget, og hvordan en egentlig fagintegration er mulig. Undersøgelsen rammesættes af aktuel billed- og visuel kulturpædagogisk forskning, mens undersøgelsens analytiske perspektiv trækker på sociomateriel teori, som bidrager til at skubbe til traditionelle dikotomier om mennesket som den handlende og teknologien som objekt for handlinger. Undersøgelsens empiriske materiale er seks didaktiske prototyper, som blev udviklet i det nationale Tekforsøg (2019-2021) rammesat af teknologiforståelsesfagets viden- og færdighedsmål om programmering i billedkunst for indskoling. Analysen af prototyperne peger på nye æstetiske udtrykskvaliteter, som kan være potentielt fagfornyende. Artiklen argumenterer for, at en potentiel fagintegration alene vil kunne ske i det omfang, at programmering knyttes til computationel tænkning og digital myndiggørelse. Derved kan formålene bag både billedkunstfaglighed og teknologiforståelsesfaglighed bidrage til, at skolens demokratiske formål imødekommes.

The article investigates an integration between technology comprehension and visual arts education as a potential transformation of visual arts education. The investigation was framed by current image and visual cultural pedagogical research, while an analysis of six prototypes developed in the national Tekforsøg [Tech experiment] (2019-2021) formed the empirical basis and was analysed drawing on socio-material theory, which pushes dichotomies between man as the sole actor and technology as the object of actions. The prototype analysis focused on programming which was singled out as a crucial learning goal in the Tech experiment and pointed to new aesthetic cognition and qualities of expression that can be potentially innovative. The article argues that a potential subject integration can only take place to the extent that programming is linked to computational thinking and digital empowerment. Thereby, the intentions behind both disciplines to contribute to the school's democratic purpose can be met.

# ”Har I robotter til at male for jer?”

Et fagdidaktisk perspektiv på teknologiforståelses fagfornyende potentiale i billedkunst

## Ny faglighed i eksisterende faglighed

”Har I robotter til at male for jer?” er en gengivelse af et spørgsmål, der blev stillet til forfatterne af denne artikel i forbindelse med en præsentation af seks didaktiske prototyper udviklet til billedkunsthaget i grundskolen, som den ene af forfatterne har deltaget i udviklingen af, og den anden var faglig reviewer på. Prototyperne blev udviklet som læringsressource til faget i det nationale forsøg om teknologiforståelse i billedkunst i folkeskolen i perioden 2019-2021 (BUVM, 2018-2021), inden for forsøgets prædefinerede ramme af fællesmål for teknologiforståelse i billedkunst (UVM, 2019).

Baseret på en sociomateriel analyse af disse prototyper rammesat af nedslag i digitale teknologier i billedkunsthaget i indskolingens fokuserer denne artikel på, hvordan fagligheden i teknologiforståelse kan bidrage med fagfornyende indhold i billedkunsthaget i form af nye praksisformer og erkendemuligheder. Desuden hvordan en potentiel fagintegration mellem to fagligheder vil kunne styrke forsøgets intentioner om at bidrage til skolens demokratiske formål: at ”udvikle [elevernes] erkendelse og fantasi”, (...) ”tillid til egne muligheder og baggrund for at tage stilling, (...) og forberede eleverne til deltagelse, medansvar, rettigheder og pligter i et samfund med frihed og folkestyre” (BUVM, 2020). Billedkunsthaget er med sin formålsbeskrivelse forpligtet på æstetisk dannelse samtidig med opfyldelsen af kompetencemål: at fremstille billeder, analysere billeder og kommunikere med billeder. Det er denne dobbelte funktion af uddannelse og dannelse *gennem* billeder og *i* billeder, der er fagets signatur.

Det fagfornyende kan opstå i mødet mellem den computationelle tænkning og samtidskunstens konceptuelle praksis. Terminologien for datalogi (logisk ræsonnement) og for billedkunst (andethedserfaringer) repræsenterer traditionelt to divergerende praksisformer. Teknologiforståelsesfaglighed i billedkunst kan etablere et

Af Mie Buhl, Aalborg Universitet, &  
Kirsten Skov, Københavns Professionshøjskole

'fælles tredje', der udvikles i mødet mellem datalogi og samtidskunstens praksisformer.

I forsøget med teknologiforståelse i billedkunst (UVM, 2019) blev tre områder fra teknologiforståelsesfagets kompetenceområder føjet til billedkunsthøjets tre kompetenceområder. Det drejer sig om *programmering og konstruktion*, der blev føjet til Billedfremstilling, *teknologianalyse* blev tilføjet Billedanalyse, og *brugsstudier* blev tilføjet Billedkommunikation. Tilføjelserne er ikke alene en udvidelse af fagets eksisterende kompetenceområder, men også et møde med et datalogisk paradigme, som ikke uden videre kan realiseres uden stillingtagen til billedkunsthøjets didaktiske praksis- og vidensgrundlag.

Med tilføjelsen af teknologiforståelsesfaglighedens kompetenceområder til billedkunsthøjets i forsøgsperioden skulle to fagligheder finde hinanden. Billedkunsthøjets fik tildelt den del af teknologiforståelsesfagligheden, der omhandler *teknologisk handleevne*, og i den forbindelse har forsøgets seks didaktiske prototyper skullet udvikle billedfremstillingsdelen omkring områderne *programmering og konstruktion*. Det er i dette møde mellem programmering og billedfremstilling, at artiklen undersøger det potentielt fagfornyende. Det er imidlertid også her, udfordringen ligger i forhold til fagforståelsen i billedkunst og i forhold til, hvordan programmeringsaktiviteterne gribes an.

Spørgsmålet om robotterne som de nye 'malersvende' blev stillet af en sydafrikansk kollega på en international konference om e-learning. Hun undrede sig over programmerings tilstedeværelse i et skolefag, der traditionelt forbindes med håndgjorte billedæstetiske manifestationer i form af for eksempel maleri. Hun undrede sig over den ændrede praksis i skabelsen af et æstetisk artefakt. Billedkunst forbandt hun tydeligvis med en teknologifri zone. Traditionelt skabes artefaktet i en proces af direkte hånd-øje-koordination i bearbejdningen af et fysisk materiale frem mod et billedudtryk. Skiftet til at processen med hånd-øje-koordination nu gælder tastning af koder, der kan programmere en computer til at skabe det digitale artefakt, er et brud med denne opfattelse.

Om grunden til den gode e-learning-kollegas undren over at få præsenteret didaktiske prototyper, der så og sige udliciterer udførelsen af et billede til en robot, var en reaktion på en ny faglig dovenskab, hvor eleverne ikke en gang skal have fat i malerpenslen længere, er ikke til at vide. Men udsagnet peger ikke desto mindre på et centralt forhold, der gør sig gældende i brugen af teknologi til billedfremstilling: digital programmering forskyder selve udførelsesdelen af et billede fra menneskekrop til computerteknologi – enten via robotter eller på computerskærmens interface. Derved forskydes også de fordrede færdigheder fra at kunne mestre for eksempel en blyant,

pensel eller lerslynge til at kunne mestre programmeringens sprog og det aktivitetssystem, der går i gang.

Den sydafrikanske kollegas enkle spørgsmål pin-pointer en problemstilling, som denne artikel tager et fagdidaktisk afsæt i: *Skal danske skoleelever lære at male selv, eller skal de lære at få en robot til at gøre det for sig?* Artiklen vil imidlertid ikke besvare spørgsmålet med samme enkelhed, fordi spørgsmålet alene forholder sig til at kunne eller ikke kunne programmere som en datalogisk færdighed, hvor programmering går ud på at udvikle software til elektronisk databehandling ved hjælp af et programmeringssprog. I eksemplet vil det betyde at få robotten til at sætte spor (udføre malehandlingen). En forståelse af programmeret billedfremstilling, der alene fokuserer på elevens tilegnelse af tekniske færdigheder, kan miste koblingen til det datalogiske erkendelsesgrundlag, som knytter sig til computationel tankegang. Denne kobling rummer et potentielt fagfornyende aspekt af en billedfremstillende proces, der måske vil kunne bringe skolefaget nærmere samtidskunstens praksis og deltagelsesformer. Dermed vil programmeret billedfremstilling kunne være med til at opdatere det kunstneriske og sociokulturelle erkendelsesgrundlag, som er udtrykt i fagets formålsbeskrivelse: "I faget billedkunst skal eleverne som deltagere i og medskabere af kultur og som del af deres kreative udvikling og æstetiske dannelse udvikle deres kundskaber om kunstens og mediekulturens billedformer, som de fremstår i lokale og globale kulturer" (BUVM, 2019, stk. 3). Det kunstneriske og sociokulturelle erkendelsesgrundlag driver billedprocesserne og er kendetegnet ved, at formgivning af visuelle artefakter og design af koncepter for handling peger på fænomener i fællesskabets sociale liv. Formålet i begge tilfælde er at udfordre vante forestillinger om liv og samfund gennem udformning af eller i mødet med et artefakt eller koncept, der kan skabe en "andethedserfaring" (Lehmann, 2013). I den forstand er billedkunstfagets formål at vise og uddybe nye problemer frem for at løse allerede kendte problemer. Endemålet er at beherske faglighedens kompetenceområder med henblik på æstetisk dannelse og har en funktion i forhold til et andet af teknologiforståelsesfaglighedens kompetenceområder: digital myndiggørelse.

Programmering uden computationel tænkning og en reduktion af digital myndiggørelse til at omhandle brugsstudier kan vanskeliggøre en opfyldelse af billekunstfagets formål om æstetisk dannelse og føre til en instrumentaliserings af de billedfaglige aktiviteter. Det gælder dels *i* den billedfremstillende praksis, hvor det at lære at programmere vil stå som en række handlinger uden tilknytning til nye måder at tænke på, dels *af* den billedfremstillende praksis, hvor det at lære at programmere vil stå som en række handlinger uden formål og uden kontekst. Dette kan føre til tab af både teknologiforståelses-

faglighed og billedkunstfaglighed og ikke mindst potentialerne i integrationen mellem de to. Denne artikels undersøgelsesspørgsmål er derfor:

## Hvordan kan programmeringspraksis bidrage med fagfornyende potentiale inden for rammerne af billedkunstfagets formål?



### Metode og analysestrategi

Undersøgelsesspørgsmålet behandles gennem en analyse og diskussion af seks didaktiske prototyper, der er udviklet i et nationalt teknologiforsøg i Folkeskolen til billedkunstfaget i indskoling (BUVM, 2018-2021). Prototyperne blev udviklet med afsæt i en generisk forløbsmodel, der bygger på principper om en faseopdelte undervisningstilrettelæggelse med inddragelse af elevforudsætninger og udfordring af disse med sigte på nye forståelser og kompetencer (BUVM, 2018-2021).

Prototypeanalysen er rammesat af teoretiske nedslag i fagdidaktisk forskning i billed- og visuel kultur med fokus på digitale medier (for eksempel Knochel & Patton, 2015; Rasmussen, 2017; Buhl, 2019), hvor relationen mellem billedkunstfaget og brug af digital teknologi beskrives historisk og aktuelt med afsæt i en dansk kontekst. Formålet er at tydeliggøre det billedfaglige paradigme, som det datalogiske paradigme skriver sig ind i, her repræsenteret ved teknologiforståelsesfaglighedens kompetencer: programmering, det vil sige kunne udføre handlinger med et computationelt sprog; computationel tænkning, det vil sige en analytisk nedbrydning af problemstilling til et computationelt sprog samt digital myndiggørelse, det vil sige en reflektiv forståelse af digitale artefakters betydning. Det er særligt fraværet af computationel tænkning og digital myndiggørelse i tekforsøget i billedkunstfaget (BUVM, 2018-2021), som rammesætningen forholder sig til. Endvidere er formålet at pege på, at en adskillelse af disse tre kompetencer i billedkunstfaget kan føre til en instrumentel brug af programmering, der kan begrænse såvel billedfaglig som teknologifaglig progression. Herefter følger en præsentation af de analyserede didaktiske prototyper fra Tekforsøget (BUVM, 2018-2021), som udgør artiklens empiri med henblik på at identificere programmeringsaktiviteternes potentialer for fagfornyelse i billedkunst. Strategien for analyse af billedkunstprototyperne baserede sig på sociomateriel teori, hvor faglig praksis anskues som et kontinuum af humane og non-humane



handlinger (for eksempel Fenwick & Landri, 2012; Latour, 2005). De udviklede prototyper for programmeringsaktiviteter analyseredes således som potentielle sociomaterielle handlinger. Det vil sige, der søgtes identificeret elementer i prototyperne, der faciliterer ikke alene en programmeringsfærdighed, men også en computationel tænkning, der kan bidrage til meningsskabende billedpraksis og myndiggørelse. Formålet med den sociomaterielle tilgang var at forstå teknologi som et digitalt materiale, der på linje med andre materialer (for eksempel ler, papir og blyant, diskurser, kroppe, symboler) har en agens i processer med billedfremstilling. Et sociomaterielt perspektiv på billedfaglig praksis ændrer synet på billedfremstilling. Fra at være en intentionel proces styret af den humane aktør, der skaber et billedartefakt, bliver det i stedet et socialt og materielt samspil mellem non-humane og humane aktører, hvor billedartefaktet er et resultat af dette samspil. Dette syn på billedfremstilling betyder, at penslen og computeren ikke bare er værktøjer, eleven styrer med sine handlinger, men at penslen og computeren også styrer elevens handlinger. Tilkomsten af koder og programmer som elementer i det, Fenwick og Landri (2012) betegner hybrid assemblage kan have fagfornyende potentialer i forhold til en fornyet forståelse billedfremstillingens ændrede praksis, idet koder og programmer forskyder selve udførelsen af et billede fra hånden og kroppen til computeren. Det kan endvidere have fagfornyende potentiale i forhold til en fornyet forståelse af, hvordan billedæstetisk erkendelse udfolder sig som andetheds-erfaringer med omverdensfænomener, der 'filtres sammen' med datalogenerede erfaringer med data, algoritmer og modeller.

To af de seks analyserede prototyper bliver præsenteret, men ikke nærmere udfoldet i denne artikel. For den ene prototype gjorde det sig gældende i analysen, at prototypens programmeringstematikker også behandles i de andre fire prototyper. For den anden prototype gjaldt det, at programmering indgår som tema for billedfremstillende praksis, men ikke som en del af denne praksis.

