

Anbefalinger til indførelse af teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale

Andersen, Lars Bo; Brabrand, Claus; Buhl, Mie; Caprani, Ole ; Georgesen, Marianne; Hachmann, Roland; Hjorth, Mikkel; Jørnø, Rasmus; Køhrsen, Louis; Misfeldt, Morten; Toft Nørgaard, Rikke; Nortvig, Anne-Mette; Middelboe Rehder, Mads

Publication date:
2022

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Andersen, L. B., Brabrand, C., Buhl, M., Caprani, O., Georgesen, M., Hachmann, R., Hjorth, M., Jørnø, R., Køhrsen, L., Misfeldt, M., Toft Nørgaard, R., Nortvig, A.-M., & Middelboe Rehder, M., (2022). *Anbefalinger til indførelse af teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale*, 56 s.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

ANBEFALINGER TIL INDFØRSEL AF TEKNOLOGIFORSTÅELSE I UDDANNELSE AF LÆRERE OG ANDET PÆDAGOGISK PERSONALE

Slutleverance i 3. spor af forsøgsprogrammet for teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning



Billede fra undervisningsforløbet 'Blinkende skulpturer i byrum' af Anette Møller Hansen, PHA.

Forfattet af:

Lars Bo Andersen (KP), Claus Brabrand (ITU), Mie Buhl (AAU), Ole Caprani (AU), Marianne Georgsen (UCN), Roland Hachmann (UC Syd), Mikkel Hjorth (VIA), Rasmus Leth Vergmann Jørnø (PHA), Louis Køhrsen (UCL), Morten Misfeldt (KU), Rikke Toft Nørgård (AU), Anne-Mette Nortvig (PHA) og Mads Middelboe Rehder (KP)

Januar 2022



KØBENHAVNS UNIVERSITET



VIA University
College



IT-UNIVERSITETET I KØBENHAVN



PROFESSIONS
HØJSKOLEN
ABSALON

INDHOLDSFORTEGNELSE

RESUMÉ	2
INDLEDNING.....	5
OVERORDNEDE ANBEFALINGER	11
MODEL FOR KOMPETENCEUDVIKLING.....	16
TEKNOLOGIFORSTÅELSE SOM SELVSTÆNDIGT FAG	27
TEKNOLOGIFORSTÅELSE I MATEMATIK - FAGLIGHEDER OG FAGMØDER.....	33
TEKNOLOGIFORSTÅELSE I BILLEDKUNST - FAGFORNYELSE.....	38
TEKNOLOGIFORSTÅELSE I HÅNDVÆRK OG DESIGN – TILLÆG, UDVIDELSE OG FORVANDLING.....	42
PROFESSIONSUNDERVISERNES EGNE ANBEFALINGER	45
KONKLUSION.....	52
REFERENCER.....	56

RESUMÉ

Dette dokument indeholder en række anbefalinger til indførsel af teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale i folkeskolen. Konkret drejer det sig om teknologiforståelse som selvstændigt fag og som element i de eksisterende fag matematik, billedkunst og håndværk og design.

Anbefalingerne er udarbejdet af forskere og fageksperter fra universiteter og professionshøjskoler, der har deltaget i projekt 'Teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale' under Børne- og Undervisningsministeriet. Projektet udgør 3. spor i ministeriets forsøgsprogram for teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning. Modsat forsøgsprojektets andre spor, der omhandler undervisning i folkeskolen, så omhandler spor 3 den faglighed, som lærere og lærerstuderende skal uddannes til på professionshøjskolerne for at kunne varetage undervisning i teknologiforståelse i skolens fag (hvad der kan betegnes som 'lærerfaglig teknologiforståelse'). Spor 3 berører således forholdet mellem skolefag og lærerfaglighed.

Forskernes overordnede vurdering er, at forudsat opgaven med indførsel af teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale organiseres med hensyntagen til de afgivne anbefalinger, er der et betydeligt uddannelsesmæssigt potentiale i at indføre teknologiforståelse både som dyb selvstændig faglighed i eget fag og i flere variationer (teknologiforståelser) i fagene matematik, billedkunst og håndværk og design.

Anbefalingerne skal læses som et supplement til projektets eksterne evaluering og hjælpe de relevante ministerier og uddannelsessektoren med at håndtere to gensidigt forbundne udfordringer, der må afklares som led i at indføre teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale:

1. Hvordan kan der udvikles et faggrundlag for teknologiforståelse som selvstændigt fag og faglighed, og som integreret faglighed i eksisterende fag som matematik, billedkunst og håndværk og design?
2. Og hvordan kan professionsundervisere kompetenceudvikles til at undervise i denne faglighed?

En gennemgående erfaring fra projektet er, at det må accepteres, at et vilkår for kompetenceudvikling i teknologiforståelse på professionshøjskolerne vil være, at faglighed, fagdidaktik og faggrundlag er under samtidig udvikling. I anerkendelse af denne præmis og

opgavens omfang og kompleksitet anbefales det derfor først og fremmest, at teknologiforståelse indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.

A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.

Det frarådes samtidig, at teknologiforståelse indføres fuldskala uden forudgående fagudvikling i de relevante miljøer og tilstrækkelig vidensbaserings, idet en sådan tilgang risikerer at modvirke fagets gennemslagskraft og bæredygtighed.

I projektet har der i forlængelse heraf været usikkerhed omkring, og mange diskussioner af, hvilken 'type' af faglighed teknologiforståelse er (eller bør være) – både i forhold til faggrundlag, fagdidaktik og andre måder at arbejde med teknologi. Her er erfaringen fra projektet, at professionsundervisernes forståelse af forholdet mellem teknologiforståelse og deres eksisterende fagligheder ændrer sig over tid. Og at der samtidig mangler et rammesættende fagsprog og begreber for hvad det vil sige, at udvikle en ny faglighed i krydsfeltet mellem eksisterende fagligheder. Dette gælder både for et selvstændigt fagområde, der søger at integrere flere forskellige videnstraditioner, og for teknologiforståelse som delfaglighed i eksisterende fag. Derfor anbefales det, at fagmiljøerne involveres i en særskilt indsats med at udvikle tydelige forståelsesrammer for opgaven med at indføre teknologiforståelse.

A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed

Som konsekvens af at teknologiforståelse er en ny faglighed, der ikke findes i tilsvarende form i andre lande, og hvor kompetenceudvikling og fagudvikling derfor må gå hånd i hånd de første mange år, er det også nødvendigt med en stærk videns- og forskningsbaseret af fagligheden på to områder: Løbende og systematisk analyse af den faglige udvikling, så denne ikke forbliver personbunden eller 'tavs'. Og kvalificering og stimulering af de faglige udviklingsprocesser gennem ny ekspertviden.

A3: Der skal sikres mekanismer for systematisk vidensbaserings

I relation til behovet for prioriteret vidensbaseret er der ligeledes behov for en prioritering af materiel understøttelse. Det drejer sig især om didaktisk materiale (fx eksemplariske undervisningsforløb og andre praksisorienterede tekster) og læremidler samt teknologier til faglokaler.

A4: Der skal sikres ressourcer til materiel understøttelse af teknologiforståelse

Den sidste anbefaling er at teknologiforståelse etableres under strukturelle rammer, der kan være med til at fordre en ny studiekultur blandt lærerstuderende og nye underviserpositioner på professionshøjskolerne (fx laboratorierammer eller andre særlige ramme-sætninger).

A5: Der skal udvikles en ny studiekultur og nye underviserpositioner

Sådan læser du rapporten

Rapporten skal læses som en antologi med en fælles ramme.

Først og fremmest er der et afsnit til hver af projektets fagmodeller for teknologiforståelse, hvor du kan finde fagspecifikke anbefalinger (nummeret med fx **M1**, **M2**, osv. for matematik, **S** for det selvstændige fag, **B** for billedkunst og **HD** for håndværk og design).

Derudover er der et særskilt afsnit med anbefalinger til forsat kompetenceudvikling i teknologiforståelse (nummeret **K1**, **K2**, osv.) på professionshøjskolerne samt et afsnit med anbefalinger direkte fra de deltagende professionsundervisere (nummeret **U1**, **U2**, osv.).

Det hele opsummeres i et afsnit med de overordnede anbefalinger på s. 11 (nummeret med **A1**, **A2** osv.) og igen i konklusionen på s. 52.

INDLEDNING

Denne rapport beskriver en række anbefalinger til et eventuelt videre arbejde med at indføre teknologiforståelse i uddannelsessystemet. Anbefalingerne har særligt fokus på teknologiforståelse som faglighed på læreruddannelsen og i professionshøjskolernes efter- og videreuddannelse. De tager afsæt i både en selvstændig faglighed og teknologiforståelse som del af de eksisterende fag i matematik, billedkunst og håndværk og design.

Anbefalingerne er udarbejdet på foranledning af Børne- og Undervisningsministeriet som faglig slutleverance i projekt 'Teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale' og kan med fordel læses i samspil med projektets eksterne evaluering fra Danmarks Evalueringsinstitut. Projektet er en del af ministeriets forsøgsprogram for teknologiforståelse og har som overordnet formål at skabe et grundlag for at der kan uddannes lærere i teknologiforståelse på professionshøjskolerne.

Derfor har professionshøjskoler og universiteter i fællesskab etableret et nationalt vidensnetværk af forskere og fageksperter, der har udviklet og udført kompetenceudviklingsforløb for 30 professionsundervisere¹ fra alle landets professionshøjskoler, der igen har udviklet og afprøvet undervisningsforløb for lærere og lærerstuderende. Projektet er således baseret på et trippel-didaktisk samspil mellem vidensnetværk som repræsentanter for faglighedens videnskabsdiscipliner, professionsundervisere og de lærere og lærerstuderende, der eventuelt vil skulle undervise eleverne i forsøgsfagligheden.

Konkret har vidensnetværket faciliteret to iterationer af en didaktisk designproces, hvor professionsundervisere i samarbejde med netværket designede ny undervisning, der efterfølgende blev afprøvet i professionsundvisernes egen praksis og evalueret til næste workshop. Hele processen blev understøttet af et 'arbejdshæfte,' der både dokumenterede og stilladserede processen for professionsundviserne, og hvorfra udvalgte forløb efterfølgende er viderebearbejdet til færdige didaktiske designs og udgivet (enten skriftligt eller i webinarformat) på hjemmesiden www.lutek.dk.

¹ Professionsunderviser er i denne rapport et samlebegreb for undervisere på læreruddannelsen, CFU og professionshøjskolernes efter- og videreuddannelse.

Udvikling af lærerfaglig teknologiforståelse i samspil mellem skolens praksis og professionsunderviserfaglighed

Projekt 'Teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale' udgør spor 3 af Børne- og Undervisningsministeriets forsøgsprogram for teknologiforståelse og tager af samme grund afsæt i den faglighed og de Fælles Mål, der blev udviklet af en ekspertskrivegruppe i forsøgsprogrammets spor 1 og afprøvet på 46 skoler i forsøgsprogrammets spor 2 (www.tekforsøget.dk). Samtidig skal projektet bidrage til et grundlag for teknologiforståelse i uddannelse af lærerstuderende og efteruddannelse af lærere, der stiller krav om en faglighed på et videregående niveau, og ikke mindst som en faglighed for professionsundervisere, hvilket forpligter i forhold til at etablere et tydeligt op-hæng i egne forsknings- og udviklingsaktiviteter samt de relevante videnskabsdiscipliner.