## Digitalisering i billedkunstfaget – om teknologiforståelsesfaglighed i kontekst

Med tilkomsten af teknologiforståelse i skolen kan man med god ret spørge, hvad denne nye faglighed kan tilføre billedkunstundervisningen? Digital teknologi er en del af billedkunstfaget og har været det i mange år. I skolefagets fagmål var teknologien udtrykt som levende billeder i undervisningsvejledningen fra 1991 (UVM, 1991), som elektroniske billeder i faghæftet fra 1995 (UVM, 1995), og som

digitale billeder i fælles mål fra 2009, 2014 og 2019 (UVM, 2009, 2014 & 2019). Fagmålene har især fokus på digitale billeder i forhold til kompetenceområdet billedfremstilling som en skabende praksis, men digitale billeder spiller også en rolle inden for kompetenceområderne billedanalyse og billedkommunikation. Lige så længe som den digitale teknologi har været skrevet ind i fagmålene, lige så længe har det været til diskussion.

Nogle valgte at gå nysgerrigt til de nye digitale muligheder og fra 80'erne blev der eksperimenteret med programmering i udviklingsarbejder knyttet til miljøer på Danmarks Lærerhøjskole (for eksempel Skov, 1988; Petersen, 1997). Der blev forsket i teknologi, æstetik og erkendelse (Nielsen, 1987; Flensborg, 1999) og i digitale teknologiers fagdidaktiske implikationer i skolen (Buhl & Hemmingsen, 2004; Buhl, 2008).

En lignende udvikling ses i billedfaglige miljøer uden for Danmark. Knochel og Patton (2015) beskriver, hvordan billedkunstundervisere både skal lære at programmere software og manipulere hardware i 80'ernes USA. Ligesom i det danske fagmiljø var den praktiske mestring af programmering koblet til kritisk refleksion, og elever skulle også på dette tidspunkt udfordres på, om de kontrollerede mediet, eller om mediet kontrollerede dem (Kiefer-Boyd, 1996; Knochel & Patton, 2015). Det amerikanske fokus på kritisk bevidsthed om digitale teknologiers funktion pegede på, at ibrugtagningen af digitale teknologier kunne frygtes ikke alene at instrumentalisere dele af processerne i billedfremstilling, men også at føre til en teknologi-determinering af den æstetiske erkendelsesproces.

Ikke desto mindre gjorde software-programmer til billedbehandling og digitale medier deres indtog og blev anvendt i faget som værktøjer til billedfremstilling (for eksempel Jessen, 2002; Andersen, 2002; Johansen & Muhlig, 2011). Samspillet mellem digital billedbehandling og fagdidaktik blev adresseret med et forslag om en gentænkning af læreruddannelsesfaget i lyset af digitale medier (Buhl, 2002) og i 2017 udvikledes en it-didaktisk designmodel for billed-æstetisk kompetence i skolens billedkunsthøj og andre fag (Rasmussen, 2017). Fra 2000'erne trådte programmeringsaktiviteter fra 80'erne således i baggrunden, og fokus var nu på diskussionen af digitalt billedarbejde i et kulturperspektiv.

Den aktuelle teknologiforståelsesfaglighed kan ses i lyset af en pendulering mellem en datalogisk opmærksomhed på programmering for at kunne fremstille billeder digitalt i 80'erne, til en softwareopmærksomhed på brug af billedbehandlingsprogrammer i 90'erne, 00'erne og 10'erne, tilbage til en fornyet datalogisk opmærksomhed på programmering fra begyndelsen af 20'erne, hvor programmering igen afprøves i skabelsen af digitale artefakter.

Det nye er, at der nu kan arbejdes med programmering i skabelsen af både håndgribelige (tangible) og ikke-håndgribelige (intangible) artefakter (for eksempel robot eller interface), der er tilgængelige ressourcer i en skolekontekst. For billedkunstfaget betyder den seneste penduleringspol, at spørgsmålet om digital teknologi som et værktøj til at fremstille billeder med via programmeringsaktiviteter bliver udfordret på værktøjsmetaforen. Det gør det, fordi billeder ikke bare bliver til i et 1:1 forhold mellem manuel/digital handling og udtryk. Billedbehandlingsprogrammer er programmeret til at simulere genkendelige analoge billedværktøjer. Men de tilbyder også en række andre muligheder for arbejde med layers, manipulationer og redigeringer, der kan fortsætte uendeligt, men til en vis grad er genkendelige. Knochel (2016b) argumenterer med et aktør-netværksperspektiv for, at billedbehandlingsprogrammer er non-humane fagdidaktikere, idet de instruerer eleverne til en række handlinger. Med dette perspektiv udfordrer han den forenklede værktøjsmetafor for digital teknologi, hvor den menneskelige intention styrer billedprocessen. Han inviterer til refleksion af, hvordan sam-spillet er mellem digital teknologi og billedpraksis, og ikke mindst hvad konsekvenserne er for faglig læring.

Med det fornyede fokus på programmering i det danske billedkunstfag, forestår en mulig integration mellem billedfaglige og datalogiske aktiviteter. Udfordringerne er imidlertid, hvorvidt programmering kan blive til en faglig fornyelse frem for en instrumentalisering både *af* billedfaglig læring og *i* billedfaglig læring.

### **Instrumentalisering af billedfaglige læringsaktiviteter**

Udfordringen med instrumentalisering *af* de billedfaglige læringsaktiviteter omhandler formålet med programmering. Hvis programmering frakobles teknologiforståelsesfaglighedens digitale myndiggørelsesaspekt, frakobles muligheden for det kunstneriske erkendelsespotentiale og den sociokulturelle kontekstualisering, som er et centralt uddannelses- og dannelsesgrundlag.

Billedkunstfagets uddannelsesopgave består ikke alene i færdighedstræning af teknikker og metoder. Det har det ikke gjort de seneste 60 år, siden Undervisningsministeriet udsendte den Blå betænkning og igangsatte en proces, der i billedkunstfaget – dengang formning – betød et fokusskifte fra et entydigt nytteperspektiv frem mod en betoning af et alment dannelsesperspektiv (Buhl, 2015).

Billedkunstfagets uddannelses- og dannelsesopgave indebærer, at eleverne både skal tilegne sig praksisfærdigheder i at udtrykke sig æstetisk inden for et bredt repertoire af billedformer og viden om, hvordan dette udtryksrepertoire indgår i en kontekst af kunst og visuel kultur. Gennem visuel praksis undersøger de omverdensfænomener

og udvikler visuelle færdigheder og faglig viden til at kunne udtrykke sig og bidrage med kritisk nysgerrighed til et fornyende og kommunikerende forandringsperspektiv på det samfund, de deltager i (jævnfør Fagets formål).

Billedkunstfagets reference til den udøvende billedkunst og visuelle kultur afspejler sig i fagets formål, mål og indhold. Billedkunstens aktuelle plads i samfundet er et resultat af det, som sociologen Niklas Luhmann beskriver som kunstsystemets evolution (Luhmann, 1993). Han mener, at kunsten udvikler sig ved konstant at udfordre sine egne grænser for, hvad der kan kaldes kunst. Det er derfor, nye kunstformer til stadighed mødes med reaktionen: dette er ikke kunst, for så senere at blive accepteret. Det skete med Monets billeder af en solopgang i 1800-tallets Paris, og det sker, når Olafur Eliasson udvikler en solcellelampe, der skal bringe lys til landsbyer i Afrika. Luhmann ser endvidere kunstens samfundsmæssige funktion til stadighed er at udfordre konventioner og verdenssyn. Kunsten fortæller nye historier, sætter nye rammer for samvær og leger med vores synssans ved at iagttage det uagttagelige (Luhmann, 1993). Billedkunstens funktion er i modsætning til datalogi ikke at være problemknuser eller opfylde praktiske funktioner. Billedkunstens funktion er at stille de frække spørgsmål i nye og tidssvarende formsprog, som i sidste ende bidrager til nye indsigter til gavn for et spændstigt og åbent demokrati.

Hvis en billed-datalogisk fagintegration skal kunne finde sted, er det nødvendigt at koble programmering til digital myndiggørelse, for at eleverne kan udvikle en nysgerrig og kritisk indsigt i dynamikkerne i digitale teknologier i en æstetisk kontekst.

### **Instrumentalisering i de billedfaglige læringsaktiviteter**

Udfordringen med instrumentalisering i billedfaglige læringsaktiviteter har at gøre med frakobling af programmering fra computational tænkning. At forstå computationelle principper er nødvendigt, hvis elever skal kunne bruge programmering som en del af deres udtryksrepertoire i billedfremstilling og skabe nye billedoplevelser.

Programmering og computationel tænkning er det teknologiske begrebspar, som mest radikalt udfordrer den billedfaglige fremstillingspraksis, og som også kan bidrage med et nyt syn på mere traditionelle fremstillingsformer. Principper fra den computationelle tankegang om analytisk nedbrydning af helheder i dele, der skal kunne omsættes til handlinger og rækkefølger, som en computer kan forstå, er principper, der har ligheder med de logikker, der for eksempel kendes fra strukturering af en analog billedproces med eksempelvis fremstilling af et lerobjekt. Her er processens rækkefølge

afgørende for, at leret som materiale ender som en færdig figur. Man skal for eksempel vide, at ler, der ikke er pakket ind i plastik, grad-vis vil miste fugtigheden, og dermed forsvinder muligheden for modellere. Man skal også vide, at hvis det objekt, man modellerer, ikke skal revne, skal lerets masse tørre ensartet og langsomt. Derfor pakker man leret ind i tæt plastik, hvis man vil kunne gå til og fra opgaven med at modellere. Senere i processen, når en del af fugten er væk, bruger man tid på at udhule sit lerobjekt med en slynge, som er et velegnet værktøj. Man lader objektet stå, indtil al fugt er tørret ud. Hvis objektet skal være holdbart, brænder man det i en lerovn ved høj temperatur. Hvis de første dele af processen ikke er udført rigtigt, kan figuren sprænge under brænding. Fremstilling af et objekt i ler er altså en række handlinger, der tager højde for det materiale, der bruges, for kendskab til relevante værktøjer og for viden om rækkefølgen i de enkelte dele af processen. Det er den del, der kan sidestilles med computationel tankegang, og som kan ses i samtidskunstens konceptudvikling af en række handlinger, der udgør kunstværket som en hændelse. Tilsvarende er programmering tilrettelæggelse og kodning af handlinger for computerens skabelse af digitalt materiale til et digitalt artefakt. Men det digitale materiale opfører sig anderledes end leret i fremstillingsprocessen, og det digitale artefakt opfører sig anderledes end lerobjektet. Det er i koblingen mellem programmering og computationel tankegang, det fagfornyende kan komme i spil, fordi eleverne kan udvikle forståelse af digital programmering som et system af aktiviteter, frem for alene et værktøj styret af human intentionelitet.

## Programmering som en del af en sociomateriel og kritisk billedpraksis

Den aktuelle bølge af teknologiforståelse i Danmark re-aktualiserer forskellen mellem at skabe billeder og at bruge koder, der kan skabe billeder. Teknologiforståelsesfagligheden rejser en diskussion om erkendelse og æstetisk dannelse i faget. Vil programmering bevirke, at billedkunstfaget uddanner programmører i stedet for billedskabere? Vil al fokus komme til at ligge på, hvad teknologien kan bringes til at gøre i stedet for, hvordan den kan bidrage til at skabe billedudtryk? Vil formålet med teknologibaseret billedfremstilling betyde, at man i højere grad lærer at forstå, hvordan teknologien fungerer end at kunne stille de nysgerrigt kritiske spørgsmål til programmering og algoritmer

som omverdensfænomen? Modsætningsforholdet udtrykker en reel bekymring for, at der med programmerings ureflekterede indtog i skolens billedkunstundervisning kan brede sig en faglig praksis, hvor billedfaglige aktiviteter med brug af programmering bliver instrumenter for udvikling af teknologiforståelse. Det vil det gøre, hvis digitalt materiale anskues som en modsætning til fagets analoge materialer som for eksempel ler, papir, papmache, gips, maling og kridt, hvilket vil ske, hvis programmering praktiseres løsrevet fra den billedkunstfaglige forankring i en sociokulturel kontekst.

Det kritiske perspektiv ses som centralt i den billedpædagogiske diskurs både nationalt og internationalt fra 90'erne og frem (for eksempel Pedersen, 1990; Kiefer-Boyd, 1996; Gude, 2004) og med integrationen af visuel kulturperspektiv i faget (for eksempel Illeris, Buhl & Flensborg, 2004; Duncum, 2010; Buhl & Flensborg, 2011). Der argumenteres for den visuelle praksis som social kritisk og kulturelt intervenserende. Dette kritiske fagperspektiv fremhæves som en nødvendighed i den billedfaglige praksis i forbindelse med revitaliseringen af programmering i billedkunstundervisningen (for eksempel Knochel & Patton, 2015; Knochel, 2016a; Knochel, 2016b). Knochel og Patton (2015) ser billedkunst som et afgørende bidrag til debatten om, hvilken rolle teknologi har i samfundet. De ser således programmering som et *tema* for billedkunstnerisk praksis, snarere end som en billedkunstnerisk praksis.

Men et fagfornyende perspektiv på den billedfaglige praksis har videre potentialer end at bruge programmering som tema for digital myndiggørelse. Dette ses i selve måden, hvorpå billeder fremstilles. Samtidskunsten tilbyder et fokusskifte på fremstilling af analoge objekter som værker (for eksempel et maleri eller en skulptur) til i stedet at udvikle koncepter, som først aktiveres som værker i konceptets involvering af et publikum (Bourriaud, 1995). Heri ligger ikke alene en idé om, at kunstneriske oplevelser skabes som programmerede open-ended forløb, der ligger også en ny materialitetsforståelse – den såkaldte *new materialism* (Gamble, Hanan & Nail, 2019) – der er en samlebetegnelse for strømninger inden for de seneste tyve år, der dels udfordrer det antropocentriske verdensbillede, dels tilskriver materialiteter en performativ agens (Barad, 2003). I dette perspektiv vil programmeringspraksis være en konceptuel og materiel praksis på linje med andre materielle praksisser.

Knochel og Patton (2015) forsøger at forklare, at software ikke er en håndgribelig materie, og at det er det, at den kan udføre kodehandlinger, der udgør dens materialitet. Der er altså tale om et 'materielt aktivitetssystem' bestående af software, brugergrænseflade og det kodesprog, der bruges til at forbinde elementerne og som

performes gennem programmering. Det at anskue materialitet som noget, der har en agens – at det handler – giver både en forståelse af, hvad programmering er som det nye i billedkunst, men det giver også et nyt blik på den analoge billedfremstilling. I denne optik er billedfremstilling ikke et resultat af, at et menneske har en intention, tager en beslutning og omsætter den i et kunst-artefakt.

Billedfremstilling er med den nye optik en meningsforhandlende proces mellem forskellige materialiteter (ler, bord, lerslynge, vand, symboler, diskurser, krop, kodesprog etc.) og gør den æstetiske erkendelsesproces til et system af sociale og materielle handlinger (Knochel & Patton, 2015, s. 30). Det har den for så vidt altid været, men forståelsen af, hvad der foregår i en billedfremstillende proces, har med udfordringen fra programmering som en performativ udførelse fået tilføjet et nyt perspektiv, hvor den menneskelige aktør ikke er den eneste, der er i fokus. I fokus er nu også ikke-humane aktører, og hvordan disse aktører indgår i den måde, mening skabes på. Perspektivet med den billedfaglige praksis som et aktivitetssystem af sociale og materielle processer, sidestiller de digitale materialiteter med andre materialiteter, og fremstillingen af et lerobjekt kan begribes med samme sociomaterielle logik som et digitalt artefakt.

Processer med programmering af digitale artefakter er i dette perspektiv ikke add-ons til eksisterende kompetenceområder, men bliver en integreret del af faget, der kan bidrage med nye æstetiske udtrykskvaliteter og generere ny mening. Heri ligger et fagfornyende potentiale for billedkunsthaget som i det følgende blev afprøvet i analysen af seks didaktiske prototyper til billedkunst i indskolingen fra Tekforsøget (BUVM, 2018-2021).

## Seks analyserede prototyper i billedkunst som en operationalisering af intention om integration af teknologiforståelsesfaglighed

De seks didaktiske prototyper til billedkunst muliggør en progression for udvikling af programmering og konstruktion, formålsanalyse og brugsstudier, som er de videns- og færdighedsområder, billedkunsthaget er blevet tildelt i forsøget. Fokus i analysen var på programmering som fornyende potentiale i den billedfremstillende praksis.

De seks prototyper introduceres hvorefter fire uddybes. Den første prototype *Mønster og form* omhandler en introduktion

af robotprogrammering i et tangibelt perspektiv: der er en elementær indføring i principper for programmering. Den næste prototype *På opdagelse i farven* gør brug af programmering til at omforme en konkret billedfaglig aktivitet. Prototypen *Tidslige billedfortællinger* kobler programmering af et temporalt element til et visuelt narrativ.

Prototypen *Pixelart* tematiserer programmering koblet til billedmani-pulering og undersøger implikationerne af algoritmedrevet billedkommunikation. De to sidstnævnte udfoldes som beskrevet i metodeafsnittet ikke yderligere. Prototypen *Nasubi galleri* omhandler programmering som en ny udtrykkskvalitet i form af lyssætning som æstetisk virkemiddel i en fysisk installation. Endelig omhandler prototypen *3D modellering*, hvordan en fysisk manifestation kan transformeres til et digitalt artefakt gennem brug af programmeringsblokke til konstruktion af 3D modeller.

### **Mønster og form**

Prototypen Mønster og form er en elementær analog og digital indføring i principper for programmering og konstruktion. Prototypen fokuserer på det undersøgende og eksperimenterende og trækker dermed på billedkunstfagets eksisterende didaktik. Eleverne får til opgave at udvikle visuelle mønstre i analoge og digitale processer. Intentionen er at facilitere en forståelse af, hvordan mønstre både er visuelle udtryk i kultur og natur, men også er usynlige underliggende strukturer i digitale artefakter. Her er indikationer på et materialitetsperspektiv, hvor mønster fungerer som en struktur, der kan bruges som ordningsprincip for analoge og digitale artefakter. Når eleverne bruger en robot til at producere mønstre, arbejder de både med mønstres (opbygning, systematik) logikker, konstruktion og visuelle udtryk. Isoleret set vil denne øvelse opfylde kravene til billedkunstfagets tildelte videns- og færdighedsmål i samspil med billedkunstfagets formsprog. Hvis programmering og konstruktion står alene, vil det være en række operationer, der vil træne teknologisk handleevne, men uden kontekst. Prototypens design kobler imidlertid programmeringsaktiviteter med computationel tænkning og dermed med kobling til generaliserbare principper, der kan overføres til en anden sammenhæng. Som beskrevet tidligere, ækvivalerer disse principper med andre materielle processer i billedkunst. Samtidig bruges mønster og form i prototypen som tematisering af et visuelt fænomen og en sociokulturel virkelighed, som elever færdes i. Det er en iagttagelse af dette visuelle fænomen og sociokulturelle virkelighed, som elever dagligt færdes i, der rammesætter elevernes billedpraksis. Dermed kan programmeringsaktiviteterne kobles til billedkunstfagets didaktiske praksis.



Konkret starter prototypen for mønsterforløbet med at stimulere visuel nysgerrighed med en tur i lokalområdet for at undersøge mønstre som omverdensfænomen: hvad et mønster er og diskutere, hvilken betydning mønstre har som markører, distinktioner og variationer i omgivelserne. Derefter skal eleverne selv omsætte den visuelle undersøgelse til en materiel form ved at konstruere analoge mønstre. Mønstrene skal konstrueres ved at kombinere farvede geometriske figurer og efterfølgende prøve at afkode, hvilke konstruktionsprincipper, de har brugt. Prototypen lægger op til at konstruktionsprincipper identificeres i relationen mellem elever, materialer og former, der manifesterer sig i objekter, som kan overskride traditionelle distinktioner mellem datalogiske og kunstneriske paradigmer. Betydningskabende relationer mellem krop, materialiteter, former og principper (Fenwick & Landri, 2012) tilføres i prototypen en ekstra dimension, når eleverne skal arbejde med hinanden som materialer. Med et didaktisk greb, der skal bygge bro mellem den analoge og digitale programmering, skal eleverne 'programmere' hinanden til at følge specifikke former eller ruter, ligesom de skal dechifrere hverdagshandlinger som for eksempel tandbørstning, hvor kroppen som aktør direkte skal involveres i udforskningen af analytiske principper, som kan lignedes med computationel tænkning. Når disse analytiske principper anvendes til billedfremstilling, forskydes den direkte materialemanipulering, som kendes fra billedfremstilling i et modernistisk kunstparadigme – 'man tegner et mønster' – til at omhandle en 'materialehændelse', som kan planlægges konceptuelt og programmeres til at ske, men ikke udfolder sig via manuel materialemanipulering, idet computerteknologien udfører mønstret.

Denne tilgang til billedfremstilling har ligheder med konceptkunst i samtidskunstens paradigme, hvor koncepter eller opskrifter på kunstværker udvikles af kunstneren, men kunstværket realiserer sig i det øjeblik, opskriften aktiveres enten i analoge eller digitale aktivitetssystemer (Buhl, 2019). Dette giver prototypen eleverne mulighed for at afprøve, når de bliver introduceret til en håndgribelig, programmerbar robot – en Beebot eller Bluebot – med en påmonteret pen, som de kan programmere til at lave mønstre. Prototypen foreslår, at det sker på store papirbaner rullet ud på gulvet, hvor eleverne kan undersøge og eksperimentere med brugen af en robot til at skabe mønstre med. I prototypen skal den visuelle undersøgelse afsluttes med, at eleverne prøver at regne ud, hvordan et mønster er lavet, hvilken systematik og kodning, der er brugt, og hvordan det kan ses, og aktiviteterne faciliterer således igen en kobling mellem teknologisk handleevne (at udføre) med computationel tænkning (at identificere principperne bag udførelsen).

Den billedfaglige læring i designet med undersøgelse af mønstre

og form som visuelt organiseringsprincip kan med programmering og computationel tænkning få tilført et fagfornyende aspekt, der både kan skærpe forståelsen af analoge og digitale materialitetsprocesser i de kendte kompetenceområder og koble det til mønster og form som et konstituerende princip i den visuelle kultur, hvor meningsskabende praksis kan udfoldes som hybride assemblager (Fenwick & Landri, 2012). Heri ligger kimen til digital myndiggørelse, idet prototypen faciliterer, at eleverne vil kunne erfare digitale strukturer, som er konkrete og til stede i deres hverdagsliv.

### **På opdagelse i farven**

Prototypen *På opdagelse i farven* viderefører den elementære programmering, men skærper fokus på, at eleverne skal arbejde med relationen mellem teknologi og æstetiske udtrykskvaliteter i koblingen mellem programmering og farveblanding. Farver er et centralt kompetenceområde i udviklingen af et visuelt formsprog til brug for billedfremstilling (jævnfør Fælles Mål for billedkunst, UVM, 2019). I billedkunstoffaget skal eleverne gøre materialitetserfaringer med brug af farve som virkemiddel, når de maler. Hertil hører en undersøgelse af farveblandinger – for eksempel at blandingen af gul og blå giver grøn – og de øver sig i at vurdere, hvordan forskellige blandingsforhold skaber forskellige virkninger, hvilket er brugbare erfaringer, hvis de begiver sig ud i at fremstille et billede af et landskab, et æble, eller en action-figur. I prototypen *På opdagelse i farven* inviteres eleverne til at undersøge og studere farver, deres indflydelse på stemninger i omgivelserne og måden, de bliver brugt ekspressivt på i billedkunst. Eleverne skal skabe farveblandinger og farvespor via tilfældig og kontrolleret kodning og konstruktion - både analogt og digitalt. Frem for at bruge klassiske farveblandingskemaer opfordrer og opmuntrer prototypen til en legende og udforskende tilgang til at skabe visuelle udtryk understøttet af robotterne, der skal spille en aktiv rolle i billedprocessen. Dette set-up faciliterer, at analoge og teknologigenererede udtryk sammenflettes med den underliggende programmeringsaktivitet.

I prototypen starter forløbet med en dialog om farver, hvad de hedder, farveblandinger, nuancer og så videre i forbindelse med, at eleverne skal studere/undersøge forskellige billedeksempler fra kunst og den visuelle kultur. Dette efterfølges af en farvejagt for eksempel i klasseværelset, i skoletasken og i skolens omgivelser, ligesom farveeksempler med farvekridt skal kategoriseres og konstrueres

Næste step er at skabe billeder ved hjælp af teknologi. Først skal eleverne male forskellige baggrunde med fokus på farve frem for på et figurativt udtryk. De skal studere resultaterne i forhold til

de valgte maleredskaber og papirets tekstur. Dernæst introduceres eleverne til en Sphero Mini, en lille rund robot, der kan lave tilfældige spor på papir. De kan teste de visuelle resultater, der kommer ud af forskellige kodninger, betydningen af forskellige taktile indpakninger af Spheroen og en varietet af farver fra de foregående analoge eksperimenter. Til sidst skal de analoge baggrunde kobles sammen med Spheroens bevægelsesspor gennem programmering og kodning.

I billedsamtalen, hvor de færdige billeder analyseres, fokuserer prototypen på at udvikle og anvende et specifikt sprog, som kan understøtte elevernes forståelse af både visuelle og teknologiske aspekter. Farveforløbet eksemplificerer en kobling mellem teknologisk handleevne og visuelle eksperimenter. Hvis der i realiseringen af prototypen alene fokuseres på de to måder at afprøve farver på, kunne forløbet lige så godt foregå i natur/teknik. Farveblanding er et kemisk og fysisk fænomen, der følger naturvidenskabelige love om, hvordan farvepigmenter og bindemidler opfører sig, når de blandes, og hvordan forskellige pigmenter filtrerer lysets mulighed for at trænge igennem. Denne farvevirkelighed er en viden, som man kan afprøve i forskellige eksperimenter, men det billedkunstfaglige fokus i disse eksperimenter er, hvilke muligheder de giver for at skabe visuelle udtryk. Når en programmeret Sphero kan drøne rundt på en rulle papir, kan eleverne afprøve principperne fra prototypen *Mønster og form*.

Hvis aktiviteten skal være fagfornyende, skal erfaringerne med den forskudte maleaktivitet fra hånd til robot kobles til en billedsamtale om, hvad hånden udfører, hvad robotten udfører, og hvad forskellen er for aktiviteten, det vil sige computationel tænkning. Aktiviteten skal kobles til en billedsamtale om, hvilke oplevelser man får, når man selv kan udføre malehandlingen, og man måske vil skifte mening om malerpenslens retning i nuet. Ligeledes skal der tales om, hvilke oplevelser man får, når man ser Spheroen udføre sin programmering – det vil sige digital myndiggørelse. Endelig vil en lille film med action painting med kunstneren Jackson Pollock, der gjorde sig selv til en slags robot – blot uden digital programmering – kunne tilføre undersøgelsen en billedfaglig perspektivering og kunstnerisk kontekstualisering.

Det potentielle læringsudbytte i de to prototyper er en gradvis erfaringsdannelse med logikkerne i at skabe algoritmer ud fra underliggende strukturer i et digitalt materiale og med computationelle principper om gentagelse, rækkefølge, ensartethed. Disse er genkendelige strukturer i form af mønstre, former, linjer og rytmer i de fysiske manifestationer som arkitektur, i skulpturer og i billeder. Eleverne kan få erfaringer med billedfremstilling som en koncept-

drevet proces, der udføres computationelt, men som adskiller sig fra en manuel skabelse af et fikseret objekt, der kan indrammes og udstilles. Ved at studere farvespor skabt af en robot undersøges sammenhængen mellem programmering for tilfældighed versus intentionalitet som princip for billedfremstilling.

Når en open-ended computerlogik sammenfiltres med principper for konceptkunst, ses konturerne af teknologiforståelse som et æstetisk projekt, hvor computationel tænkning og teknologisk handleevne integreres i æstetisk praksis.

### **Nasubi Galleri**

Programmering i prototypen *Nasubi Galleri* handler om at tilføre digitalt genereret lys til et analogt 3D-tableau, som skal fremstilles på basis af et valgt tema. Igen ses en sammenfiltrering af forskellige materialiteter og af fagligheder, der tilsammen skaber et nyt visuelt udtryk. Eleverne skal ved hjælp af en micro:bit skabe et lysdesign til deres tableau. Virkninger fra lyset vil kunne skabe nye betydningslag i oplevelsen af tableauet, ikke som et selvstændigt lyselement men som en betydende faktor og integreret del af det visuelle udtryk.