Projektet er derfor organiseret omkring et trippeldidaktisk samspil mellem: 1) skolens forsøgsfag og praksis, 2) den lærerfaglighed, som lærerstuderende skal uddannes til, og som fremtidens lærere skal besidde for at kunne varetage undervisning i teknologiforståelse, og 3) professionsunderviserens egen faglighed, der skal bero på et tydeligt videns- og forskningsgrundlag, og som skal sætte dem i stand til at undervise i lærerfaglig teknologiforståelse. Med andre ord skal spor 3 håndtere samspillet mellem skolefag, lærerfaglighed og professionsunderviserfaglighed.



Figur 1: Forholdet mellem skolefag, lærerfaglighed og professionsunderviserfaglighed.

Det er vigtigt at fremhæve, at lærerfaglig teknologiforståelse kun i lav grad er udviklet og beskrevet². Og at opgaven med at udvikle lærerfaglig teknologiforståelse er placeret i et kompliceret spændingsfelt mellem en skolepraksis under afprøvning og et videnskabs-

² Med få undtagelser, fx findes der et forsøg med teknologiforståelse som undervisningsfag på Københavns Professionshøjskole (med optag fra 2022).

felt, der trækker på flere forskellige forskningstraditioner, og som ligeledes er under udvikling som et sammenhængende fagområde. Vidensnetværket har af samme grund anlagt en udforskende og åben tilgang til udvikling af lærerfaglig teknologiforståelse i faglig dialog med de deltagende professionsundervisere, dog med tydeligt afsæt i de nuværende Fælles Mål for forsøgsprogrammet.

Krav til lærerfaglig og professionsunderviserfaglig teknologiforståelse

Selvom teknologiforståelse er under udvikling som faglighed er det dog muligt at foretage nogle overordnede betragtninger om lærerfaglig teknologiforståelse ud fra den nuværende bekendtgørelse om uddannelse til professionsbachelor som lærer. Overordnet set skal teknologiforståelse som lærerfaglighed bero på samme type kompetencer som alle andre fag, nemlig at lærerne ”begrundet [kan] planlægge, gennemføre, evaluere og udvikle undervisning” i folkeskolen (Bekendtgørelse om uddannelsen til professionsbachelor som lærer i folkeskolen, 2015).

I forhold til en ny faglighed som teknologiforståelse er det særligt vigtigt, at lærerne begrundet kan *udvikle og evaluere* ny undervisning *i takt med* at fagligheden og fagmiljøet udvikler sig. Det indebærer bl.a., at lærerne kan følge med i udviklingen af fagligheden videns- og forskningsgrundlag samt have tilstrækkeligt kendskab til faglighedens historie og forskellige traditioner i de videnskabsdiscipliner, faget bygger på (herunder både humanistiske, samfundsmæssige og datalogiske). Dette kendskab skal være tilstrækkeligt til at lærerne kan sætte de til enhver tid gældende fagbeskrivelser ind i en faglig og fagdidaktisk fortolkningskontekst, og omsætte de faglige intentioner og indholdsområder til velbegrundet undervisning.

I forhold til professionsunderviserfagligheden i teknologiforståelse gør det sig ydermere gældende, at undervisere på læreruddannelsen og på professionshøjskolernes efter- og videreuddannelse skal udvikle teoretiske, faglige, pædagogiske og fagdidaktiske kompetencer inden for teknologiforståelse på et niveau, hvor de bl.a. aktivt kan bidrage til forsknings- og udviklingsaktiviteter i forhold til faglighedens videre udvikling (Bekendtgørelse om lektorkvalificering, lektorbedømmelse og docentbedømmelse af undervisere ved erhvervsakademier, professionshøjskoler, Danmarks Medie- og Journalisthøjskole og visse maritime uddannelsesinstitutioner, 2018).

Opsummerende kan man derfor sige, at det for både lærere og professionsundervisere er afgørende, at deres faglighed udvikles i takt med faglighedens eventuelle indførelse i skolens praksis. Og at de skal uddannes til et niveau, hvor de på en kvalificeret måde kan bidrage aktivt til faglighedens videre udvikling og have tilstrækkeligt med kommunikations- og samarbejdskompetencer til også at kunne bære fagligheden ud i et kollegialt fagmiljø på skolerne, hvor der er mindre kendskab til teknologiforståelse.

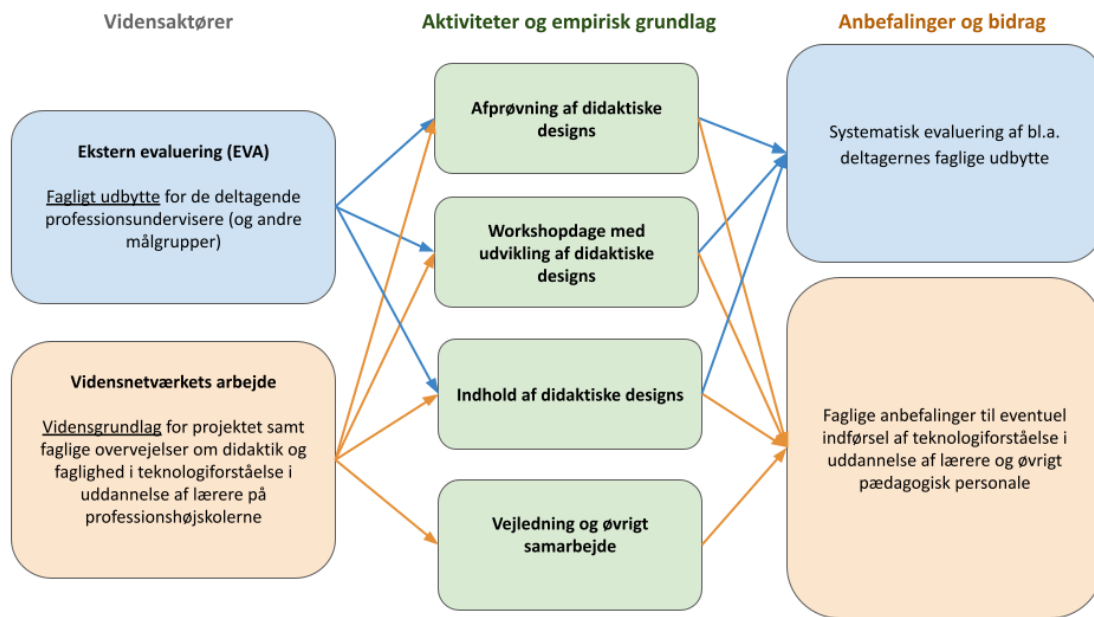
Projektets problemstilling

Det trippeldidaktiske samspil mellem skolefag, lærerfaglighed og professionsunderviserfaglighed afspejles i to centrale undersøgelsesspørgsmål for projektet, der også danner afsæt for anbefalingerne i denne rapport. Det første spørgsmål knytter sig til lærerfaglig teknologiforståelse, mere specifikt hvori denne faglighed består, og efter hvilke didaktiske principper, lærere og lærerstuderende skal undervises. Det andet spørgsmål knytter sig til professionsunderviserfaglighed og dermed også til, hvordan professionsundervisere kan kompetenceløftes til at uddanne lærere og andet pædagogisk personale:

1. Hvori består det indledende faggrundlag for lærerfaglig teknologiforståelse som selvstændig faglighed og som del af matematik, billedkunst og håndværk og design? Og hvilke fagdidaktikker bør forme undervisningen?
2. Hvordan kan professionsundervisere på professionshøjskolerne bedst kompetenceudvikles til at varetage undervisning i lærerfaglig teknologiforståelse?

Organisering og metode bag vidensnetværkets anbefalinger

Projektet har ikke et decideret forskningsspor og evalueringen foretages eksternt af Danmarks Evalueringsinstitut (EVA). Til gengæld har vidensnetværket etableret projektets vidensgrundlag, forestået den faglige tilrettelæggelse af kompetenceudviklingen og løbende justeret både didaktik og fagligt indhold i forhold til hvilke dele af teknologiforståelse, der bedst kan bringes i samspil med professionsundervisernes eksisterende faglighed. Vidensnetværkets anbefalinger kan således supplere projektets evaluering ved at synliggøre hensyn omkring professionsundervisernes faglige udvikling, der både har gjort sig gældende i projektet og fortsat vil være centrale i en opskaleret indførsel af teknologiforståelse. Figur 2 skitserer forholdet mellem evaluering og anbefalinger, der med fordel kan læses som gensidigt supplerende.



Figur 2: Forholdet mellem projektets eksterne evaluering og vidensnetværkets anbefalinger i forhold til at informere den videre indførelse af teknologiforståelse i uddannelsen af lærere og andet pædagogisk personale.

Vidensnetværket har udarbejdet anbefalingerne i en proces, der baserer sig på systematisk erfaringsopsamling. Processen kan opsummeres i følgende tre faser:

Fase 1 – udvikling af metode for anbefalinger

En tværgående arbejdsgruppe i vidensnetværket foretog i samarbejde med projektledelsen deltager-observationer på workshopdage for professionsundervisere i efteråret 2020 og foråret 2021, gennemlæste arbejds hæfter og projektdokumenter, og tilrettelagde på den baggrund en *afgrænsning* af, hvilken type anbefalinger netværket skulle afgive, på hvilket vidensgrundlag og under hvilke hovedspørgsmål (som skitseret herover).

Fase 2 – udvælgelse og vægtning af konkrete analysespørgsmål

Herefter afholdt det samlede vidensnetværk et heldagsseminar, hvor den overordnede afgrænsning blev omsat til en række analysespørgsmål, der mere konkret kunne informere netværkets arbejde. Det resulterede i en bruttoliste på 33 spørgsmål, der blev prioriteret og grupperet efter relevans, empirisk grundlag og ikke mindst analysens gennemførlighed. Slutresultatet af denne proces kan opsummeres til følgende underspørgsmål, som har ført til de afgivne anbefalinger i dette dokument:

1. Hvilke overvejelser og anbefalinger kan vidensnetværket identificere omkring egen model for kompetenceudvikling?
2. Hvordan kan professionsundervisere opnå en dyb faglighed i et selvstændigt fag?

3. Hvordan kan professionsundervisere indarbejde teknologiforståelse som del af deres eksisterende faglighed i fagene matematik, billedkunst og håndværk og design?
4. Hvad er professionsundervisernes egne anbefalinger i rollen som faglige ambassadører for teknologiforståelse i uddannelse af lærere og øvrigt pædagogisk personale?

Fase 3 – identificering af fælles anbefalinger

Efter den fælles afgrænsning af spørgsmål i fase 2 blev der nedsat arbejdsgrupper til hvert underspørgsmål, der forberedte en analyse til præsentation og diskussion på et afsluttende netværksseminar. Til afslutningsseminaret blev der arbejdet på tværs af analysegrupperne med henblik på at identificere, udvikle og forfine de anbefalinger, der beskrives i denne rapport.