Prototypen introducerer til, hvad Nasubi Galleri er – en japansk mobil miniatureinstallation – hvilken kontekst det er opstået i, og hvordan man kan undersøge 'tableau' som en visuel kategori med lysets funktion som stemning, indhold og visuelt udtryk. Det analoge udgangspunkt med at skabe enkle model-tableauer og lave analoge lyseksperimenter med lommelygter kan give en idé om interaktionen mellem det analoge tableau og det digitale lysdesign som forandringsmarkør. Udvikling af det digitale lysdesign drives af eksperimenter med micro:bitten som for eksempel at hacke koder, ændre på rækkefølgen og ved at prøve at forklare det visuelle resultat (output) af en kodning. Dette kan relateres til visuelle valg og vurderinger af, hvordan lysdesignet fremmer tableauets udtryk. Her ses igen en kobling mellem programmering og computationel tænkning og videre en kobling til de billedfaglige valg og vurderinger, der leder frem til beslutningen om et tableau. Den opfølgende billedsamtale skal facilitere refleksioner af de nye æstetiske udtryksmuligheder, som den programmerede lyssætning kan tilføre tableauet i form af skiftende stemninger og skiftende fokuseringer.

Programmering af skift rummer fagfornyende æstetiske udtrykskvaliteter. Ved at bringe perspektivet fra digital myndiggørelse i spil kan det synliggøres, hvordan følelser kan skabes og manipuleres digitalt.

### 3D modelleret skulptur

Prototypen *3D modelleret skulptur* faciliterer en billedpraksis med at transformere en tre-dimensionel fysisk forankret billedform, som kendes fra byrum og pladser til et digitalt artefakt, der igen kan printes til et nyt analogt artefakt. Forløbet skal tage afsæt i oplevelser af skulpturer som materialitet, som æstetisk form og som formsprog, der kan erfares konkret i et kropsligt møde. På en inspirationstur skal eleverne se på skulpturer og undersøge form, materiale, sammenføjning, størrelse, farve, rumlighed og æstetisk udtryk. Herefter skal eleverne skabe digitale artefakter i et 3D-modelleringsprogram ved at bruge programmering og kodeblokke til at konstruere en skulpturel form. Modelleringsprogrammets forskellige funktioner bruges til at undersøge elementer i skulpturens formsprog som for eksempel volumen, skala og gentagelse. Opgaven er at tage stilling til og vurdere, om kombinationen af kodeblokke understøtter deres visuelle idé.

Ved at udnytte at elever har erfaringer med for eksempel Minecraft, skal de undersøge 3D-programmet Tinkercads muligheder. De skal eksperimentere med forskellige kombinationer af kodeblokke for at se, hvilket output det giver i forhold til, hvordan deres artefakt, for eksempel en skulptur, kommer til at se ud. Processen skal facilitere elevernes deling af erfaringer og eksperimenter som en måde at understøtte de analytiske og produktive kompetencer. De kan for eksempel arbejde med at identificere, hvilke kodeblokke og kombinationer, der er blevet brugt til at skabe den skulpturelle form og dermed bidrage til at udvikle et fagsprog om æstetiske udtrykskvaliteter ved artefaktet. Erfaringsdeling kan endvidere udvikle deres evne til at reflektere over brug af en digital teknologi til at udforme skulpturer som for eksempel fraværet af den direkte sanselige og kropslige erfaring med materialet eller muligheden for at udføre mange eksperimenter med output frem til et tilfredsstillende resultat.

Prototyperne *Nasubi galleri* og *3D modellering* integrerer programmering i de etablerede udtryksområder i billedkunsthaget: installation og skulptur. I programmeringen af et lysdesign til et analogt tableau i form af tænd- og slukmekanismer eller skift i lysstyrke, kan eleverne udforske det analoge og digitale som samvirkende materialiteter i et samlet æstetisk udtryk og skabe nye oplevelser af for eksempel farve og rum til i tableauet. I processen med at udforme et 3D-artefakt kan eleverne bruge tilegnede programmeringsfærdigheder til for eksempel at programmere formgivning af en skulptur frem for at have et fysisk materiale i hænderne, der i udprintning kan generere nye formkvaliteter i for eksempel overflade og tekstur.

## Fagtilføjelse eller fagfornyelse?

De seks prototyper faciliterer en teknologifaglig progression i forhold til klassetrin i indskoling. I det nationale Tekforsøg er elementer fra en spirende teknologiforståelsesfaglighed tilføjet et fag med en vel-etableret og gennemprøvet faglighed - omend billedkunsthaget også er i kontinuerlig udvikling. Som teknologiforståelsesfaglighed i faget rummer Tekforsøgets smalle fokus på få videns- og færdighedsmål i billedkunst en risiko for en teknologifaglig instrumentalisering af aktiviteter, der er afkoblet fra fagets forankring i en kunstnerisk erkendelsesinteresse og sociokulturel kontekst. En sådan faglig afkobling vil resultere i robotter, der maler, men ingen ved hvorfor.

Analysen af de seks prototyper pegede på, at koblingen mellem teknologiforståelsesfaglighed og billedfaglighed tilstræbtes i prototypeudviklingen. Prototyperne afspejler, at teknologiforståelsesfaglighedens computationelle tænkning og digitale myndiggørelse er forsøgt koblet til programmeringsaktiviteter i billedkunst. Dette indikerer, at det er i disse koblinger, potentialet for fagfornyelse kan vise sig. Koblingen mellem programmering og computationel tænkning eksponerer samtidskunstens konceptuelle tilgang til visuelle projekter og inviterer til et nyt syn på billedfremstilling. Det sociomaterielle perspektiv kan medvirke til at belyse samspillet mellem humane og non-humane aktører i den billedskabende proces på ny. Billedfremstilling forstået som 'brug af værktøj på et materiale frem mod et objekt' afløses af billedfremstilling som et aktivitetssystem, der igangsætter en proces. Både det sociomaterielle perspektiv (Fenwick & Landri, 2012) og det performative materialitetsperspektiv (Barad, 2003) kan modvirke, at der udvikler sig dikotomier med for eksempel det klassiske maleri som den ene pol og det digitale koncept som den anden pol. Analyseresultaterne skal ses i lyset af, at prototyperne er det første skridt i en billedfaglig didaktisering af billedkunst og datalogi, og at forfatterne ikke har adgang til Tekforsøgets data om potentialernes realisering i undervisningspraksis.

Teoriperspektivet i analysen har tilbudt et fokus, hvor fagparadigmer, kroppe, computere, micro:bits, maling, ler, pap, sakse, og så videre, alle indgår som aktører i en meningsskabende praksis. Dette har genereret et fagfornyende teoretisk blik på billedfremstilling og er en indikator på andre tænkemåder, der kan udvide eller måske endda omkalfatre opfattelsen af æstetiske læringsprocesser. Det har været undersøgelsens ærinde at udforske mulighederne for at nytænke både den udførende og erkendelsesmæssige dimension i billedkunsthaget.

Antagelsen er, at et andet blik på den billedfremstillende praksis – også for praktikere – bidrager til kontinuerlig udvikling af fagets didaktik.

## En mulig fagintegrationen?

Artiklen startede med at spørge om, billedkunstelever skal have robotter til at male for sig? Analysen af de seks prototyper pegede på, at hvis fokus alene er på at se, hvad der sker med farver, når man programmerer en robot til at udføre tilfældige farveblandinger, ligger aktiviteten snublende nær et natur/teknikeksperiment. I et billedfagdidaktisk perspektiv vil et sådant eksperiment have en instrumentel karakter, medmindre det kobles til en undersøgelse af det digitale materiales æstetiske udtrykskvaliteter og til en sociokulturel kontekst.

Analysen af de seks prototyper viser, at programmering genererer nye visuelle udtryk, og i flere tilfælde også at betydningsdannelsen sker som et sammenfiltret aktivitetssystem af materialiteter, tid og handlinger. Programmering af en handling kan til en vis grad sammenlignes med samtidskunstnerens konceptudvikling, hvor et værk først bliver til, i det øjeblik publikum aktiverer konceptet. Men i billedkunst sigter programmering/konceptudvikling ikke på at nå frem til problemløsning eller skabe forudsigelige handlinger. Kunstkoncepter er open-ended. De stiller sig til rådighed for det, der kommer til at ske i mødet med de deltagere, der aktiverer dem. Samtidskunstens koncepter realiseres som en deltagelse *i* verden, frem for den modernistiske kunst, der laver billeder *om* verden.

Begge kunstparadigmer har det til fælles, at de vil stimulere nysgerrighed og ofte et kritisk blik på den verden, vi alle deltager i. I skolefaget billedkunst er læringsmålene hovedsageligt knyttet til det modernistiske kunstparadigme, hvor billeder laves om verden. Hvis programmering tilføjes læringsmålene i den nuværende form, vil programmering forblive en teknisk færdighed og teknologier vil forblive billedværktøjer. Dette vil hverken føre til billedfaglig udvikling eller teknologiforståelse. Succesfuld integration af teknologiforståelse i billedkunst forudsætter undervisere, som har fagdidaktiske kompetencer i både samtidskunst og teknologi. Dette er en krævende kombination.

Teknologiforståelse i billedkunst fordrer en opdatering af kompetenceområder, der afspejler den samfundsmæssige funktion af

billedkunst og af teknologi. Alternativt vil begge fag opfylde andre dagsordener end at gøre eleverne til duelige deltagere i nutidens samfund, der er præget af mangfoldighed og digitalisering.

En integration af programmering med billedkunst kan få en fagfornyende funktion, hvis det får en funktion som digitalt materiale, der sammen med andre materialiteter indgår i meningskabende sociale processer. Alternativt bliver teknologiforståelse en teknologi uden forståelse, hvor al fokus retter sig mod 'how to', men uden 'why'.

## Referencer

- Andersen, K. B.** (2002). Computeren i billedkunstundervisningen i læreruddannelsen. I: M. Buhl (red.), *Billeder og multimedier*. Dansk Lærereforening, (s. 19-41)
- Barad, K.** (2003). Posthumanist performativity: Toward an understanding of how matter comes to matter. I: S. Alaimo & S. Hekman (red.), *Material feminisms*, (s. 120-154). Indiana University Press.
- Bourriaud, N.** (1995). *Relationel æstetik*. Det Kongelige Danske Kunstakademi.
- Buhl, M.** (2019). Computational thinking utilizing visual arts, or maybe the other way around. I: R. Ørngreen, M. Buhl & B. Meyer (red.), *Proceedings of the 18th European conference on e-learning*, (s. 102-108). Academic Conferences and Publishing International. DOI:10.34190/EEL.19.138
- Buhl, M.** (2015). Evidence or Advocacy? Visual Arts Education in Denmark. I: T. Torres de Eca, C. Trigo & M. Agra Pardinias (red.), *Risks and Opportunities for Visual Arts Education in Europe / Riscos e Oportunidades para a Educação das Artes Visuais na Europa*, (s. 105-113). APECV.
- Buhl, M.** (2008). Billeder og æstetik i den IT-didaktiske designproces. I: L. B. Andersen, B. Meyer & P. Rattleff (red.), *Digitale medier og didaktisk design*. Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag
- Buhl, M.** (2002). *Paradoksal billedpædagogik. Variationer i læreruddannelsens billedkunstfag* [Ph.d.-afhandling, Aalborg Universitet]. Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Buhl, M. & Skov, K.** (2020). TechArt learning practices for 1st to 3rd grade in Danish schools. I: C. Busch, M. Steinicke & T. Wendler (red.), *Proceedings of the 19th European Conference on e-Learning, ECEL 2020 bind 19*, (s. 73-79). Academic Conferences and Publishing International. Proceedings of the European Conference on e-Learning. DOI:10.34190/EEL.20.047
- Buhl, M. & Flensborg, I.** (2011). *Visuel kulturpædagogik*. Hans Reitzels Forlag.
- Buhl, M. & Hemmingsen, K.** (2004). *Unge fritidsrelaterede æstetiske medieressourcer i en pædagogisk kontekst*. Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag. Forskningsrapport ITMF-projekt 382.



- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2018-2021). *Teknologiforståelse i folkeskolen*. BUVM. <https://tekforsøget.dk/om-forsøget>
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2019). *Billedkunst Fælles Mål*. BUVM. Lokaliseret på [https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK\\_F%C3%A6llesM%C3%A5l\\_Billedkunst\\_2020.pdf](https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_F%C3%A6llesM%C3%A5l_Billedkunst_2020.pdf)
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2020). Bekendtgørelse af lov om folkeskolen. LBK nr. 1396 af 28/09/2020. BUVM. Retsinformation. Lokaliseret på <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/1396>
- Duncum, P.** (2010). Seven principles for visual culture education. *Art Education*, 63(1), s. 6-10. DOI:10.1080/00043125.2010.11519047
- Gamble, C. N., Hanan, J. S. & Nail, T.** (2019). What is new materialism. *Angelaki*, 24(6), s. 111-134, DOI:10.1080/0969725X.2019.1684704
- Gude, O.** (2004). Postmodern principles: In search of a 21st-century art education. *Art Education*, 57(1), 6-14.
- Fenwick, T. & Landri, P.** (2012). Materialities, textures and pedagogies: socio-material assemblages in education. *Pedagogy, Culture & Society*, 20(1), 1-7, DOI:10.1080/14681366.2012.649421
- Flensborg, I.** (1999). *Æstetisk erkendelse i den grafiske brugergrænseflade*. Billedpædagogiske studier 2. Danmarks Lærerhøjskole.
- Illeris, H., Buhl, M. & Flensborg, I.** (2004). Visual Culture in Education. *Nordisk Pedagogik*, 4(24), særnummer.
- Jessen, J. D.** (2002). Billeder i aktion og interaktion, I: M. Buhl (red.), *Billeder og multimedier* (s. 66-95). Dansk lærerforeningen.
- Johansen, T. W. & Muhlig, M.** (2011). *Medieeksperimenter – Visuel læring og it*. Dansk lærerforeningen.
- Kiefer-Boyd, K. T.** (1996). Interfacing Hypermedia and the Internet with Critical Inquiry in the Arts: Preservice Training. *Art Education*, 49(6), 33-41.
- Knochel, A. D.** (2016a). DIY Prosthetics: Digital Fabrication and Participatory Culture. *Art Education*, 69(5), 7-13. DOI:10.1080/00043125.2016.1201401
- Knochel, A. D.** (2016b). Photoshop teaches with(out) you: Actant agencies and non-human pedagogy. *Visual Arts Research*, 42(1), 71-87. DOI:10.5406/visuartsrese.42.1.0071
- Knochel, A. D. & Patton, R. M.** (2015). If Art Education Then Critical Digital Making: Computational Thinking and Creative Code. *Studies in Art Education*, 57(1), 21-38. DOI:10.1080/00393541.2015.11666280
- Latour, B.** (2005). *Reassembling the social: an introduction to actor-network theory*. Oxford University Press.
- Lehmann, N.** (2013). En mangfoldighed af andethedserfaringer – om æstetik på flere måder. *BUKS – Tidsskrift for børne- og ungdomskultur*, (57), 25-37.
- Luhmann, N.** (1993). Die evolution des Kunstsystems. *Kunstforum*, (124), 221-278.
- Nielsen, J.** (1987). *Datamater og erkendelsesprocesser: En teoretisk analyse af erkendelsesparadigmer, set i relation til nogle 8. klasselevers arbejde med datamater* [Ph.d.-afhandling, Danmarks Lærerhøjskole].