Ansvar og forfatterskab

Arbejdets organisering medfører, at vidensnetværkets deltagere har forskellige ansvarsområder i forhold til denne tekst. Mads Middelboe Rehder, Mikkel Hjorth, Rikke Toft Nørgård, Rasmus Leth Vergmann Jørnø og Marianne Georgsen har et særligt ansvar for facilitering af den samlede anbefalingsproces (i samarbejde med Lars Bo Andersen), samt for den tværgående analyse af projektets model for kompetenceudvikling. Morten Misfeldt og Louis Køhrsen har et særligt ansvar for teknologiforståelse som del af matematik. Mie Buhl, Rikke Toft Nørgård og Anne-Mette Nortvig har på samme måde et særligt ansvar for teknologiforståelse som del af billedkunst og håndværk og design. Roland Hachmann, Ole Caprani og Claus Brabrand har et særligt ansvar for teknologiforståelse som selvstændigt fag. Endelig har Marianne Georgsen og Lars Bo Andersen et særligt ansvar for analysen af professionsundervisernes egne anbefalinger samt det overordnede redaktionelle ansvar.

OVERORDNEDE ANBEFALINGER

I dette afsnit opsummeres anbefalinger fra alle rapportens afsnit i fem hovedanbefalinger. Hovedanbefalingerne udfoldes efterfølgende i mere specifikke anbefalinger om modeller for kompetenceudvikling af professionsundervisere, for teknologiforståelse som selvstændigt fag, som del af matematik, billedkunst og håndværk og design, og endeligt anbefalinger direkte fra de deltagende professionsundervisere.

Når der afgives anbefalinger i rapporten, anvendes følgende notation:

A → Fælles anbefalinger på tværs af fagmodeller for teknologiforståelse og rapportens øvrige afsnit

K → Anbefalinger omkring kompetenceudvikling i teknologiforståelse

S → Anbefalinger om teknologiforståelse som selvstændigt fag

M, B og HD → Anbefalinger om teknologiforståelse i henholdsvis matematik, billedkunst og håndværk og design

U → Professionsundervisernes egne anbefalinger

Når der afgives en anbefaling om de øvrige rapportafsnit, anvendes en → til at indikere, hvordan denne refererer tilbage til de overordnede anbefalinger. Det ser sådan ud:

M2: Eksempel på anbefaling i matematik omkring forståelsesramme

Anbefalingen beskrives specifikt i forhold til matematik.

→ **A2: En pil som denne indikerer, at en anbefaling refererer tilbage til en af de overordnede anbefalinger. I dette eksempel refereres der tilbage til A2.**

Den første overordnede anbefaling omhandler den erkendelse, at det er et vilkår for kompetenceudvikling i teknologiforståelse på professionshøjskolerne, at faglighed og faggrundlag de første år må udvikles sideløbende med at der foretages kompetenceudvikling. Det gælder for et selvstændigt fagområde, men vil være særligt udtalt ved integra-

tion i de eksisterende fag. Derfor anbefales det først og fremmest, at indførelsen af teknologiforståelse organiseres i en trinvis proces, der organiseres med henblik på bred forankring, inddragelse og aktivering af relevante faglige fællesskaber.

A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.

Udvikling af faggrundlag og fagdidaktikker

Det anbefales at integrere fagudvikling med kompetenceudvikling i en trinvis og iterativ proces, der tillader forskere, professionsundervisere og lærere i samspil at udforske og indkredse et relevant og bæredygtigt faggrundlag for teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale.

Kompetenceudvikling af professionsundervisere

Kompetenceudvikling i teknologiforståelse bør ikke individualiseres, men forankres i faglige fællesskaber, der over en længere periode og trinvist kan tilegne sig ny viden og nye kompetencer i teknologiforståelse og omsætte disse til ny undervisning. Slutresultatet af en sådan proces er et bæredygtigt fagmiljø, der bygger på et fælles grundlag.

I projektet har der i forlængelse heraf været mange diskussioner af, hvilken 'type' af faglighed teknologiforståelse er (eller bør være) – både i forhold til faggrundlag, fagdidaktik og andre måder at arbejde med teknologi. I den forbindelse må der udvises tilbageholdende med på forhånd at definere et lukket fagligt slutmål for kompetenceudvikling, idet en sådan tilgang kan medføre fagkampe eller modstand mod teknologiforståelse som en 'gøgeunge' i de eksisterende fagligheder.

En overordnet anbefaling er derimod, at der igangsættes en særlig indsats med at udvikle tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed og herunder også, hvordan processen med at indføre denne faglighed kan forstås og håndteres. Dette er en opgave der bør inddrage både professionsundervisere og forskere, og som potentielt kan have stor betydning for faglighedens indoptag og gennemslagskraft i fagmiljøerne.

Ud fra erfaringerne fra dette projekt kan der foreløbigt foreslås tre rammeforståelser: Faglig udvikling *inden for* de eksisterende fag; faglig *deltagelse* i at udvikle teknologiforståelse; og udvikling af et 'fælles tredje' via gensidig *integration* af delelementer af forskellige fagligheder.

Forståelsesrammen omkring etablering af et 'fælles tredje' via integration af forskellige faglige elementer har især vist potentiale i at håndtere det forhold, at det selvstændige fag indeholder kompetenceområder, der går på tværs af etablerede fagskel mellem det datalogiske, humanistiske, samfundsvidenskabelige videnstraditioner og ydermere skal indarbejdes i læreruddannelsernes pædagogiske og didaktiske traditioner. Mens dette forhold yderligere accentueret ved teknologiforståelse som delfaglighed i eksisterende fag, hvor teknologiforståelse både skal indarbejdes i disse og samtidig fungere som tværgående faglighed med egen identitet.

Denne udfordring er også identificeret som af afgørende betydning i et tilsvarende sektorprojekt under Uddannelses og Forskningsministeriet (Andersen et al., 2021; Kornholt et al., 2021), hvor det også påpeges, at der mangler begreber og sprog til at forstå sådanne fagmøder.

A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed

Udvikling af faggrundlag og fagdidaktikker

Det anbefales, at der udvikles forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed. Forståelsesrammerne skal både være sprogligt intuitive, inddrage eksisterende fagdidaktiske tilgange og forskningsmæssigt velfunderet (eksempelvis ved inddragelse af forskningsviden om fagudvikling i andre sammenhænge). Formålet er at sikre en bæredygtig ramme om fagudviklingen, der kan hjælpe til afklaring af opgavens natur og sammenhæng, og derved modvirke fagkampe, nulsumsspil, og ubegrundede bekymringer.

Kompetenceudvikling af professionsundervisere

Projektets organisering kan tænkes som ét eksempel på en platform for et fagmøde mellem forskellige typer af fagligheder og faglige tilgange til teknologiforståelse - både blandt de 30 professionsundervisere og blandt forskerne i vidensnetværket. Det har selvfølgelig været en udfordring, men samtidig også en stor styrke for både etablering af faggrundlag og kompetenceudvikling, at kunne skabe en platform for faglig udvikling gennem faglige forskelle.

Det anbefales derfor, at fremtidige og opskalerede kompetenceforløb ligeledes organiseres med henblik på at skabe mødesteder mellem forskellige typer af ekspertise og tilgange til teknologiforståelse.

I forhold til A1 og A2 er det nødvendigt at finansiere og understøtte en systematisk vidensbasering af en opskaleret indførsel af teknologiforståelse i uddannelse af lærere. I projektet har vidensnetværket via deres personlige tilstedeværelse kunne sikre en sådan vidensbasering, men i en større indsats er der behov for en organiseret og systematisk videns- og forskningsindsats.

A3: Der skal sikres mekanismer for systematisk vidensbasering

Udvikling af faggrundlag og fagdidaktikker

Det anbefales, at der som led i en fortsat indførsel af teknologiforståelse etableres en vidensorganisering, der kan tjene to supplerende formål: Systematisk opsamling og analyse af den faglige udvikling, så denne ikke forbliver personbunden eller 'tavs' men derimod analyseret, ekspliciteret og indoptaget i faglige fællesskaber – nationalt og lokalt. Og kvalificering af den faglige udvikling ved inddragelse af forskellige typer af ekspertise på tværs af fagfelter og faglige tilgange.

Kompetenceudvikling af professionsundervisere

En central erfaring fra projektet er, at præmisserne for kompetenceudvikling i teknologiforståelse ændrer sig over tid og i takt med, at et fagligt fællesskab opstår omkring et gryende faggrundlag, hvor nye mulighedsrum for faglig udvikling løbende kan åbne sig. Projektets begrænsede omfang har muliggjort, at disse mulighedsrum kunne identificeres og indarbejdes i aktiviteterne af vidensnetværket.

Det anbefales derfor, at en opskaleret kompetenceindsats organiseres omkring et systematisk og formativt videnskredsløb, der kan følge processen og understøtte, at kompetenceudviklingen foregår i takt med fagudviklingen, og at mulighedsrum identificeres og udnyttes (se også A1).

Endelig har projektet afdækket forskellige typer af behov for materiel understøttelse af teknologiforståelse som en ny faglighed med behov for ekstra stilladsning og som en kreativ og skabende faglighed med behov for faglokaler, læremidler og teknologier.

A4: Der skal sikres ressourcer til materiel understøttelse af teknologiforståelse

Det anbefales, at der afsættes midler til at sikre faglighedens materielle understøttelse på professionshøjskolerne. Herunder kan der være behov for en indledende

investering af et vist omfang, idet mange professionsundervisere oplever mangelfuld adgang til relevante teknologier og der vil i opstartsfasen ligeledes være øget behov for fx eksemplariske undervisningsforløb og lignende.

Det frarådes dog samtidig, at den fulde investering foretages på forhånd ud fra bestemte målbilleder af, hvad teknologiforståelse bør være for en faglighed. Investeringerne bør ske løbende, i dialog med de respektive fagmiljøer og i takt med at kompetence- og fagudvikling skrider frem.

En sidste erfaring fra projektet er, at undervisning i teknologiforståelse også føder ind i nogle af de mere strukturelle og kulturelle udfordringer på læreruddannelsen. Undervisningen kan dels være meget tidskrævende, hvilket kan udfordre de tilmæssige rammer. Og det antages samtidig, at underviseren kan bryde med rollen som faglig autoritet og antage en faciliterende rolle, når lærerstuderende fx arbejder på at løse tekniske nedbrud, fejl og udfordringer.