- Pedersen, K.** (1990). Udvikling af billedpædagogikken. *Nordisk Pædagogik*, (1), 30-44.
- Petersen, L.** (1997). Sovedyrenes mareridt – computerbilledproduktion. I: Flensborg & B. H. Sørensen (red.), *Billeder på begyndertrinet* (s. 92-102). Dansk lærerforening.
- Rasmussen, H.** (2017). *Kompleks betydningsfremstilling i digitalt billedarbejde og billedæstetisk kompetenceudvikling i skolen* [Ph.d.-afhandling, Aalborg Universitet]. Aalborg Universitetsforlag.
- Skov, K.** (1988). Computeren som velkommen deltager i en proces. *Billedpædagogisk Tidsskrift*, (4), 82-84.
- Undervisningsministeriet.** (2019). *Tilføjelse til læseplan i Billedkunst*. UVM. Lokaliseret på [https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/7592\\_Bilag\\_L%C3%A6seplan\\_Billedkunst\\_web\\_FINAL-a.pdf](https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/7592_Bilag_L%C3%A6seplan_Billedkunst_web_FINAL-a.pdf)
- Undervisningsministeriet.** (2014). *Fagformål og mål*. UVM. Lokaliseret på: [https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/publikationer/folkeskolen/faghaefter/090713\\_billed\\_17.pdf](https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/publikationer/folkeskolen/faghaefter/090713_billed_17.pdf)
- Undervisningsministeriet.** (2009). *Billedkunst Fælles Mål*. UVM. Lokaliseret på: <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/publikationer/folkeskolen/faghaefter/faelles-maal-2014/200813-billedkunst-fagformaal.pdf>
- Undervisningsministeriet.** (1995). *Billedkunst. Faghæfte 8*. UVM.
- Undervisningsministeriet.** (1991). *Billedkunst/4. Undervisningsvejledning for Folkeskolen*. UVM.

# Abstract

---

Når Teknologiforståelse rammer klasseværelset, står lærere og elever overfor et nyt fag, de endnu ikke er bekendte med. Faget er defineret igennem læreplan og fælles mål blandt andet gennem kompetenceområdet computationel tankegang<sup>1</sup>. I denne artikel sætter vi fokus på, hvilke kompetencer der knytter sig til computational thinking ved at undersøge, hvordan de er beskrevet og defineret i tidligere forskning. Formålet er igennem denne begrebskortlægning at skabe et mere nuanceret sprog for indholdet af kompetenceområdet. Artiklen bygger på en litteraturgennemgang af international forskningslitteratur, der omtaler ”computational thinking” og kompetencer fra 2013, hvor en større litteraturgennemgang blev foretaget, og frem til 2018, hvor forsøget om Teknologiforståelse blev udrullet i Danmark, samtidigt med at en lang række andre lande påbegyndte egentlig implementering af programmering og computational thinking i grundskolen.

When “Technology Comprehension” hits the classroom, teachers and students face a subject they are not yet familiar with. The subject is defined through curriculum and common goals. Many words and working methods are new. In this article, we focus on competencies related to computational thinking and how they have been defined in research. This is done to create a more nuanced language and understanding of the content of the area of competence. The article is based on a literature review of international research literature that discusses and maps “computational thinking” and competencies from Grover and Peas literature review in 2013 until 2018, when “Technology Comprehension” was rolled out.

- 1 I faget Teknologiforståelse bruges begrebet ”computational tankegang”, der er en direkte oversættelse af det engelske begreb ”computational thinking”. Vi vælger at bruge det danske begreb, når vi omtaler fagets definitioner, og ellers det engelske begreb computational thinking, da det er lettere at udtale.

# Computational thinking karakteriseret som et sæt af kompetencer

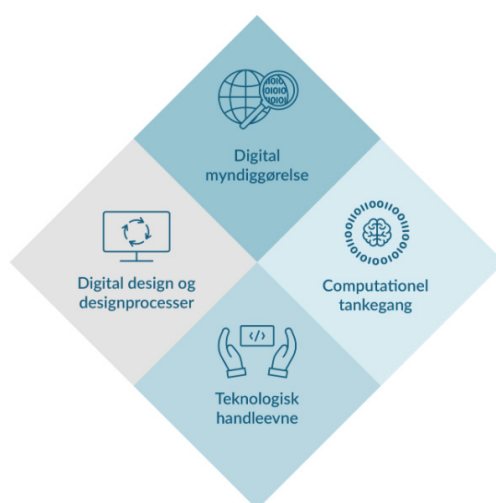
En begrebskortlægning

## Teknologiforståelse: kompetenceområder

I foråret 2019 satte 46 danske folkeskoler gang i undervisning i forsøgsfaget Teknologiforståelse. Et fag, der rummer fire kompetenceområder (Undervisningsministeriet, 2018): digital myndiggørelse, digital design og designprocesser, teknologisk handleevne samt computationel tankegang.

**Figur 1.**

*Teknologiforståelsens fire kompetenceområder (Undervisningsministeriet, 2018, s. 8).*



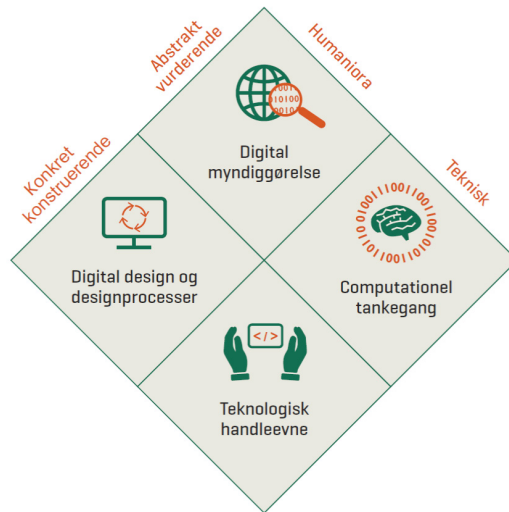
Af Stine Ejsing-Duun, Aalborg Universitet, Morten Mifsfeldt, Københavns Universitet, & Daniel Gorm Andersen, Aalborg Universitet/Clio

I vores læsning af de fire kompetenceområder omfatter de dels en humanistisk tilgang til teknologi (digital design og designprocesser samt digital myndiggørelse), dels en teknisk (teknologisk handleevne og computationel tankegang). Et andet snit i vores læsning af kompetencerne er, at digital design og designprocesser samt teknologisk handleevne begge er konkrete og konstruerende kompetencer. Digital myndiggørelse og computationel tankegang omfatter derimod de mere abstrakte og analytiske kompetencer. Se dette illustreret på vores revision af figuren fra fagets læseplan nedenfor (Figur 2). I denne artikel fokuserer vi på de tekniske og abstrakte kompetencer, der i læseplanen karakteriseres som “computationel tankegang”, der er en direkte oversættelse fra det engelske begreb “computational thinking”. I læseplanen fastlægges det, at computationel tankegang “omhandler analyse, modellering og strukturering af data og dataprocesser” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 12). Eleverne skal efter at have haft faget kunne “anvende computationel tankegang til at beskrive velkendte og afgrænsede fænomener i hverdagen”, de skal kunne “følge og anvende computationel tankegang i arbejdet med konkrete problemstillinger”, og endeligt sigter faget mod, at eleverne “kan reflektere over og anvende computationel tankegang på problemstillinger fra omverdenen” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 12).

Denne artikel sigter mod at udvikle et nuanceret sprog for, hvad computationel tankegang (computational thinking) er ved at afsøge den internationale litteratur på området med fokus på perioden 2013-2018, lige før mange lande valgte at implementere computational thinking som en del af skolens faglighed.

**Figur 2.**

Revideret model for de fire kompetenceområder, der specificerer temaer på tværs. Den orange tekst er tilføjet af Stine Ejsing-Duun i tidligere præsentationer. Den grafiske fremstilling af denne tilføjelse skal krediteres til Hans Reitzels Forlag i Philipps & Fougt (2020).



### **Videnskløft mellem implementering og teoretisk beskrivelse af computational thinking**

I de seneste år er kompetencer inden for computational thinking gået fra at være specialiserede og knyttet til bestemte faggrupper til at være grundlæggende færdigheder, der er relevante for alle (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari, Engelhardt, Kampylis & Punie, 2016). Denne tendens sætter verdens uddannelsessystemer over for en udfordring med at beslutte, hvad eleverne skal lære om computational thinking og hvordan (Bocconi, Chiocciariello & Earp, 2018). Grover og Pea (2013) sætter i deres litteraturgennemgang ord på udfordringen:

” Clearly, much remains to be done to help develop a more lucid theoretical and practical understanding of computational competencies in children. What, for example, can we expect children to know or do better once they’ve been participating in a curriculum designed to develop [computational thinking] and how can this be evaluated?  
(Grover & Pea, 2013, s. 42)

Grover og Pea spørger dermed til, hvilken viden og hvilke kompetencer vi forventer, at børn har tilegnet sig for at kunne tænke og handle som værende kompetente i computational thinking. Disse spørgsmål er blevet aktuelle, efterhånden som computational thinking og forskellige former for teknologiforståelse er blevet, eller er i færd med at blive, udrullet i uddannelsessystemer rundt om i verden. I Estland og Israel har børn haft kodning i skolen siden 1990’erne, og i Storbritannien blev et curriculum for design og teknologi lanceret i 2014. I Sverige har man fra sommeren 2018 implementeret programmering i matematikundervisningen, og i Danmark afprøves Teknologiforståelse som fag i skolefagene fra 2018-2021 efter, at det har været afprøvet på valgfagsbasis i et år (Misfeldt, Jankvist, Geraniou & Bråting, 2020). Vi står, ifølge Bocconi et al. (2016), således i en situation, hvor implementeringen af computational thinking som kompetenceområde i skolen, nogle steder går væsentligt hurtigere end afklaringen af, hvad der ligger i denne kompetence.

Denne artikel tager fat i denne videnskloft mellem praksis og begrebsudvikling, som Grover og Pea (2013) og Bocconi et al. (2016) har påvist. Vores tilgang er at undersøge, hvordan computational thinking beskrives og defineres som kompetencer for elever i grundskole og på gymnasiet niveau i forskningslitteraturen i perioden 2013 til 2018. Dette gør vi dels for at bidrage til at skabe klarhed omkring, hvad en ”computational thinker” forventes at være i stand til. Grunden til, at vi fokuserer på 2013 til 2018 er, at det er en periode, hvor anerkendelsen af, at der er behov for at se på computational thinking som en kompetence, der er vigtig for alle at stifte bekendtskab med, er udbredt. Samtidigt er det før denne implementering udbredt verden over. I perioden 2019-2021 er der kommet en række bidrag til litteraturen om computational thinking, der har en anden, mere systemisk og mere empirisk natur (se for eksempel Tikva & Tambouris, 2021). Disse artikler har i højere grad fokus på de brede erfaringer med at implementere computational thinking, for eksempel på hvordan bestemte lande har valgt at indskrive computational thinking i læseplanen (Misfeldt, Jankvist, Geraniou & Bråting 2020), eller på hvilke faglige relationer til for eksempel matematik (Kallia, van Borkulo,

Drijvers, Barendsen & Tolboom, 2021), der fremskrives eller undertrykkes i denne proces.

Vi vil begynde med at beskrive oprindelsen af begrebet computational thinking. Derefter vil vi undersøge, hvordan computational thinking beskrives som en kompetence i litteraturen om computational thinking i skolen. Dette gøres gennem en begrebskortlægning (Grant & Booth, 2009). Hovedindholdet af artiklen præsenterer de kompetencer, der er knyttet til computational thinking i litteraturen, og uddyber de fire mest fremtrædende kompetencer. Slutteligt konkluderer vi og fremstiller en model, der indfanger de i litteraturen mest fremhævede kompetenceområder knyttet til computational thinking.

### **Hvad er computational thinking?**

Vi bygger vores forståelse af computational thinking på tre centrale kilder. Seymour Paperts (1980) konstruktionistiske tænkning, Jeanette Wings (2006, 2011) italesættelse af det brede behov for tekniske kompetencer, og Weintrop og kollegers (Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille & Wilensky, 2016) beskrivelse af samspillet mellem computational thinking og naturvidenskabelig/matematisk skolefaglighed.

Viden om, hvordan computere fungerer, hvordan de programmeres, og hvilke typer konstruktioner og udforskning, børn kan foretage med dem, har været et fokus for uddannelsesforskning siden slutningen af 70'erne. Blandt de mere ansete tiltag og tilgange er matematikeren og pædagogen Seymour Paperts arbejde (1980) med konstruktionisme og udviklingen af programmeringssproget LOGO. For Papert var programmering og computational thinking langt hen ad vejen et middel til at opnå en bedre og mere motiverende skole, hvor eleverne bygger på deres forståelser af verden ved at interagere med matematiske begreber i et simuleret miljø. Datalogen Mitchel Resnick (2017) fortsætter denne konstruktionistiske tilgang med udviklingen af programmeringssproget Scratch, som kan muliggøre kreativ og legende læring. I de seneste 15 år har diskussionen om computational thinking i skolen i stigende grad handlet om at understøtte, at flere elever vælger naturvidenskabelige og tekniske karrierer, blandt andet for at øge den fremtidige arbejdsstyrkes digitale kompetencer (Danmarks Vækstråd, 2016). I den forbindelse har datalogen Jeannette M. Wings artikel fra 2006 spillet en vigtig rolle i at sætte fokus på vigtigheden af computational thinking. Ifølge Wing (2006) bør alle lære computational thinking fordi:



” Computational thinking is a fundamental skill for everyone, not just for computer scientists. To reading, writing, and arithmetic, we should add computational thinking to every child’s analytical ability.  
(Wing, 2006, s. 33)

Wing mener således, at computational thinking er relevant for alle og i alle sammenhænge (2006, s. 35). Wings artikel er meget citeret og er blevet en vægtig stemme i forsøget på at få skolesystemer og regeringer til at øge fokus på dette område. I 2011 præciserer Wing sin definition af computational thinking:

” Computational thinking is the thought processes involved in formulating problems and their solutions so that the solutions are represented in a form that can be effectively carried out by an information-processing agent.  
(Wing, 2011, s. 20)

I denne definition peger Wing på, at computational thinking er en kognitiv kompetence, der vedrører formulering af problemer og at skabe repræsentationer, der kan omsættes til noget en computationel enhed kan udføre. Vi ønsker i artiklen at komme nærmere ind på, hvordan vi kan tale om disse processer, hvor problemer formuleres og repræsenteres.