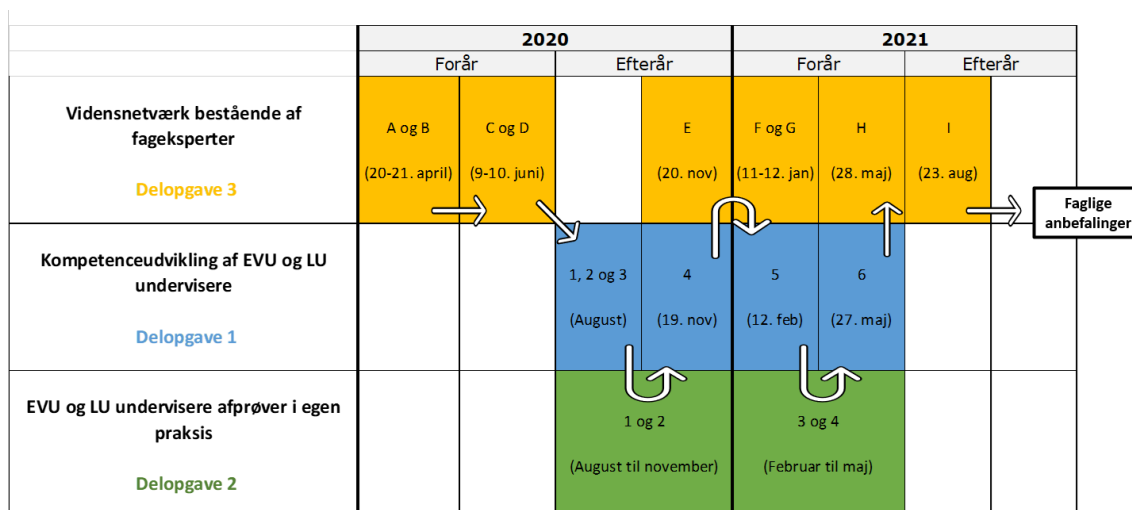
A5: Der skal udvikles en ny studiekultur og nye underviserpositioner

Det anbefales at indførsel af teknologiforståelse får ophæng i nogle af de fora eller strukturelle processer på læreruddannelserne, der kan være med til at fordre en ny kultur blandt lærerstuderende samt nye underviserpositioner for professionsuddannere.

MODEL FOR KOMPETENCEUDVIKLING

I det følgende beskrives projektets model for kompetenceudvikling, som er baseret på principper fra Educational Design Research, og fører deltagerne gennem en designbase- ret lære- og udviklingsproces. I denne tilgang blev der i projektet arbejdet iterativt med udforskning, tilrettelæggelse og afprøvning, og hver iteration sluttede med evaluering og opsamling i forhold til det lærte.

Projektet var overordnet set organiseret i tre led: 1) etablering og udvikling af vidensnet- værk bestående af fageksperter, 2) kompetenceforløb for professionsundervisere på læ- reruddannelsen og efter/videreuddannelsen (EVU), og 3) afprøvning af praksisnære un- dervisningsforløb for lærerstuderende, skolelærere og øvrigt pædagogisk personale (illu- streret i Figur 3 herunder).



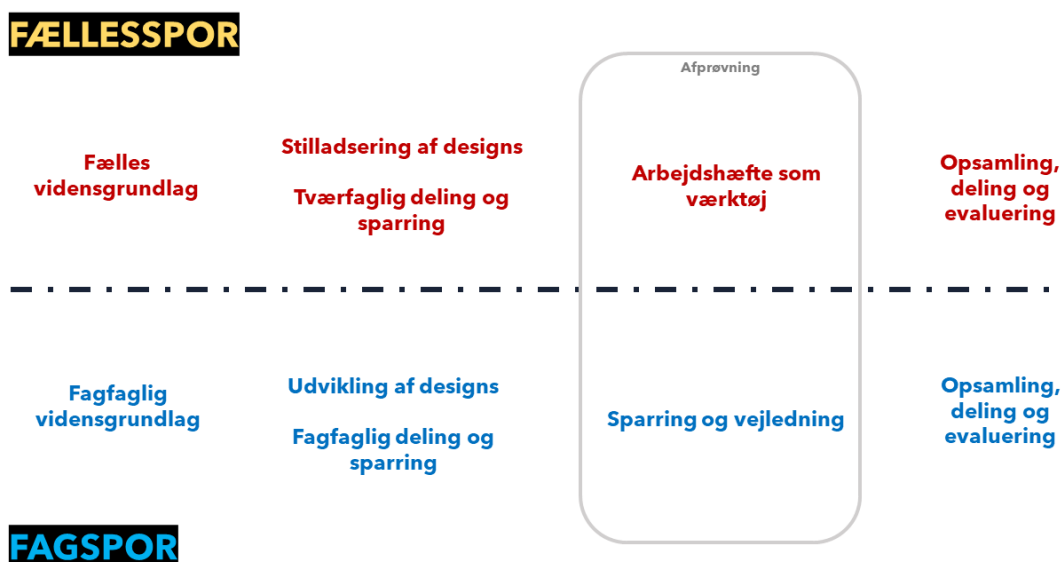
Figur 3 :Projektforløb og tidsmæssig placering af hovedaktiviteter.

Kompetenceudviklingsmodellen er endvidere baseret på følgende kerneprincipper:

- **Praksisnærhed** – at professionsunderviserne integrerer og afprøver det lærte i egen undervisningspraksis.
- **Kollegialt samarbejde** – at professionsunderviserne samarbejder med kolleger om alle eller dele af aktiviteterne (udforskning, tilrettelæggelse, afprøvning og evaluering), og endvidere at der løbende tilstræbes erfarings- og videndeling med kolleger som ikke deltager i forløbet.

- Skriftlig/visuel fastholdelse af professionsundervisernes arbejde – det fremmer refleksionen hos deltagerne og giver bedre muligheder for deling og sparring, både på processer undervejs og produkter afslutningsvis.
- Ekspertbidrag undervejs i arbejdsprocessen - det giver bedre muligheder for at udfordre og støtte deltagerne i deres læreproces (uanset deres indgangsniveau), og det giver mulighed for at inddrage den ekspertviden, der er til stede i enten vidensnetværk eller blandt professionsundervisere (kan være fagdidaktisk viden; didaktisk-teknologisk viden; etc.).

I projektet var den designbaserede proces tilrettelagt i to spor: Et fællesspor for alle professionsundervisere, der bl.a. etablerede teknologiforståelse som substantiel faglighed og faciliterede vidensdeling og sparring på tværs af fagmodeller, og en række fagspor, hvor teknologiforståelse etableredes som delfaglighed i hhv. matematik, billedkunst, håndværk og design samt som selvstændigt fag.



Figur 4: Principdiagram for samspil mellem fagspor og fællesspor.

Det tilstræbtes, at fællessporet og fagsporene interagerede på langs af modellens faser, så der løbende blev arbejdet på at understøtte et fagligt møde mellem teknologiforståelsesfaglighed og eksisterende fag og fagligheder. Tilgangen med de separate fagspor tog afsæt i en forståelse af, at de respektive fag kan integrere og udvikle teknologiforståelsesfaglighed på forskellige måder, og at dialogen omkring fagmødet nødvendigvis må foregå i kontekst af det pågældende fag og dets karakteristika og kontekstuelle forhold.

Projektet var planlagt som et 2-årigt kompetenceudviklingsforløb med kompetenceworkshops for professionsundervisere med vidensnetværket som vært og faglig facilitator.

Kompetenceudviklingens design og intention

I det følgende beskrives vidensnetværkets design af kompetenceudviklingsmodellen. Herefter følger et afsnit, hvor netværket analyserer og reflekterer over, hvordan designet blev realiseret i praksis samt hvilke anbefalinger, der kan fremsættes på baggrund heraf.

Analysen tager udgangspunkt i en såkaldt Activity Centred Analysis and Design (ACAD-model), og fokuserer derfor på tre dimensioner af projektdesignet: 1) *social design* - de personer, deltagerne arbejder sammen med og de kontekster de indgår i, 2) *epistemic design* - det indhold og de forskellige opgaver, deltagerne præsenteres for og udfører, og 3) *set design* - de værktøjer, ressourcer og rum, deltagerne har til deres rådighed (se evt. Goodyear et al., 2021 for en uddybning af ACAD-modellen).

1. Intention med projektets sociale design (personer og kontekst)

Kompetenceudviklingsforløbet bestod af seks heldagsworkshops fordelt over to semestre (heraf blev to workshops omlagt til onlineformat på grund af Covid-19). Det var målet at etablere en kollaborativ arbejdsform, hvor vidensnetværk og projektdeltagere (professionsunderviserne) samarbejdede på tværs i fagspor omkring udviklingen af fagligt relevante aktiviteter og forløb i projektet. Med udgangspunkt i kompetenceudviklingsforløbet omsatte professionsunderviserne deres opnåede viden i aktiviteter i egen undervisningspraksis. Erfaringer fra omsætningen blev dernæst bragt tilbage til vidensnetværket, således at der gennem ekspertfællesskabet og den aktivitetscentrerede tilgang skete en bearbejdning af erfaringer og herigennem en integration af teori, metode og praksis.

2. Intention med projektets epistemiske design (indhold og opgaver)

Der var en grundstruktur i projektet, hvor viden passerende fra vidensnetværkets fageksperter til en praksisomsætning på kompetenceudviklingsseminarer for professionsundervisere, organiseret i fagfællesskaber. I vidensnetværket skete der en vidensproduktion og -syntese, som dernæst blev didaktiseret og omsat til konkrete og fagligt relevante undervisningsformater. Der indgik forskellige arbejdsformer, så fagligheden ikke kun blev formidlet gennem oplæg, men også ved professionsunderviserne aktive afprøvnings- og erfaringer hermed. Endelig blev de udviklede formater afprøvet og evalueret med studerende, lærere og øvrigt pædagogisk personale.

De seks kompetenceworkshops skulle give professionsunderviserne konkret indsigt i, hvordan teknologier og materialer kan bringes i anvendelse på måder der understøtter udviklingen af teknologiforståelsesfaglighed i eller som fag. Målet var at udvikle en fælles

faglig identitet på *tværs* (i hele netværket og hos professionsundervisere) og i *dybden* (i fagsporene) med fælles sprog og praksis, hvilket vidensnetværket anså som en central præmis for at skabe en nationalt udbredt teknologiforståelsesfaglighed. I forhold til kompetenceudviklingsforløbet var det endvidere antagelsen, at designet løbende blev udviklet og justeret af vidensnetværkets medlemmer på baggrund af oparbejdet viden og afprøvede forløb.

Den faglige opdeling af kompetenceudviklingsseminarer i henholdsvis matematik, billedkunst, håndværk og design, samt teknologiforståelse som fag, var styrende for projektet. Denne fagdeling definerede både sammensætningen af vidensnetværket og deltagerne fra professionshøjskolerne.

3. Intention med projektets set design (ressourcer)

Vidensnetværket udarbejdede eller udvalgte materiale, oplæg og aktiviteter til de planlagte workshops for professionsunderviserne. En central ressource var didaktiserede interaktive arbejdshæfter, der førte deltagerne gennem den didaktiske designproces. Herudover blev der givet fælles synkron online sparring i fagsporene, hvor ideer blev præsenteret og diskuteret, samt asynkron online fagfællebedømmelse og evaluering af udviklede forløb gennem kommentering af disse.

Projektets design havde ydermere fokus på integration af teori og praksis gennem bl.a. teknologiworkshops med fokus på faglig relevans og meningsfuld hands on-undervisning i teknologiforståelse. Målet var udvikling af et kollaborativt netværk for kompetenceudvikling, hvor professionsunderviserne kunne samarbejde og dele erfaringer omkring udvikling, afprøvning og evaluering af relevante undervisningsaktiviteter - både med hinanden og vidensnetværkets medlemmer.

Netværkets refleksion over projektets udførelse og udbytte

I det følgende afsnit analyseres og reflekteres der over realiseringen af ovennævnte design. Refleksionen er baseret på deltagerobservationer til kompetenceworkshops og under afprøvning af undervisning, en gennemgang af arbejdshæfter og didaktiske designs, samt vidensnetværkets egne erfaringer som projektets facilitatorer.

1. Realisering af projektets sociale design (personer og kontekst)

Overordnet bidrog designet til at skabe et fælles videns- og udviklingsforum for etableringen af et fælles sprog, afprøvningsmuligheder og sparring med fagfæller. Det er forventningen, at dette sociale design over tid kan udvikles til et praksisorienteret vidensbaseret fagmiljø med et veludviklet vokabular for faglig fordybelse og udvikling, samt et højt teknisk bundniveau. Denne vurdering baseres på, at der blandt deltagerne var mange stemmer, der udtrykte følgende:

- Et primært behov for efterfølgende mulighed for dialog og sparring med fagfæller mhp. at opdyrke en fagkultur samt et fælles sprog og en fælles fagforståelse omkring teknologiforståelse.
- Et fokus på udvikling gennem praksis. Her blev behovet for konkrete hands on-eksempler, korte webinarer med inspirationsoplæg, undervisningsmaterialer til inspiration og efterfølgende mulighed for afprøvning tydeligt udtrykt.
- Et grundlæggende behov for udvikling af basale kompetencer inden for IT, programmering, mv. Mange professionsundervisere havde et ønske om at kunne følge med udviklingen inden for de digitale teknologier, men kun for så vidt at disse var relevante for teknologiforståelse i deres fag.

Deltagerne havde forskellige bud på, hvordan man lokalt kunne udvide konteksten for at arbejde med teknologiforståelse:

Nogle professionsundervisere pegede på, at det fungerede godt at hive en programmør ind i undervisningen til at hjælpe med det tekniske og til at kickstarte processen, hvorefter faglæreren kunne udvikle videre med udgangspunkt i denne kickstart. Der var i den forbindelse refleksioner over, i hvilken grad man som lærer eller professionsunderviser skal være ekspert i teknologierne hhv. didaktikken i forhold til at bruge teknologierne.

Der blev peget på muligheden for at integrere hjælp mange steder fra, fx fra lokale fablabs eller makerspaces, biblioteker eller måske lokale virksomheder, hvor der arbejdes med teknologi i relation til fx kunstnerisk billedbehandling eller matematik.

Endelig pegede en underviser på, at de lærerstuderende sætter pris på selv at lære teknologierne at kende ved at komme bagom dem, men at de i deres egen planlægning af undervisning ikke medtænker, at eleverne på samme måde skal bagom teknologien for at få indsigt i dens virkemåder og dermed arbejde med deres myndiggørelse ift. teknologierne. Professionsundervisernes perspektiv udfoldes yderligere i rapportens sidste afsnit.

2. Realisering af projektets epistemiske design (indhold og opgaver)

Inden for projektets rammer opstod der faglig udvikling på tre forskellige måder:

- Faglig udvikling inden for de eksisterende fag - en udvidelse af fagligheden gennem integration af teknologiforståelselementer, hvor nye fagdidaktiske muligheder og fagligt indhold blev opdaget og sat i spil i praksis (se Figur 5).

- Faglig deltagelse i udvikling af teknologiforståelse (ental) - en udvidelse af teknologiforståelse (ental) med udgangspunkt i de eksisterende fagfagligheder, hvor nye måder at forstå og praktisere teknologiforståelse på tværs af fagligheder blev opdaget og diskuteret (se Figur 6).
- Udvikling af et 'fælles tredje' - et gensidigt berigende og transformerende møde mellem fagfaglighed og teknologiforståelse, der skabte et rum for flere teknologiforståelser (flertal) (se Figur 7).

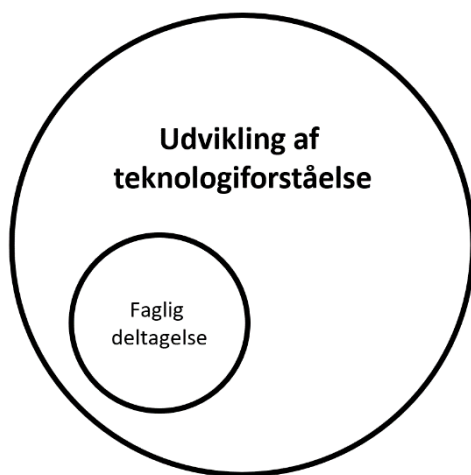


Figur 5: Teknologiforståelse som udvidelse af eksisterende fag.

Faglig udvikling inden for faget. Nogle professionsundervisere rammesatte deres faglige udvikling som udvikling af en eksisterende faglighed med det formål at integrere fremmede faglige elementer. De talte om at 'udvikle' fagligheden. Her er professionsunderviserne på hjemmebane inden for deres eget faglige ekspertiseområde. Denne udvikling kan ske ved at identificere dele af fagligheden og teknologiforståelselementer, som har fællestræk. I billedkunst blev deltagerne eksempelvis enige om, at digital myndiggørelse allerede er en del af faget – f.eks. i billedanalyse. De talte om, at første gang de lavede forløb med teknologiforståelse var det afkoblet fra deres 'normale' undervisning, men mindst en af deltagerne havde erfaring med, at teknologiforståelse allerede anden gang kunne tænkes sammen med noget "der allerede eksisterede i billedkunst." For matematikerne var der elementer fra teknologiforståelse, der spillede fint sammen med modelleringskompetencen i matematik, hvorfor det også var naturligt at kombinere disse i undervisning af lærerstuderende og lærere.

Andre professionsundervisere søgte at anvende teknologiforståelse som katalysator eller et nyt perspektiv, hvorudfra faglige positioner kan aktualiseres og evt. udfordre eksisterende forståelser.

Endelig forsøgte nogle professionsundervisere at indkapsle teknologiforståelse ved fx at behandle det som et afgrænset fagelement, en ny sprogbrug for en allerede eksisterende faglighed eller blot en ny metodik. Denne tilgang rummer fare for, at teknologiforståelse som forstyrrelse nivelleres og for at udviklingspotentialer i fagmødet ikke gribes. Ved at identificere teknologiforståelse som noget allerede eksisterende assimileres dets elementer til velkendte termer, mens ukendte eller fremmede elementer marginaliseres eller håndteres som støj (se også Andersen et al., 2021).

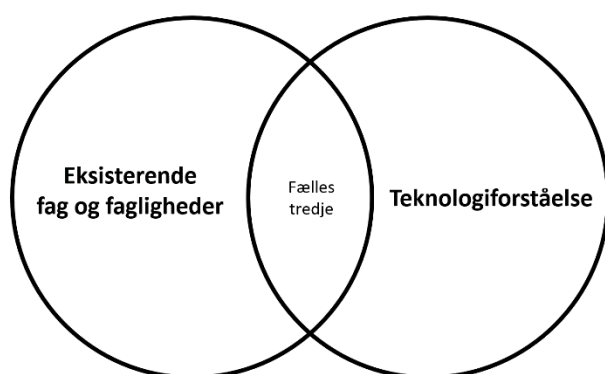


Figur 6: Teknologiforståelse udvikles med deltagelse af eksisterende fagligheder.

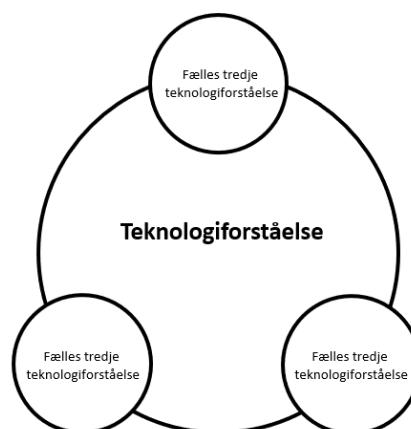
Faglig deltagelse i udvikling af teknologiforståelse som selvstændigt faglighed. Den faglige udvikling kan også opfattes som udvikling af en særlig ny teknologiforståelsesfaglighed, hvor professionsunderviserens medbragte faglighed hver især bidrager til et samlet billede. En mindre del af professionsunderviserne og eksperterne fra vidensnetværket havde arbejdet med teknologiforståelse i længere tid og havde et klarere billede af fagligheden som en selvstændig størrelse. De talte om et behov for at få opbygget en selvstændig faglighed og en fagkultur, da “man aldrig selv har oplevet faget som en del af ens skolegang”, som en af professionsunderviserne udtrykte det. En anden professionsunderviser pegede på, at fagligheden endnu ikke er afklaret, og på behovet for at kontekstualisere teknologiforståelsesfagligheden, så “det ikke bliver ren EDB.” For denne gruppe af erfarne (relativt set for en ny faglighed) var der et behov for at have klare billeder på, hvordan teknologiforståelse som særegen faglighed konkret kan praktiseres i folkeskolen og på professionshøjskolerne. Eksemplarisk, hands on praksisudvikling blev efterlyst i

form af eksempler, afprøvninger, prøvehandlinger, mini-forløb og ikke mindst udvikling af materialer (fx undervisningsforløb, læremidler og lærervejledninger).

Et fælles tredje. Som et alternativ til forankringen i enten egen faglighed eller teknologiforståelse som ny faglighed var der professionsundervisere, der betragtede projektet som en udvikling af et 'fælles tredje'. En professionsunderviser beskrev det eksempelvis som at finde et "sweet spot mellem matematik og teknologiforståelse". En anden opfordrede til at elementer fra begge fagligheder understøtter hinanden på en meningsgivende måde for begge fagligheder, så de opnår status af komplementære fagligheder. Fælles tredje-forståelsen har et dobbelt forhold til teknologiforståelse som selvstændigt og særskilt fagområde. For det første skal en given eksisterende faglighed ('den første') have en tydelig modpart ('den anden'), hvorfra der i fællesskab kan udvikles 'et tredje'. Der er altså behov for en substantiel og særegen faglighed i teknologiforståelse som modpart. Samtidig vil teknologiforståelse gennem udvikling af fælles tredje fagligheder også selv blive beriget med nye dimensioner og muligheder. Det særegne område i teknologiforståelse bliver således i denne forståelse til et særegent område for hvad der kan kaldes fælles tredje teknologiforståelser.



Figur 7: Udvikling af et 'fælles tredje' mellem eksisterende fag og fagligheder og teknologiforståelse som særegen faglighed.



Figur 8: Teknologiforståelse som selvstændigt fagområde i en fælles tredje optik.

3. Realisering af projektets set design (ressourcer)

For de professionsundervisere, der havde arbejdet med teknologiforståelse som fysisk materiale og praksis, havde adgangen til teknologier og betjening af teknologier fyldt meget. Nogle rapporterede om at "klistre teknologier" på eksisterende forløb, hvilket fik den normale faglighed til at træde i baggrunden, mens andre rapporterede, at der var gået (for meget) tid med det praktiske arbejde med at få teknologierne til at fungere og at programmering havde været en "stor hurdle" i deres undervisning. Det blev endvidere

fremhævet, at der var en kløft mellem de *faktiske* kompetencer til at håndtere teknologierne og de *påkrævede* kompetencer, og at manglen på teknologisk handleevne blandt professionsunderviserne derfor ofte fyldte uforholdsmæssigt meget. Man kan derfor overveje at prioritere ressourcer til hjælp til oplæring i - og anvendelse af - teknologierne på fagligt relevante måder.