Et vigtigt bidrag til afklaringen af, hvordan vi kan beskrive computational thinking som kompetence, kommer fra datalogen Weintrop og kolleger (Weintrop et al., 2016). De fokuserer på ”computational thinking practices”, der sker gennem en kombination af datapraksisser, problemløsningspraksisser, modellering og simuleringspraksisser og systemtækningspraksisser (Tabel 1).

**Tabel 1.**

Datalogiske tænkingspraksisser fra  
Weintrop et al. (2016, Tabel 2).

<b>Datapraaksisser</b>	<b>Modellering og simuleringspraksisser</b>	<b>Problemløsnings- praksisser</b>	<b>Systemtænkings- praksisser</b>
Samle data	At bruge computermodeller til at forstå et begreb	At klargøre problemer til datalogiske løsninger	Udforske et komplekst system i sin helhed
Skabe data	At bruge computermodeller til at finde og teste løsninger	At programmere	Forstå relationerne internt i et system
Manipulere data	At vurdere computermodeller	At vælge effektive datalogiske værktøjer	Tænke i forskellige niveauer
Analysere data	At designe computermodeller	At vurdere forskellige tilgange til problemløsning	Kommunikere omkring et system
Visualisere data	At udvikle computermodeller	At udvikle modulære løsninger	Definere et system og håndtere kompleksitet
		At tænke abstrakt i datalogiske sammenhænge	
		Debugging – fejlsøgning og -rettelse	

Denne kategorisering af Weintrop et al. (2016) skal ifølge forfatterne ses i kontekst af matematik og naturfag. I denne artikel kortlægger vi derimod kompetencer for computational thinking i kontekst af teknologiforståelse gennem en litteraturgennemgang af nyere forskning i computational thinking, der bygger på erfaringer med, hvilke

kompetencer elever får gennem undervisning i computational thinking i skolekontekst. Begrebet computational thinking indkredses altså dels af den konstruktionistiske reformpædagogiske idé om, at eleverne skal lege og interagere sig til indsigt ved at udvikle konkrete artefakter. Wing sætter fokus på dels den brede vigtighed af computational thinking og dels den udpensling af, hvor tæt denne kompetence er knyttet til problemløsning og arbejdet med repræsentationer, der forudsætter forståelse for computationelle enheder. Endelig giver Weintrop et al., (2016) os en specificering af computational thinking i fire konkrete praksisser, der er tæt relateret til matematik og naturfagsundervisning.

Vi ser ikke de tre inspirationer som i intern modstrid, men deres fokus er forskelligt. Papert sætter fokus på leg og design samt matematiske begreber og problemer, Wing på problemløsning og repræsentation, og Weintrop tilføjer data, modeller og systemer samt kontinuiteten mellem computational thinking og de naturvidenskabelige skolefag.

## Metode

Vores undersøgelse er baseret på en begrebskortlægning, der er en kortlægning og kategorisering af litteraturen i forhold til et afgrænset emne (Grant & Booth, 2009), her med fokus på spørgsmålet: Hvilke kompetencer knytter sig til computational thinking på grundskole og gymnasialt niveau? Vi har foretaget søgninger på databaserne Scopus og ProQuest. Søgningen, og den efterfølgende kriteriebaserede sortering, gav os 33 akademiske artikler, der hver især diskuterer computational thinking i forhold til kompetencer i grundskolen og på de gymnasiale uddannelser (K12). Artiklerne er udgivet fra 2013, hvor Grover og Peas litteraturgennemgang (2013) skabte overblik og viste et behov for fokus på kompetencer, og frem til 2018, da teknologiforståelse blev etableret som forsøgsfag i Danmark. Vi har brugt tre søgestrengte baseret på hovedemnerne i forskningsspørgsmålet og én streng til at ekskludere studier (se Tabel 2). De ord, der blev brugt til at ekskludere artikler fra søgningen, blev fundet iterativt ved at afprøve søgestrengte, scanne søgeresultater og derefter vælge ord, der udelukker emner, der ofte forekommer i resultaterne, men som vi betragtede som irrelevante. Vi har for eksempel fjernet kønsrelaterede diskussioner, der ikke fokuserede

på at definere computational thinking som kompetence, men snarere på at adressere kønsbarrierer (se kolonnen ”Uden at medtage” i Tabel 2). Selve begrebet kompetence forstår vi i kontekst af Uddannelses- og forskningsministeriets specificering af begrebet kompetence, der omfatter: ”(...) ansvar og selvstændighed og angiver evnen til at anvende viden og færdigheder i en arbejdssituation eller i studiemæssig sammenhæng” (Uddannelses- og forskningsministeriet, 2020). Kompetencer rummer ifølge denne forståelse et handlerum, evnen til samarbejde og at tage ansvar for egen læring.

**Tabel 2.**

Anvendte søgeblokke i gennemgangen.

Computational thinking	Kompetencer	K-12 (grundskolen og gymnasiale uddannelser)	Uden at medtage
“computational thinking” ELLER “computational concepts”	“21st century” ELLER competenc* ELLER “skill” ELLER “citizen” ELLER societ* ELLER abilit* ELLER “knowledge” ELLER learn* ELLER experience ELLER mastery	“K-12” ELLER “K-6” ELLER “school children” ELLER “secondary education” ELLER “primary education” ELLER “primary school” ELLER “secondary school” ELLER “school” ELLER children ELLER pupil ELLER citizen ELLER kid	gender ELLER “teaching methods” ELLER questionnaires ELLER “statistical analysis” ELLER “pretests” ELLER “gender differences” ELLER observation ELLER “teacher attitudes” ELLER “online courses” ELLER “college faculty” ELLER curricula ELLER teacher ELLER disability ELLER adhd

Søgningen gav 29 resultater i ProQuest og 46 resultater i Scopus. Disse 75 artikler blev screenet for gengangere, hvorved ni artikler blev udelukket. De resterende 66 artikler blev screenet ved at læse overskriften og manchert (abstract). Vi frasorterede derefter artikler på baggrund af overskrift (i forhold til relevans – handlede det om computational

thinking i grundskolen eller på de gymnasiale uddannelser, K12), sprog (vi fokuserede på engelske artikler) og alder (vi fokuserede på perioden 2013-2018). Tilbage var 43 relevante artikler, som blev gennemlæst i forhold til, hvordan forskningen blev udført (metoder), hvor forskningen blev foretaget (land), uddannelsestrin (alder/klasse), det emne, som forskningen vedrører, anvendte definitioner af computational thinking i artiklen, hvilke kompetencer forfatterne forbinder med computational thinking, konklusioner draget i relation til computational thinking i løbet af artiklen og motivationen til at introducere computational thinking i skolen, der blev udtrykt i artiklen. Baseret på gennemgangen af de 43 artikler blev 33 artikler vurderet som relevante i forhold til at forstå, hvilke kompetencer der er knyttet til computational thinking i de senere år, før Teknologiforståelse blev implementeret i Danmark.

Under gennemgangen af artiklerne har vi kigget efter de ord, som forfatterne bruger til at karakterisere computational thinking som kompetencer. Vi har herefter fremhævet ordene og samlet data om deres hyppighed i Tabel 3. Hvis to artikler bruger det samme begreb i en varierende kontekst (for eksempel "problemløsning" eller "problemløsningskompetencer") som en måde at danne sig et begreb om computational thinking, betragter vi dem som det samme begreb. Vi har dog ikke forenet nært beslægtede begreber eller synonyme, som for eksempel "algoritmisk tænkning" og "automatisering", som man kunne argumentere for hænger sammen. Ved at læse disse 33 identificerede vi på denne måde 17 kompetencer, der blev nævnt i forbindelse med computational thinking.

### **Mest fremhævede kompetencer for computational thinking**

Vi har fokuseret på definition og karakteristik af de kompetencer, der er nævnt af de fleste forfattere som værende centrale for computational thinking. De 17 identificerede kompetencer forbundet med computational thinking fremgår af Tabel 3 nedenfor.

**Table 3.**

Kompetencer nævnt i de gennemgåede artikler som forbundet med computational thinking.

Kompetencer	Antal	Procentdel
Problem-solving (problemløsning)	33	100 %
Abstraction (abstraktion)	22	67 %
Algorithmic thinking (algoritmisk tænkning)	20	61 %
Modelling (modellering)	16	48 %
Decomposition (nedbrydning)	12	36 %
Conditional logic (betingelseslogik)	9	27 %
Analyzing (analyse)	9	27 %
Automation (automatisering)	7	21 %
Debugging (fejlfinding og -rettelse)	7	21 %
Data collection (dataindsamling)	5	15 %
System thinking (systemtænkning)	5	15 %
Parallelism (parallelisme)	4	12 %
Creativity (kreativitet)	4	12 %
Logical thinking (logisk tænkning)	4	12 %

Composition (komposition)	3	9 %
Collaboration (samarbejde)	3	9 %
Recursion (rekursion)	2	6 %

Alle disse kompetencer er naturligvis relevante, men her har vi valgt at fokusere på de fire hyppigst nævnte kompetenceområder, idet vi antager, at de er mest centrale. De omfatter: problemløsning, abstraktion, algoritmisk tænkning og modellering. I det følgende udfolder vi én efter én, hvordan litteraturen definerer disse kompetencer.

### **Problemløsning**

Computational thinking er en tilgang til problemløsning. Weintrop et al. (2016) beskriver problemløsning som en af de fire computational thinking-praksisser, og Lye og Koh (2014) har ligeledes foretaget en gennemgang af empiriske undersøgelser i K-12 (svarende til grundskolen og gymnasiale uddannelser i Danmark) samt på relevante videregående uddannelser for at få indblik i, hvordan der undervises i computational thinking. De kritiserer projekterne for ikke at støtte eleverne i deres problemløsningsprocesser, samt at refleksion over processen får for lidt plads i undervisningen.

I samtlige 33 artikler nævnes problemløsning i forbindelse med computational thinking. Størstedelen af de gennemgåede artikler beskriver computational thinking som evnen til at formulere og løse problemer ved hjælp af forskellige datalogiske tilgange og metoder (for eksempel gennem abstraktion og algoritmisk tænkning), men uden at definere problemløsning i yderligere detaljer (Basu, Biswas & Kinnebrew, 2017; Brady, Orton, Weintrop, Anton, Rodriguez & Wilensky, 2017; Csernoch, Biró, Máth & Abari, 2015; Denner, Werner, Campe & Ortiz, 2014; Denning, 2017; Durak & Saritepeci, 2017; Gadanidis, 2017; Gadanidis, Clements & Yiu, 2018; Jun, Han & Kim, 2017; Lee & Soep, 2016; Leonard, Buss, Gamboa, Mitchell, Fashola, Hubert & Almughyirah, 2016; Martin, 2017; Matsumoto & Cao, 2017; Pugnali, Sullivan & Bers, 2017; Psycharis & Kallia, 2017; Sáez-López & Sevillano-García, 2017; Shein, 2014; Wang, Wang & Liu, 2014). De resterende artikler går noget tættere på, hvad problemløsning er i

relation til computational thinking.

Når eleven møder et problem, så skal eleverne ifølge Liu, Zhi, Hicks og Barnes (2017) lære at håndtere det igennem en proces, der omfatter at 1) identificere problemstillingen, 2) repræsentere den på en passende måde, 3) vælge en løsningsstrategi, 4) udføre strategien og 5) evaluere løsningen. Forfatterne sammenligner erfarne problemløsere (såkaldte ”eksperter”) med nye problemløsere og understreger, at eksperter bruger mere tid på de første faser af processen. Endvidere viser undersøgelsen, at eksperter håndterer problemerne i mindre dele og overvejer flere alternative løsninger. Liu et al. (2017) repræsenterer således en kognitiv, planmæssig og analytisk tilgang til problemløsning, der er sekventiel og ikke omfatter iterationer.

Rose, Habsgood & Jay (2017) foreslår en fleksibel og mere situeret tilgang til forståelse af problemløsning, der omfatter to tilgange til problemløsning. For det første er der den analytiske top-down-tilgang, som – ikke ulig den sekventielle tilgang præsenteret ovenfor – indebærer planlægning af processen og gennemførelse af planen. For det andet er der en nedefra-og-op-tilgang – den såkaldte ”bricolage”-tilgang – hvor problemet løses gennem interaktion med materialer, og viden dermed opnås gennem oplevelsen af interaktionen. Denne tilgang bygger Rose et al. (2017) på konstruktionistiske tænkere, der beskriver, hvordan elever finder en løsning på et givent problem igennem arbejdet, som det skrider frem, snarere end at holde sig til en på forhånd fastlagt plan (Papert & Harel, 1991). Konstruktionismen sætter et pædagogisk fokus på eleverne som ansvarlige for deres egen læring. I stedet for at modtage og gengive viden, som læreren præsenterer for dem, lærer eleverne gennem bricolage: de tilrettelægger og omorganiserer velkendte materialer (Kafai & Burke, 2014). I modsætning til problemløsning, hvor elever nedbryder udfordringer ovenfra og ned i mere fordøjelige komponenter, beskriver bricolage problemløsning som en dialog med situationen, hvor den endelige løsning kommer til sidst (Kafai & Burke, 2014). Sullivan & Heffernan (2016) skelner også mellem disse to tilgange og viser endvidere, at elever udvikler deres tilgang til problemløsning over tid fra forsøg-fejl-metoden (bricolage) til mere avancerede heuristiske tilgange (planmæssige og analytiske). Kafai & Burke (2013) beskriver det at løse et problem med computational thinking som:



” [...] extending computer science principles to other disciplines in order to help break down the elements of any problem, determine their relationship to each other and the greater whole, and then devise algorithms to arrive at an automated solution. (Kafai & Burke, 2013, s. 62)

Her tager Kafai og Burke udgangspunkt i, at når vi løser problemer igennem computational thinking, så anvendes ”datalogiske principper”, hvilket er metoder, der almindeligvis hører til datalogi. Det kunne for eksempel være rekursion – en metode til at reducere kompleksitet i en proces (Cetin & Dubinsky, 2017). Kafai og Burke antyder, at begrebet ”computational thinking” er for snævert. De foreslår i stedet at sætte begrebet ”computational participation” på elevernes skema. Dette indebærer et fokus på problemløsning igennem algoritmisk tænkning, som omfatter at gå fra at lære kodning som et mål i sig selv til at lære at lave applikationer. Og at gå fra at lære eleverne værktøjer til i stedet at tilbyde dem at være en del af et fællesskab af kreative skabere af teknologi. Til sidst omfatter det et skift fra at bygge hele applikationer op fra bunden til en tilgang, der giver mulighed for at blande og kombinere og ændre eksisterende applikationer. Kafai og Burke (2013) betoner samtidigt, at skolen bør opmuntre eleverne til problemløsning på tværs af fagligheder, hvor problemerne nedbrydes i dele.