De deltagende professionsundervisere pegede på, at værksteders tilgængelighed var en faktor. Særligt undervisere fra håndværk og design pegede på, at et drømmescenarie kunne være et teknologiforståelsesværksted tænkt sammen med f.eks. tekstilværksted, sløjd og metalværksted, sådan at studerende i deres projektarbejde ville kunne bevæge sig på tværs af værkstederne, når det gav mening i deres projekter. Der blev peget direkte på et behov for at integrere teknologiske og æstetiske processer og teknologier i samme fysiske miljø.

Underviserne rapporterede også, at der hvor rammerne for teknologiforståelse blev særligt vigtige var i forbindelse med projektorganiseret undervisning. Særligt i billedkunst og håndværk og design lader tilgængeligheden af digitale teknologier til at have haft potentiale til at udvide mulighedsrummet for projektarbejde. En professionsunderviser herfra fremhævede også det praktiske arbejde med konkrete, digitale teknologier som særligt meningsgivende i dette fag. Til gengæld pegede flere på, at en lav grad af tilgængelighed af teknologierne havde negative konsekvenser, og at det var en medvirkende årsag til, at det blev vanskeligt at skabe sammenhæng mellem fag og teknologiforståelse samt mellem betjening og refleksion. Endelig pegede professionsunderviserne på, at projektets finansierede ramme på 8 timer til afprøvning af forløb var for lidt til, at de studerende kunne nå at designe og producere et endeligt produkt og reflektere over anvendelsen af teknologierne.

Opsamling: Anbefalinger til videre kompetenceudvikling af professionsundervisere

Projektets erfaringer peger på, at rammesætningen af mødet mellem professionsunderviseres *eksisterende faglighed* og teknologiforståelse som *ny faglighed under udvikling* er afgørende for en meningsfuld kompetenceudvikling. Det er derfor centralt, at de relevante faggrupper inddrages i at udvikle en rammeforståelse, der er meningsgivende for den proces, som de og deres fag skal gennemføre. Ligesom det er afgørende, at rammeforståelsen baseres på eksisterende viden og forskning om udvikling og indførelse af nye fag og fagligheder.

Projektets model for kompetenceudvikling udgør ét eksempel på en forståelsesramme, der betoner kompetenceudvikling som et 'møde' mellem forskellige typer af fagligheder og faglige tilgange til teknologiforståelse i form af organiseringen i fagspor, fællesspor og

det bredt sammensatte vidensnetværk. Det har selvfølgelig været en udfordring at operationalisere et sådant fagmøde i praksis, og særligt under en Covid-19 pandemi, men samtidig har det været projektets største styrke at kunne skabe en platform for faglig udvikling gennem faglige forskelle; noget vi vurderer centralt for både etablering af faggrundlag og for kompetenceudvikling. I løbet af projektet opstod der derfor en stigende tiltro i vidensnetværket på en forståelsesramme i stil med den fælles tredje tilgang, der er skitseret overfor, der både kræver en dyb og særegen faglighed i teknologiforståelse og mulighed for udvikling af flere teknologiforståelser via kobling til andre fag og fagligheder.

K1: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed

Det anbefales, at der udvikles flere forskellige forståelsesrammer for udviklingen af teknologiforståelse, der skal være meningsgivende på tværs af fagligheder, sprogligt intuitive og forskningsmæssigt velfunderede bl.a. i internationale erfaringer og viden om udvikling af nye fagligheder og forskningsfelter. Formålet med rammerne er at sikre mulighed for - på et informeret grundlag - at kunne afklare og diskutere opgavens natur og sammenhæng, og derved modvirke fagkampe, nulsumsspil, og ubegrundede bekymringer.

→ A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed

Under hensyntagen til det forhold, at forståelsesrammer, fagudvikling og kompetenceudvikling må udføres under gensidig påvirkning og integration, er der behov for en iterativ og inkrementel indføørsproces; en proces, hvor viden og erfaring om opgavens natur (rammeforståelse), nye faglige forståelser og begreber via forsknings- og udviklingsaktiviteter (fagudvikling i et fælles tredje perspektiv) og en fortløbende kompetenceudviklingsindsats kan tilpasses hinanden. En central erfaring i projektet er således også, at professionsundervisernes forståelse for såvel fagligheden teknologiforståelse som opgaven med at indføre fagligheden i uddannelse af lærere, forandre sig løbende undervejs i processen.

K2: Teknologiforståelse bør indføres gennem iterativ, inkrementel og vedvarende kompetenceudvikling med bred forankring i lokale og nationale fagmiljøer

Det anbefales at både kompetenceudvikling i teknologiforståelse og eksisterende fag og nyudvikling af samspillet imellem disse bør foregå iterativt i inkrementelle skridt med hyppige møder over lang tid. Det betyder, at der er brug for en langstrakt og ambitiøs kompetenceudviklingsstrategi.

Der er behov for, at kompetencer og faglighed udvikles både på lokalt og nationalt plan, og at der sideløbende hermed udvikles en infrastruktur, der kan facilitere et samlet nationalt fagmiljø omkring opgaven med at udvikle fagligheden med og gennem teknologiforståelse.

Med udgangspunkt i disse erfaringer vil vi foreslå en aktivitetscentreret (ACAD) kompetenceudviklingsmodel, hvor meningsfuld og fagligt relevant teknologiforståelse udvikles fra bunden og op i nære samarbejder mellem forskere og undervisere med forskellige typer af faglig ekspertise.

➔ **A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.**

Et eksempel på hvordan K1 og K2 kan realiseres i praksis er, at der i samarbejde med læreruddannelsens nationale faggruppe i et givet fag arrangeres kompetenceudviklingsforløb, hvor professionsundervisere, fageksperter og forskere løbende diskuterer erfaringer med fagmødet mellem teknologiforståelse og deres fag, og hvor den næste periodes kompetenceudvikling og afprøvning af ny undervisning planlægges i fællesskab mellem professionsunderviserne og relevante forskere og fageksperter. I forlængelse heraf kan der arrangeres årlige symposier, hvor professionsundervisere og eksperter mødes på tværs af fag og tilgange (i fag og som fag). Gennem en sådan model kan kompetenceudvikling og fagudvikling ske sideløbende gennem koordinering på tre niveauer: lokale faglige grupper, nationale faglige grupper og nationale, tværfaglige og tværsektorielle samarbejder.

TEKNOLOGIFORSTÅELSE SOM SELVSTÆNDIGT FAG

Gennem projektet er det i sporet for teknologiforståelse som selvstændigt fag og faglighed blevet tydeligt, at der er brug for en særlig indsats for at udvikle en dyb særegen faglighed og selvstændig fagdidaktisk forståelse for planlægning og realisering af undervisning. Professionsundervisernes tilgang er præget af, at indgangsvinklen til deres undervisning tager afsæt i deres eksisterende fag og faglighed. Fx når de kommer med en danskfaglig eller almindelig didaktisk baggrund er det med afsæt heri, at teknologiforståelse kobles og begrundes. Dette har konsekvenser for både det konkrete indhold i undervisningen, men også de diskurser, der opstår omkring de didaktiske designs, fx refleksioner og begrundelser for valg af fagligt indhold, aktiviteter, læringsressourcer, tematikker mv.

Den overordnede anbefaling omkring det selvstændige fag er derfor, at der er behov for en ekstra indsats omkring udvikling af en dyb og selvstændig faglighed og fagdidaktik. Denne overordnede anbefaling udfoldes i følgende mere konkrete anbefalinger i det følgende:

S1: Der bør udvikles fagdidaktiske forståelser med afsæt i teknologiforståelsesfagligheden som en ny faglighed;

S2: Konsekvenser af forskellige fagmodeller skal tydeliggøres;

S3: Teknologiforståelsesfaglighedens deltagelses- og aktivitetsformer bør baseres på eksperimenterende og undersøgende undervisning;

S4: Teknologiforståelsesfagligheden bør have et grundlæggende fokus på processer og arbejdsgange i relation til kreative og skabende virksomhedsformer; *samt*

S5: Indholdsudvælgelsen bør tage afsæt i eksemplariske forløb, der afspejler forskellige aspekter teknologiforståelse og fungerer som eksempler for underviseren til efterlignelse.

Undervisernes fagdidaktiske forståelser skal præciseres og styrkes

Et helt grundlæggende vilkår i undervisning på professionshøjskolerne er samspillet og dialektikken mellem skolens fag, lærernes faglighed- og professionsdidaktik og professionsundervisernes faglighed og faggrundlag (herunder også forsknings- og udviklingsak-

tiviteter). Centralt i dette samspil er professionsunderviseren omsætning af fx et videnskabsfag til undervisning i en lærerfaglighed, der har til formål at kvalificere og udvikle lærernes og de lærerstuderendes varetagelse af et givent skolefag og rollen som lærer i skolen i øvrigt.

På denne måde er professionsunderviserens genstandsfelt flertydigt i den forstand, at den faglige undervisning af de studerende peger frem mod undervisning og dannelse af eleverne i skolen, mens den samtidig skal danne og uddanne lærerne til at varetage denne undervisning. Med denne præmis som afsæt må underviserens fagdidaktiske forståelser kunne afspejles i skolens fag, men samtidig pege på et dybere niveau til videnskaben bag faget.

På nuværende tidspunkt findes der dog kun et forsøgsfag for teknologiforståelse og derfor ikke et velfunderet fagdidaktisk grundlag som professionsunderviseren kan spejle sin undervisning i. Underviserne tager derfor afsæt i deres eksisterende faglighed (der ikke er teknologiforståelse) og orienterer sig herudfra mod teknologiforståelse. Et forhold der yderligere kompliceres af, at der er mange forskellige opfattelser af hvilke videnskabsfag og forskningsområder, der skal informere teknologiforståelse og hvordan.

I forsøgsfaget fremhæves det ligeledes, at teknologiforståelse befinder sig i et spændingsfelt mellem flere videnskabsfag, idet faget kombinerer humanistiske, datalogiske og samfundsmæssige kompetenceområder. Dette førte i projektet til en række grundlagsdiskussioner, der havde til formål at afklare og positionere deltagernes forståelse af fagligheden. Diskussionerne udgjorde selvfølgelig en udfordring, men var samtidig en vigtig del af deltagernes afklaring omkring at undervise i det selvstændige fag.

Hos deltagerne i fagsporet for den selvstændige faglighed var der flere eksempler på, hvorledes danskfaget, matematikfaget eller læreruddannelsens pædagogiske fag blev afsættet. Fx kan man i en af de didaktiske prototyper læse:

Vi har haft om reformpædagogikken. Oplevelse - erfaring - erkendelse, hvor vi i dette forløb eksperimenterer med USE-MODIFY-CREATE (UMC) tilgangen som en erfaringspædagogisk ramme.

Underviseren peger i forbindelse med den efterfølgende erfaringsopsamling på, at formålet var at aktualisere klassisk teori inden for Lærerens Grundfaglighed (LG). Underviseren udtrykker i den forbindelse:

Klassiske LIS- [modulet 'Læreren i skolen'] og AUK [modulet 'Almen undervisningskompetence'] temaer er blevet aktueliseret på en ny

og tidsaktuel måde således at nøgleproblemer og virkelige problemer bliver meningsfuldt, Kants myndighedsbegreb er blevet konkret i forbindelse med digital myndighed, erfaringspædagogikken er blevet aktualiseret i forbindelse med f.eks. USE-MODIFY-CREATE tilgangen og designprocesmodellen.

Som det fremgår af de to uddrag, er underviseren fokuseret på at udvikle forløb, der imødekommer faglige problemstillinger i faget lærerens grundfaglighed og bruger USE-MODIFY-CREATE (UMC) tilgangen som en alternativ rammesætning hertil.

Samtidig er UMC en særlig faglig progressions- og stilladseringsmodel i datalogien, nemlig den, at de studerendes tilegnelse og udvikling af datalogiske strategier og programmeringsfærdigheder understøttes gennem en undersøgelsestilgang, der understøtter en progressionsmodel med inkrementel og trinvis kompleksitetsforøgelse. Tilgangen er udviklet specifikt til at understøtte udviklingen af programmeringsfaglighed og bygger på en proces, der både har et analyserende og skabende perspektiv, men også fokus på deltagernes motivation og ejerskab for et produkt.

Udfordringen i denne sammenhæng består ikke så meget i, at undervisningen måtte foretages i en pædagogisk sammenhæng, hvilket var en praktisk forudsætning for undervisningen, men at underviseren i sit didaktiske design ikke i tilstrækkelighed grad hæfter sig ved fx forskellen på programmering og datalogisk tankegang, der medfører at de studerende derfor ikke får en grundlæggende forståelse for fx forskellen mellem programmer og algoritmer. Og derved heller ikke hvilke betydninger henholdsvis algoritmer eller programmer har for det pædagogiske arbejde i forskellige sammenhænge. Forståelsen af det datalogiske fagstof er således ikke så dyb som forståelsen af det pædagogiske fagstof, hvilket kan skabe svære betingelser for indoptagelse af det datalogiske i det pædagogiske.

S1: Der bør udvikles fagdidaktiske forståelser med afsæt i teknologiforståelsesfagligheden som en ny faglighed

Det anbefales derfor, at der i kommende kompetenceudviklingsforløb rettes opmærksomhed på teknologiforståelsesfaglighedens særegenskaber. Herunder især hvilke videnskabsdiscipliner, de forskellige kompetenceområder repræsenterer, og hvordan disse afspejles i fagdidaktiske valg.

➔ **A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed**

Ovenstående er blot et blandt flere eksempler på, at teknologiforståelse kan træde i baggrunden for den faglighed, der kendetegner de eksisterende fag og fagligheder. Et eventuelt selvstændigt skolefag med tilhørende undervisningsfag på læreruddannelsen vil afhjælpe noget af denne problematik, men eftersom professionsunderviserne i udgangspunktet ikke vil have en baggrund i teknologiforståelse, vil de fagdidaktiske valg (valg af stof, aktiviteter, læringsressourcer, tematikker mv.) og fagsyn, der i sidste ende afgør de lærerstuderendes blik på teknologiforståelse og fagets formål i skolen, være præget af undervisernes forskellige og eksisterende fagligheder.

Det er her vigtigt at påpege, at teknologiforståelse som selvstændig faglighed fordrer en nyfaglighed, der ikke er det samme som en faglig fornyelse i andre fag. I de eksisterende fag oversættes teknologiforståelse i relation til fagets områder og tematikker frem for at være et domæne og genstandsfelt i sig selv. I det selvstændige fag er det således et mål i sig selv at forstå, arbejde og skabe med teknologien. Dette er et vigtigt opmærksomhedspunkt idet udvælgelsen af teknologierne, som den 'faglige tekst' betinger de faglige muligheder og den faglighed, de studerende udvikler.

S2: Konsekvenser af forskellige fagmodeller skal tydeliggøres

Det anbefales derfor, at der som led i en opskalaret indførsel af teknologiforståelse investeres særskilt i at fremdyrke det særegne i enten et selvstændigt fag (hvis et sådant besluttet) eller en særegen faglighed som støtte til eksisterende fag, der kan markere en forskel (eller andethed) til teknologiforståelse som integreret faglighed i andre, eksisterende fag. En dybere forståelse for teknologiforståelsesfaglighederne 'som fag' og 'i fag' vil bl.a. afhænge af en tydelig fagidentitet for det selvstændige fag.

→ **A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed**

Eksperimenterende og undersøgende undervisning

CoSpaces fra Skoletube var udgangspunkt for et af de udviklede didaktiske designs, der lader eleven arbejde med forskellige former for virtuel, augmentet eller mixed reality, som var velfungerende i projektet. CoSpaces vil derfor i det følgende blive brugt som et konkret eksempel på, hvordan eksperimenterende og undersøgende undervisning kan komme til udtryk i et selvstændigt fag.

Brugen af CoSpaces kunne fx introduceres i forløbet ved at lade de studerende arbejde med en eksisterende scene gennem faserne use, modify og create. Brugen kunne også

introduceres som en trin-for-trin beskrivelse af, hvordan et projekt oprettes i CoSpaces, og hvordan de enkelte elementer tilføjes til en scene (se fx instruktionsvideo på Skoletube af Malene Nielsen). Uanset måden CoSpaces introduceres, så skal der være plads til eksperimenter og undersøgelser af CoSpaces, så de studerende gradvist bliver bekendt med CoSpaces muligheder ved at gå på opdagelse og fx undersøge de forskellige programmeringsblokke og prøve at forstå virkningen af blokkene. Tilrettelæggelse af eksperimenter og undersøgelser skal i starten af et forløb om fx CoSpaces tage udgangspunkt i enkle scener, eller i udvalgte delelementer af større scener, som det der bruges i forløbet.

S3: Teknologiforståelsesfaglighedens deltagelses- og aktivitetsformer bør baseres på eksperimenterende og undersøgende undervisning

Det anbefales, at en eksperimenterende og undersøgende tilgang i højere grad tydeliggøres som en central del af en selvstændig fagdidaktik, der giver de studerende mulighed for selv at tilrettelægge tilegnelse af nye digitale teknologier gennem en progression fra først enkle og senere mere komplekse former for brug af teknologierne.

I relation til CoSpaces kan denne progression fra enkle til mere komplekse former for teknologisk handleevne skabes ved eksempelvis at introducere trin-for-trin processer, som viser, hvordan et projekt oprettes, dyr udvælges til en scene, dyrene animeres osv. Kort sagt, hvordan en proces kan tilrettelægges, som fører til et færdigt program. Den proces kan efterlignes med andre scener, så det bliver klart, at lignende processerne kan genbruges i andre projekter, og at de studerende bliver bevist om, hvilke processer de kan bruge for at lave et projekt.

S4: Teknologiforståelsesfaglighedens bør have et grundlæggende fokus på processer og arbejdsgange i relation til kreative og skabende virksomhedsformer

Når digitale teknologier skal bruges til at frembringe ønskede produkter, skal der også undervises i de forskellige typer af processer, som fører til et ønsket produkt. Fx processer som diagnosticering af fejl og fejlretning. En måde at gøre det på er ved, at underviser og studerende i fællesskab finder og retter fejl i projekter, finder på måder at programmere en ønsket animation eller interaktion med dyrene eller hjælpes med at eksperimentere med parametre til programblokke.

➔ **A5: Der skal udvikles en ny studiekultur og nye underviserpositioner**

I starten af projektforsøget gav professionsunderviserne udtryk for, at det ville være mest relevant at gå i dybden med udvalgte emner fra videnskabsfagene, der kunne eksemplificere et symfonisk samspil mellem kompetenceområderne. Der blev der organiseret forløb om henholdsvis 'info(rmation) vs data' samt 'cookies'. Begge forløb var designet således, at de fire kompetenceområder blev inddraget og dermed, at emnerne blev uddybet og udfoldet. Underviserne fandt dette inspirerende og flere lavede undervisningsmateriale til deres studerende baseret på disse aktiviteter. Et af undervisningsforløbene handlede om, at de studerende skulle undersøge forskelle på 'information' (kvantificerbare fakta fra den virkelige verden) og 'data' (repræsentation af information i abstrakte modeller). Vi bemærker, at dette kræver stærke og selvsikre undervisere, som er parate til at gå ud på dybt vand og selv undersøge emnerne sammen med de studerende. Dette kræver også undervisere, som er i stand til og har tid til at læse sig ind i fagligheden og meta-reflektere over egen undervisning.

S5: Indholdsudvælgelsen bør tage afsæt i eksemplariske forløb, der afspejler forskellige aspekter af teknologiforståelse og fungerer som inspiration for undervisere

Det anbefales derfor, at en opskaleret kompetenceindsats også indeholder en systematisk produktion af eksemplariske forløb, der udvikles med inddragelse af flere forskellige typer af ekspertise og kan understøtte et voksende fagmiljø og fagkultur.

- **A3: Der skal sikres mekanismer for systematisk vidensbaseret**
- **A4: Der skal sikres ressourcer til materiel understøttelse af teknologiforståelse**

TEKNOLOGIFORSTÅELSE I MATEMATIK - FAGLIGHED OG FAGMØDER

En af de mest interessante erfaringer fra matematikforløbet var det stemningsskift, der prægede overgangen fra første til anden iteration. Ved den første workshop havde flere af professionsunderviserne tydelige og legitime overvejelser over, 'hvorfor' og 'hvor meget' der skulle arbejdes med teknologiforståelse i matematik, herunder hvad det ville have af konsekvenser for skolefaget matematik, matematik på læreruddannelsen og helt konkret på det modul, hvor de havde planlagt afprøvning. Der var fx en tydelig bekymring for stoftrængsel og 'gøgeunge' problematik ved, at teknologiforståelse ville skubbe noget matematikfagligt ud (se også afsnittet om professionsunderviserens egne anbefalinger).

Denne reservede og problemfokuserede tilgang var til stede i det meste af første gennemløb, og stod i kontrast til de diskussioner og overvejelser, der prægede andet gennemløb, hvor især diskussionerne ved den afsluttende workshop var visionære og fokuserede på synergi og integration faglighederne imellem.

I forbindelse med, at erfaringerne fra andet gennemløb blev delt og diskuteret blandt professionsunderviserne, viste det sig, at forløbene havde været interessante for de studerende, berigende for matematikfaget og relevante for teknologiforståelse. Ud over at være udtryk for et godt og positivt projektforsløb, vurderer vi, at dette også er udtryk for, at det tager tid og koster arbejde, hvis man skal opnå en egentlig integration imellem matematik og teknologiforståelse. Samt at det er muligt at nå et sted hen, hvor introduktion af teknologiforståelse i matematik ikke primært fører til stoftrængsel, men i stedet kan være med til at ændre tilgangen til faget, og måden man underviser i matematik.

Matematik og teknologiforståelse som professionsunderviserfaglighed

Det trippeldidaktiske samspil mellem skolefag, lærerfaglighed og professionsunderviserfaglighed/videnskabsfaglighed er i høj grad til stede i forbindelse med matematikfaget.

For det første har matematik og datalogi en fælles idehistorie og de datalogiske institutter voksede da også ud af matematiske og naturvidenskabelige forskningsinstitutionerne op gennem 1950'erne til 1970'erne. For det andet har der de sidste ca. 40 år været anlagt forskellige syn på grunden til at sammenkoble undervisning i teknologi og matematik. Tidligere (1980-1990) var der fokus på, hvordan programmering og teknologi kunne understøtte kreative og interessante tilgange til matematikundervisning, sidenhen fra ca.