Alle artikler anerkender, at computational thinking overordnet handler om problemløsning. En del af artiklerne gør dog ikke ret meget ud af, hvordan problemløsning foregår og bidrager til computational thinking. De artikler, der behandler problemløsning i detaljer, ser enten problemløsning som en trinvis proces eller som en mere åben praksis, der på forskellige måder relaterer til de andre kompetencer inden for computational thinking. Endeligt bidrager begrebet ”computational participation” med at koble computational thinking til en social og tværfaglig tilgang til problemløsning.

### **Abstraktion**

Abstraktion nævnes i cirka to tredjedele af de gennemgåede artikler, og der er derfor bred enighed om, at kompetencen udgør en del af computational thinking. Grover og Pea (2013) siger endvidere, at netop abstraktion er et hovedprincip i computational thinking, der adskiller denne tænkning fra andre former for tænkning. Abstraktion er et udtryk med en række betydninger, og det giver derfor mening at undersøge, hvad den specifikke betydning er, eller kan være, i de forskellige forskningsbidrag, som vi har gennemgået, og hvordan

begrebet forholder sig til de andre kritiske elementer i computational thinking.

En væsentlig del af artiklerne nævner abstraktion i en computational thinking-kontekst uden at definere den (Brady et al., 2017; Cho & Lee, 2017; Denner et al., 2014; Denning, 2017; Durak & Saracipeti, 2018; Gadanidis, 2017; Jun et al., 2017; Lee, Mauriello, Ahn & Bederson, 2014; Leonard et al., 2016; Lye & Koh, 2014; Psycharis & Kallia, 2017; Román-González, Pérez-González & Jiménez-Fernández, 2016; Sáez-López & Sevillano-García, 2017; Sanford & Naidu, 2016; Segredo, Miranda & León, 2017; Shein, 2014; Werner, Denner & Campe, 2014). Nedenfor gennemgår vi de artikler, der eksplicit forholder sig til abstraktion.

Flere af artiklerne betragter abstraktion som en kognitiv tilgang til at navigere i store mængder empiriske observationer og fokusere på væsentlige delelementer. For eksempel definerer National Science Foundation abstraktion som en "reduktion af information og detaljer med henblik på at fokusere på begreber, der er relevante for forståelse og løsning af problemer" (Grover & Pea, 2013, s. 39). Det betyder, at abstraktion betragtes som gruppering af informationer, hvilket reducerer kompleksiteten, og overflødig information udelades. Denne tilgang til abstraktion deles af Wang, Wang og Liu, der definerer abstraktion, som "evnen til at finde et passende detaljeniveau med henblik på at definere og løse et problem" (2014, s. 4). I samme stil skriver Wing i sin artikel fra 2011 (citeret i Cetin og Dubinsky, 2017 samt i Grover og Pea, 2013) om abstraktion som et udtryk, der har at gøre med at "definere mønstre og generalisere fra det specifikke tilfælde samt at beskrive noget gennem parametre". Ifølge Wing (2011) kan man gennem "abstraktion af et givent problem reducere kompleksiteten ved at lade et objekt repræsentere mange, hvorved de essentielle egenskaber ved det, der adresseres, indfanges". Abstraktionen tillader altså, at vi "fjerner detaljer fra problemet og formulerer en løsning i mere generelle termer" (Rose et al., 2017).

Opfattelsen af abstraktion som en metode til at repræsentere en problemstillings karakteristika i klasser, der deler væsentlige egenskaber, suppleres i visse artikler af en mere raffineret opdeling mellem empirisk og reflekterende abstraktion. Et kritisk eksempel på dette er Cetin og Dubinskys (2017) brug af Piagets begreber. De tager udgangspunkt i flere forskningsbidrag, der beskriver abstraktion i forhold til programmering og computational thinking, og konkluderer på denne baggrund, at den eksisterende litteratur i vid udstrækning definerer abstraktion som en metode til at beslutte, hvilke detaljer man skal fokusere på, og hvilke man skal ignorere. Forfatterne sammenligner denne forståelse med det, som Piaget beskriver som "empirisk

abstraktion”, hvilket er interessant, fordi Piaget har peget på, at dette ikke er et stærkt abstraktionsniveau. Cetin og Dubinsky skriver, at ”empirisk abstraktion tager udgangspunkt i, at et individ udleder viden fra et objekts egenskaber ved at vælge at ignorere nogle af dem og fokusere på andre” (2017, s. 76). Årsagen til, at denne metode ikke er tilstrækkelig, er, at den empiriske abstraktion beror på individets oplevelser af et givent fænomen. For eksempel kan et barn se mange hunde og genkende et dyr som en hund men også se løven og hyænen som en hund ud fra samme karakteristika. Cetin og Dubinsky (2017) argumenterer for at følge Piagets forslag om at bruge en stærkere form for abstraktion nemlig den reflektive: ”In reflective abstraction, knowledge is not drawn from the properties of the object, rather it is drawn from the general coordination[s] of actions” (Cetin & Dubinsky, 2017, s. 76). Her vil eleven observere et givent fænomen, reflektere over det og selv konstruere en abstraktion af fænomenet. Det kan for eksempel være at overskue en mængde og forstå, at uanset hvordan den tælles, vil man nå samme antal.

Shein (2014) understreger betydningen af abstrakt tænkning i computational thinking og sætter spørgsmålstegn ved, om børn er i stand til at tænke abstrakt og dermed er klar til at lære at kode (Shein, 2014, s. 16). Gadanidis (2017) understreger, at idéen om at kaste børn ud i abstraktion ikke er vidt accepteret blandt andet på grund af Piagets beskrivelse af udviklingsstadier, der sætter abstraktion på det højeste udviklingstrin. Gadanidis argumenterer dog for, at børn dagligt bruger en (empirisk) abstraktion for at genkende og klassificere verden omkring sig. Leonard et al. (2016) giver også et konkret eksempel på børn, der anvender abstraktion i programmering, da en gruppe elever evner at afvige fra den traditionelle spilgenre, ved at studere disse spil, før de skaber deres eget spil.

Opsummerende kan abstraktion forstås som en analytisk tilgang til at betegne og beskrive elementerne ved et givent problem, der leder til en reduktion af problemets kompleksitet og gør det håndterbart for et computerprogram. Abstraktion kan foregå empirisk ved at tage udgangspunkt i oplevelsen af fænomener og reflektivt og iterativt ved at skabe stærke grupperinger, der bygger på fænomenernes karakteristika. Det er omdiskuteret, i hvilken udstrækning børn kan tænke i abstraktioner, men der er eksempler på, at det lykkes, når det stilladseres.

### **Algoritmisk tænkning**

Algoritmisk tænkning fremhæves som en central kompetence i 20 af de gennemgåede artikler. Kafai og Burke (2013) fremhæver algoritmer

som en nøglekomponent i computational thinking, der ifølge dem består af tre processer: 1) nedbryd et problem til mindre delproblemer og komponenter, 2) bestem forholdet mellem disse, og 3) udarbejd algoritmer til at løse problemet. Udarbejdelsen af en algoritme kan forstås som en række trin til at løse et problem (Cho & Lee, 2017). Algoritmisk tænkning er således tæt forbundet til problemløsning; en algoritme er en proces, der løser en udfordring. Grover og Pea (2013) definerer ikke algoritmisk tænkning direkte, men henviser til Aho, der definerer computational thinking gennem algoritmer, som: "(...) the thought processes involved in formulating problems so 'their solutions can be represented as computational steps and algorithms'" (Grover & Pea, 2013, s. 39). Grover og Pea beskriver desuden algoritmer som "(...) tools for developing and expressing solutions to computational problems" (2013, s. 39). Denning (2017) ser, ligesom Grover og Pea, algoritmisk tænkning som et syntetisk supplement til mere analytisk problemløsning, men han gør endnu mere ud af menneskelig dømmekraft og ræsonnement i den forbindelse: "(...) an algorithm is not any sequence of steps, but a series of steps that control some abstract machine or computational model without requiring human judgment" (Denning, 2017, s. 33).

Samspillet mellem problemløsning, dømmekraft og argumentation står centralt hos både Grover og Pea (2013), Matsumoto og Cao (2017), Denning (2017) og Segredo, Miranda og León (2017). Segredo, Miranda og León (2017) giver desuden en meget specifik trinmodel for algoritmisk tænkning med reference til Futschek (2006), der går fra (1) analyse over (2) repræsentation (3) til fastlæggelse af instruktioner, (4) opbygning af en algoritme, (5) analyse af mulige tilfælde og endelig (6) iterativ forbedring af algoritmen. Segredo, Miranda og León konkluderer, at algoritmisk tænkning: "(...) includes a deep understanding of a given problem and an identification of the operations needed to solve that particular problem. The algorithm itself is an expression of this understanding, a synthesis of the understanding" (2017, s. 41).

Kort sagt indebærer algoritmisk tænkning, at et problem analyseres og forstås, så man kan danne sig et klart billede over, hvordan man løser det, udtrykker det i trin, der er forståelige for en computer, og kritisk reflekterer over denne syntese.

## **Modellering**

Knap halvdelen af de inkluderede studier nævner modellering som en kompetence, der er knyttet til computational thinking. Ti af disse artikler udfolder dog ikke begrebet (Denner et al., 2014; Gadanidis, 2017; Durak & Saritepeci, 2018; Psycharis & Kallia, 2017; Cho & Lee,

2017; Durak & Saritepeci, 2018; Psycharis & Kallia, 2017; Cho & Lee, 2017; Román-González et al., 2017; Basu et al., 2017; Sáez-López & Sevillano-García, 2017). Det er måske ikke overraskende – i alle fald påpeger Denning (2017), at det i de dominerende definitioner af computational thinking er en mangel, at den datalogiske model ikke nævnes. Dette er ifølge Denning (2017) en fejltagelse. Hele formålet med at engagere sig i abstraktion, nedbrydning og datarepræsentation er at skabe en model til at udføre et bestemt stykke arbejde (Denning, 2017, s. 35). De analytiske processer har simpelthen modellering som mål. Modellen er i sig selv en abstraktion, og algoritmerne er en serie af trin til kontrollere denne model uden, at et menneske skal indblandes (Denning, 2017).

En datalogisk model er et løsningsforslag, hvori relationer mellem alle parametre er indeholdt (Sanford & Naidu, 2017). Modellering bygger på en analyse af problemstillingen, antagelser om hvilke parametre, der har betydning for problemet og en prioritering af hvilke, der er mest centrale samt hvilke relationer, der er mellem dem. Disse relationer udgør grundlaget for selve modellen (Sanford & Naidu, 2017). Gadanidis (2017) og Gadanidis et al., (2018) argumenterer for, at arbejdet med modellering har et potentiale i forhold til at forstå komplekse sammenhænge, idet elever umiddelbart kan se konsekvenserne ved at ændre på en models kode. For at undgå misforståelser og frustrationer er det dog vigtigt, at eleverne ved, at modellen altid vil være en forsimpning af virkeligheden (Sullivan & Heffernan, 2016).

Modellering er en mere sofistikeret løsningstilgang end 'trial and error' og, ifølge Sullivan og Heffernan (2016), en tilgang, der skaber indsigt i helheder. Gennem arbejdet med modellering udfordres eleverne til at tænke i hypoteser ("hvad nu hvis...?") og omsætte dem til matematiske og datalogiske modeller (Sanford & Naidu, 2016). Når eleverne modellerer, så repræsenterer de data og gengiver mønstre. Denne proces kan bruges epistemisk til at undersøge og skabe forståelse for eksempel (natur-)fænomener i verden (Matsumoto & Cao, 2017; Sullivan & Heffernan, 2016; Gadanidis, 2017; Gadanidis et al., 2018) eller videnskabelige simulationer (Román-González et al., 2016). Sullivan og Heffernan (2016) viser eksempelvis, at eleverne, der skulle skabe en fungerende model af et biologisk system, først måtte forstå og undersøge systemets mekanismer.

Sanford og Naidu (2016) knytter modellering sammen med en undersøgende tilgang til matematik. Dette åbner op for, at eleverne kan afsøge og få forståelse for de potentielle forskellige løsninger, der kan være på en problemstilling, som kan præsentere sig igennem

simulationen. Erkendelsen af, at der ikke bare findes en løsning på et problem, kan øge elevernes lyst til at kaste sig ud i innovation og eksperimenter ifølge Sanford og Naidu (2016). Denne slags simulationer hjælper ligeledes med at forstå fænomener i verden og kan flytte grænserne for, hvad vi ved (Sanford & Naidu, 2016).

## Konklusion: en model for computational thinking på tværs af fag

Vi har i denne artikel undersøgt, hvad forskningslitteraturen lægger vægt på, når kerneelementerne i computational thinking gøres til en undervisningsorienteret kompetence. Litteraturen fra 2013 til 2018 viser, at problemløsning, abstraktion, algoritmer og modellering alle er centrale tematikker.

Vores udgangspunkt for at undersøge, hvad forskningslitteraturen peger på som centrale elementer af computational thinking, er hentet hos Papert (1980), Wing (2006 & 2011) samt hos Weintrop et al. (2016). Gennemgangen viser, at Wings kognitive forståelse af computational thinking, som den tydeligt er udtrykt i hendes paper fra 2011, er i overensstemmelse med det, der fremhæves i litteraturen. Det er ikke overraskende, da Wings arbejde på mange måder har været startskud til det store fokus, som området har fået i grundskolesammenhænge.

I læseplanen for teknologiforståelse sættes computationel tankegang lig med “ (...) analyse, modellering og strukturering af data og dataprocesser” (Undervisningsministeriet, side 12). Denne forståelse er tæt på den, der beskrives i Weintrop et al. (2016) som relevante computational thinking-praksisser i relation til matematik og naturfag dog uden den samme fokus på data og systemtænkning.

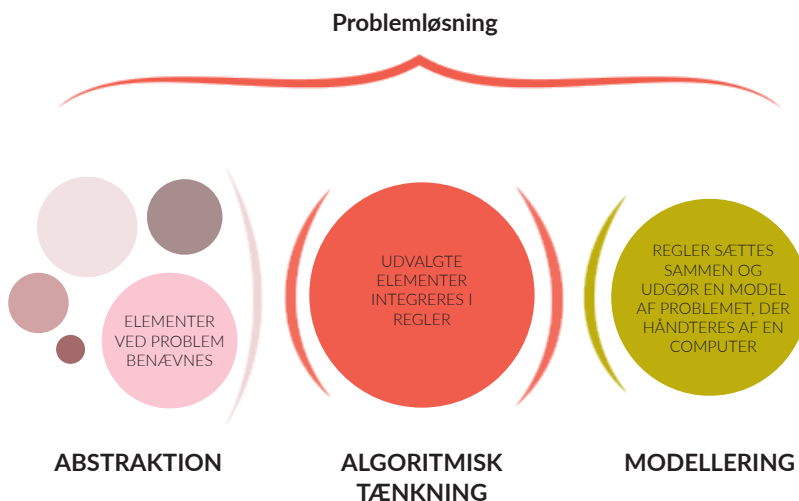
Vores begrebskortlægning viser, at computational thinking ofte bruges til at betegne to overordnede problemløsningsmekanismer: abstraktion og algoritmisk tænkning. Begge anvendes til opbygning af modeller for et givet problem. Abstraktion er analytisk og handler om at beskrive elementerne i et problem på en måde, der leder til en reduktion af problemets kompleksitet og gøre det håndterbart for et computerprogram. Algoritmisk tænkning er en syntetisk proces, hvor problemets elementer integreres i regler, der griber problemet an som helhed. Gennem denne rammesætning igennem regler (algoritmer) fremhæves visse elementer af problemet, mens andre

ignoreres. Kompetencemæssigt er computational thinking således en vekselvirkning mellem analyse og syntese samt kvalificerede gæt. I denne sammenhæng udgør modellering en repræsentation af det aktuelle problem samt de foreslåede regler til håndtering af det. Hvor abstraktion og algoritmisk tænkning er argumenterende kompetencer, ser vi i denne sammenhæng modellering som evnen til at aktualisere og repræsentere en forståelse af et omverdensfænomen, der rent faktisk kan løse problemet eller beskrive problematikken.

I figuren nedenfor (Figur 3) beskriver vi forholdet mellem hovedelementerne i computational thinking, der blev afledt i vores litteraturgennemgang. Vi forstår forholdet mellem de fire begreber problemløsning, abstraktion, algoritmisk tænkning og modellering på den måde, at computational thinking grundlæggende er en problemløsningsstrategi, men at denne strategi bygger på opbygningen af modeller af problemerne, så de kan løses af et informationsprocesserings-system. Praktisk set involverer dette mindst to kritiske processer, der er gensidigt afhængige, nemlig abstraktion og algoritmisk tænkning.

**Figur 3.**

*Computational thinking som et sæt af kompetencer. Modellen omfatter de mest centrale kompetencer knyttet til computational thinking baseret på begrebskortlægningen.*



Computational thinking er en problemløsningsstrategi, der gennemfører passende modellering ved hjælp af abstraktion og algoritmisk tænkning. En god løsning forudsætter en god forståelse af problemfeltet, og at de rette elementer udvælges (abstraktion) og integreres i regler (algoritmisk tænkning), således at modellen håndterer problemet uden at skabe nye problemer.

Vores håb med denne begrebskortlægning har på den ene side været at vise, hvordan computational thinking opfattes i den internationale forskningslitteratur, og på den anden side at bidrage til, at computational thinking kan blive en del af den danske skole på en god måde. Den model, vi bringer som opsamling på arbejdet, giver en empirisk funderet beskrivelse af, hvilke elementer der i forskningslitteraturen anses som vigtige for computational thinking.

## Referencer

- Basu, S., Biswas, G. & Kinnebrew, J. S.** (2017). Learner Modeling for Adaptive Scaffolding in a Computational Thinking-Based Science Learning Environment. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27(1), 5-53. DOI: 10.1007/s11257-017-9187-0
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kamylyis, P. & Punie, Y.** (2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education: Implications for Policy and Practice*. European Commission JRC Science for Policy Reports. DOI: 10.2791/792158
- Bocconi, S., Chiocciariello, A. & Earp, J.** (2018). *The Nordic Approach to Introducing Computational Thinking and Programming in Compulsory Education*. Nordic@BETT2018 Steering Group. <https://doi.org/10.17471/54007>
- Brady, C., Orton, K., Weintrop, D., Anton, G., Rodriguez, S. & Wilensky, U.** (2016). All Roads Lead to Computing: Making, Participatory Simulations, and Social Computing as Pathways to Computer Science. *IEEE Transactions on Education*, 60(1), 59-66. DOI: 10.1109/TE.2016.2622680
- Børne- og Undervisningsministeriet.** (2018). Lokaliseret [22. maj 2018] på: <https://uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2018/maj/180516-forsog-med-teknologiforstaelse-i-folkeskolen-i-udbud>
- Cetin, I. & Dubinsky, E.** (2017). Reflective Abstraction in Computational Thinking. *The Journal of Mathematical Behavior*, 47, 70-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.06.004>
- Cho, Y. & Lee, Y.** (2017). Possibility of Improving Computational Thinking Through Activity Based Learning Strategy for Young Children. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 95(18), 4385-4393.



- Csernoch, M., Biró, P., Máth, J. & Abari, K.** (2015). Testing Algorithmic Skills in Traditional and Non-Traditional Programming Environments. *Informatics in Education*, 14(2), 175-197. <http://dx.doi.org/10.15388/infedu.2015.11>
- Danmarks Vækstråd** (2016). *Rapport om kvalificeret arbejdskraft*. Lokaliseret [marts 2021] på: [https://www.co-industri.dk/files/2021-07/Rapport\\_om\\_kvalificeret\\_arbejdskraft.pdf](https://www.co-industri.dk/files/2021-07/Rapport_om_kvalificeret_arbejdskraft.pdf)
- Denner, J., Werner, L., Campe, S. & Ortiz, E.** (2014). Pair Programming: Under What Conditions Is It Advantageous for Middle School Students? *Journal of Research on Technology in Education*, 46(3), 277-296. <https://doi.org/10.1080/15391523.2014.888272>
- Denning, P. J.** (2017). Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33-39. DOI: 10.1145/2998438
- Durak, H. Y. & Saritepeci, M.** (2018). Analysis of the Relation between Computational Thinking Skills and Various Variables with the Structural Equation Model. *Computers & Education*, 116, 191-202. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.004>
- Futschek, G.** (2006). Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. In R. T. Mittermeir (Ed.), *Informatics Education – The Bridge between Using and Understanding Computers* (s. 159-168). Springer. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/11915355\\_15](http://dx.doi.org/10.1007/11915355_15)
- Gadanidis, G.** (2017). Artificial Intelligence, Computational Thinking, and Mathematics Education. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 34(2), 133-139. <https://doi.org/10.1108/IJILT-09-2016-0048>
- Gadanidis, G., Clements, E. & Yiu, C.** (2018). Group Theory, Computational Thinking, and Young Mathematicians. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(1), 32-53. <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1403542>
- Grant, M. J. & Booth, A.** (2009). A Typology of Reviews: An Analysis of 14 Review Types and Associated Methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Grover, S. & Pea, R.** (2013). Computational thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Jun, S., Han, S. & Kim, S.** (2017). Effect of Design-Based Learning on Improving Computational Thinking. *Behaviour & Information Technology*, 36(1), 43-53. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1188415>
- Kallia, M., van Borkulo, S. P., Drijvers, P., Barendsen, E. & Tolboom, J.** (2021). Characterising Computational Thinking in Mathematics Education: A Literature-Informed Delphi Study. *Research in Mathematics Education*, 23(2), 159-187. DOI: 10.1080/14794802.2020.1852104
- Kafai, Y. B. & Burke, Q.** (2013). Computer Programming Goes Back to School. *Phi Delta Kappan*, 95(1), 61-65. <https://doi.org/10.1177%2F003172171309500111>
- Kafai, Y. B. & Burke, Q.** (2014). *Connected Code: Why Children Need to Learn Programming*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9992.001.0001>

- Lee, C. H. & Soep, E.** (2016). None But Ourselves Can Free Our Minds: Critical Computational Literacy as a Pedagogy of Resistance. *Equity & Excellence in Education*, 49(4), 480-492. <https://doi.org/10.1080/10665684.2016.1227157>
- Lee, T. Y., Mauriello, M. L., Ahn, J. & Bederson, B. B.** (2014). CTArcade: Computational Thinking with Games in School Age Children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2(1), 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2014.06.003>
- Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T. & Almughyrah, S.** (2016). Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 860-876. DOI: 10.1007/s10956-016-9628-2
- Liu, Z., Zhi, R., Hicks, A. & Barnes, T.** (2017). Understanding Problem Solving Behavior of 6–8 graders in a Debugging Game. *Computer Science Education*, 27(1), 1-29. <https://doi.org/10.1080/08993408.2017.1308651>
- Lye, S. Y. & Koh, J. H. L.** (2014). Review on Teaching and Learning of Computational Thinking Through Programming: What is Next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Martin, C.** (2017). Expressing Youth Voice through Video Games and Coding. *Knowledge Quest*, 45(4), 50-57.
- Matsumoto, P. S. & Cao, J.** (2017). The Development of Computational Thinking in a High School Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 94(9), 1217-1224. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00973>
- Misfeldt, M., Jankvist, U. T., Geraniou, E. & Bråting, K.** (2020). Relations between Mathematics and Programming in School: Juxtaposing Three Different Cases. I: A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, J. Trgalova, Z. Lavicza, R. Weinhandl, A. Clark-Wilson & H.-G. Weigand (red.), *Mathematics Education in the Digital Age (MEDA). Proceedings of the 10th ERME Topic Conference* (s. 255-262). Johannes Kepler University.
- Papert, S.** (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Papert, S. & Harel, I.** (1991). Situating constructionism. I: I. Harel & S. Papert, *Constructionism* (s. 1-11). Ablex Publishing corporation.
- Psycharis, S. & Kallia, M.** (2017). The Effects of Computer Programming on High School Students' Reasoning Skills and Mathematical Self-Efficacy and Problem Solving. *Instructional Science*, 45(5), 583-602. DOI: 10.1007/s11251-017-9421-5
- Philippis, M. R. & Fougat, S. S.** (2020). *Teknologiforståelse i et scenariedidaktisk perspektiv: indskoling, mellemtrin og udskoling*. Hans Reitzels Forlag.
- Pugnali, A., Sullivan, A. & Bers, M. U.** (2017). The Impact of User Interface on Young Children's Computational Thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16(1), 171-193. <https://doi.org/10.28945/3768>
- Resnick, M.** (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. The MIT press.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C. & Jiménez-Fernández, C.** (2016). Which Cognitive Abilities Underlie Computational Thinking? Criterion Validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>

- Rose, S., Habgood, J. & Jay, T.** (2017). An Exploration of the Role of Visual Programming Tools in the Development of Young Children's Computational Thinking. *Electronic Journal of e-Learning*, 15(4), 297-309.
- Sáez-López, J. M. & Sevillano-García, M. L.** (2017). Sensors, Programming and Devices in Art Education Sessions. One Case in the Context of Primary Education / Sensores, programación y dispositivos en sesiones de Educación Artística. Un caso en el contexto de Educación Primaria. *Culture and Education*, 29(2), 350-384. <https://doi.org/10.1080/11356405.2017.1305075>
- Sanford, J. F. & Naidu, J. T.** (2016). Computational Thinking Concepts for Grade School. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 9(1), 23-32. <https://doi.org/10.19030/cier.v9i1.9547>
- Sanford, J. F. & Naidu, J. T.** (2017). Mathematical Modeling and Computational Thinking. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 10(2), 158-168. <https://doi.org/10.19030/cier.v10i2.9925>
- Segredo, E. M., Miranda, G. & León, C.** (2017). Towards the Education of the Future: Computational Thinking as a Generative Learning Mechanism. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2). <https://doi.org/10.14201/eks2017182335>
- Shein, E.** (2014). Should Everybody Learn to Code? *Communications of the ACM*, 57(2), 16-18. <https://doi.org/10.1145/2557447>
- Sullivan, F. R. & Heffernan, J.** (2016). Robotic Construction Kits as Computational Manipulatives for Learning in the STEM Disciplines. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(2), 105-128. <https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1146563>
- Tikva, C. & Tambouris, E.** (2021). Mapping Computational Thinking through Programming in K-12 Education: A Conceptual Model Based on a Systematic Literature Review. *Computers & Education*, 162. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104083>
- Uddannelses- og Forskningsministeriet.** (2020, 7. december). *Begreber*. Lokaliseret [25. november, 2021] på <https://ufm.dk/uddannelse/anerkendelse-og-dokumentation/dokumentation/kvalifikationsrammer/begreber>
- Undervisningsministeriet.** (2018). *Læseplan for søgsgafaget teknologiforståelse*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/181221-laeseplan-tekno-logiforstaelse.pdf>
- Wang, D., Wang, T. & Liu, Z.** (2014). A Tangible Programming Tool for Children to Cultivate Computational Thinking. *The Scientific World Journal*, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/428080>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U.** (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Werner, L., Denner, J. & Campe, S.** (2014). Children Programming Games: A Strategy for Measuring Computational Learning. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(4), 1-22. DOI: 10.1145/2677091
- Wing, J. M.** (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M.** (2011, November 17). Computational Thinking – What and Why. *The Link Magazine*. <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/papers/TheLinkWing.pdf>