1990 flyttede fokus til, hvordan teknologi kan understøtte elevernes matematiske handlinger og kompetence, og siden ca. 2015 har der været fokus på, hvordan matematik kan understøtte elevernes teknologiforståelse og datalogiske tænkning.

På trods af ovenstående (og for det tredje) er skellet mellem datalogi og matematik i høj grad blevet udviklet, fastholdt og forfinet af forskellige uddannelsessituationer. Således står vi nu i en situation, hvor der på trods af det tætte samspil mellem datalogi og matematik, er meget få matematiklærere i folkeskolen og undervisere på læreruddannelsen med fagekspertise i datalogi og teknologi.

Teknologiforståelse er ikke det samme som datalogi, og løsningen for etableringen af lærerfaglighed og professionsunderviserfaglighed i teknologiforståelse er ikke at mime en datalogisk faglighed. Men det var tydeligt i projektets resultater, at der var interesse for at opsøge de naturlige synergier mellem matematik og teknologiforståelse og at disse synergier er flere tilfælde, var genuine og stærke.

Udvikling af fagsprog

Arbejdet med teknologiforståelse i matematik har været hjulpet af et fælles fagsprog til at beskrive intentioner og praksisser i det faglige møde. For at støtte et fælles fagsprog blev professionsunderviserne i starten introduceret for nabolandenes tilgange til lignende fagligheder.

Efter første gennemløb analyserede vi desuden de forløb deltagerne havde udviklet, med henblik på at karakterisere fagligt samspil. Forløbene blev kodet efter begreber fra målbeskrivelserne fra henholdsvis teknologiforståelse og matematik, og kategoriseret efter om matematik agerede hjælpefag for teknologiforståelse, omvendt eller om faglighederne var ligestillede i forløbet.

Det fælles kig til andre lande og analysen af deltagernes egne forløb bidrog således til udvikling af et fælles fagsprog. Men matematiks møde med teknologiforståelse var dog også (og er fortsat) kendetegnet ved overlap mellem fagbegreber (fx algoritme, variable, modellering og beregning), der har forskellig betydning i de forskellige fagligheder. Dette blev diskuteret igennem projektet og behovet for yderligere begrebsafklaring var tydeligt.

Faglige indspark og inspirationer

Kompetenceudfordringen omkring teknologiforståelse kalder på faglig viden og konkrete kompetencer. Professionsunderviserne i projektets matematikspor havde simpelt hen brug for mere viden omkring de kompetenceområder, der indgår i teknologiforståelse, om disse områders mulige samspil med matematik, og hvordan teknologiforståelse kan udvikles og implementeres.

Behovet for vidensbaseret blev imødekommet gennem en række indspark, der havde til formål at åbne diskussioner, udvikle viden og færdigheder samt inspirere til praksisudvikling. Det drejede sig om:

- En diskussion af faglige mødesteder med udgangspunkt i nabolandes allerede eksisterende beslutninger omkring og erfaringer med teknologiuddannelse i folkeskolen.
- En workshop om agentbaseret programmering og simulering. Workshoppens benyttede et blokprogrammeringssprog og førte til at en større gruppe af professionsunderviserne gik videre med at udvikle undervisning med pågældende værktøj.
- En workshop om scripting i GeoGebra, hvor vi med baggrund i eksempler diskuterede, hvordan arbejdet med matematiske værktøjer kan støtte computationel tankegang og teknologisk handleevne.

De konkrete vidensindspark kunne have været anderledes, men det var tydeligt at sådanne indspark, der introducerer computationelle fænomener og problematikker, var vigtige for deltagerne.

Anbefalinger om teknologiforståelse i matematik

M1: Klarhed og integration - Anbefalinger til fagforståelse og rammeforståelse omkring teknologiforståelse og matematik

Det anbefales, at der som led i at indføre teknologiforståelse udvikles et fælles fagspor om faglig integration, og at der anvendes eksisterende fagdidaktisk sprog til det samme. Og at det som led heri udforskes, hvor der er synergi mellem faglighederne, og hvor den ene faglighed blot støtter den anden.

Det anbefales også, at sigtepunktet er faglig integration (frem for fx assimilering), idet erfaringerne fra projektet peger på, at der er et stort og spændende potentiale.

→ **A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed**

Disse anbefalinger kan begrundes i de diskussioner, der har været blandt professionsunderviserne samt deres forløb og evalueringer af aktiviteterne. Ved at arbejde med, hvordan det faglige samspil kan begrebsliggøres, lykkedes det at komme fra en situation, hvor

der var stor spredning blandt deltagerne og, for nogle, en usikkerhed om, hvorvidt teknologiforståelse var en slags unødvendigt add-on til matematikundervisningen, og hen til et sted, hvor der var et fælles ønske om at det hele skulle gå op i en højere enhed (faglig integration).

M2: Rammer, vedholdenhed og ressourcer - anbefalinger til efteruddannelse

Det anbefales overordnet og principielt, at de ansvarlige ministerier må erkende og anerkende opgavens komplicerede natur og betydelige omfang, og derfor afsætte eller opsøge de nødvendige ressourcer til faglighedens indførelse.

Det indebærer bl.a., at der skal udvikles faglige fællesskaber, der kan skaleres og integreres i eksisterende fællesskaber.

Og at der sikres ordentlige rammer for efteruddannelse og kompetenceløft i disse fællesskaber, hvor erfaringer peger på tid, fagligt input og fællesskab som centrale aspekter (på linje med meget anden efteruddannelse).

→ **A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.**

Disse anbefalinger begrundes i, hvordan det fælles arbejde med at designe undervisning har udviklet deltagerne sprog og forståelse for det faglige mødested, og hvordan det i diskussioner med deltagerne var tydeligt, at rammerne med mulighed for at få faglige indspark og tid til fælles faglig udvikling har betydning for kvaliteten af den faglige udvikling. Deltagerne bevæger sig i evalueringerne fra at efterspørge faglige indspark til at efterspørge faglig integration og kunne arbejde med dette.

M3: Sammenhæng og progression: Anbefalinger til strategisk uddannelsesudvikling

Det anbefales at teknologiforståelse i matematik sikres et stærkere, mere tydeligt og sammenhængende faggrundlag ved at indtænke fagligheden i uddannelse i matematik på alle niveauer (fra folkeskolen og op). I den forbindelse anbefales det også, at der foretages forsøg med forskellige typer af samspil mellem teknologiforståelse og matematik fra et curriculum perspektiv - fx afsøgning af muligheder i forhold til emner og progression.

Som forudsætning for begge dele etableres platforme og rammer for samtaler i fagmiljøerne om, hvordan teknologiforståelse spiller sammen med matematik på forskellige niveauer.

- **A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.**
- **A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed**

Disse anbefalinger begrundes i de forløb som professionsunderviserne har udviklet, de vanskeligheder de har oplevet med at integrere forløbene i deres kurser samt - især - i den usikkerhed om faggrundlaget for samspillet mellem matematik og teknologiforståelse, som de har oplevet - et forhold der især skaber problemer, når eksempelvis studieordninger og modulbeskrivelser på læreruddannelsen endnu ikke afspejler en faglig integration. Deltagerne giver i diskussioner netop udtryk for, at den måde de vælger at integrere de to fagligheder i høj grad er styret af studieordningsmål, der ikke nødvendigvis giver udtryk for, hvad der er det gode mødested mellem teknologiforståelsesfagligheden og matematik.

Deltagerne efterspørger derfor at læreruddannelsens regelgrundlag bliver gennemarbejdet i takt med at faggrundlaget for mødet mellem matematik og teknologiforståelse udfoldes og udvikles. Endelig viser projektet, at det er krævende og interessant at afsøge samspillet mellem teknologiforståelse og matematik. Derfor er det relevant at gøre denne afsøgning til tydelig genstand for formel uddannelse som matematiklærer.

TEKNOLOGIFORSTÅELSE I BILLEDKUNST - FAGFORNYELSE

Billedkunstoffaget i læreruddannelsen har siden 1998 haft informationsteknologi som en del af sine fagmål (i folkeskolen siden 1991). De professionsundervisere, der har deltaget i dette projekt, har denne præmis som forudsætning. Men i forhold til den nye teknologiforståelsesfaglighed er professionsunderviserens forudsætninger forskellige. Deltagergruppen består dels af undervisere, der har været en del af forsøgsprogrammets spor 2, og dels af undervisere, hvor teknologiforståelsesinitiativet er nyt.

For de professionsundervisere, der har deltaget i forsøgsprogrammets spor 2, er begreber som computationel tankegang og teknologisk handleevne nye, men ikke ukendte, mens begreber om digitale designprocesser af æstetiske udtryk med brug af fx billedbehandlingsprogrammer, samt digital myndiggørelse som en dimension af billedkunstoffagets tematiske billedpædagogik i højere grad er genkendelige. For de undervisere, der ikke har deltaget i spor 2, er de to første begreber nye og ukendte, mens de to efterfølgende er genkendelige.

De følgende anbefalinger er baseret på erfaringsopsamling undervejs i kompetenceudviklingsprojektet og afsluttende i den fælles erfaringsopsamling (se også afsnittet om deltagerens egne anbefalinger). Perspektivet er, i hvilken grad teknologiforståelsesfagligheden bidrager med fagfornyende potentialer til billedkunstoffaget. I gennemgangen af det samlede kompetenceforløb i billedkunst, har observationer og dialog med deltagerne under udvikling af didaktiske designs haft særlig vægt, ligesom der også er foretaget observation under afprøvning af designet hos en af professionsunderviserne (Buhl & Skov, 2021).

Anbefalinger

En overordnet erfaring fra projektet er, at principperne fra datalogisk tænkning kan løfte undervisningsfaget i billedkunst frem til at matche samtidskunstens nye praksisformer.

Samtidskunstens praksisformer er karakteriseret ved at være konceptuelle, interaktive, iterative, socialt involverende, ligesom læreruddannelsesfaget billedkunst er kendetegnet ved at formgive visuelle artefakter og designe koncepter for handling, der 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 'verfremdungserfaring' (andethedserfaring) hos den, der bruger faglighedens praksisformer som undersøgende tilgang til omverdensfænomener produktivt såvel som receptivt. Heri ligger den faglige erkendelsesinteresse.

I den forstand er billedkunstens formål at vise og uddybe nye problemer frem for at løse allerede kendte problemer. Og endemålet er at beherske faglighedens kompetenceområder og danne til myndiggørelse. I den forbindelse muliggør datalogien et nyt udtryksrepertoire, dels med data som et nyt materiale, dels med brug af datalogiske principper for design af visuelle udtryk, handlinger og fortællinger. Realiseringen heraf fordrer dog en kalibrering af det datalogiske vidensparadigme med teknologiforståelsesfagligheden, så det kan tilgås fra og forstås i en kunstfaglig kontekst.

Terminologien for datalogi (logisk ræsonnement) og for billedkunst (andethedserfaringer) repræsenterer traditionelt to divergerende praksisformer. Teknologiforståelsesfaglighed i billedkunst kan etablere et 'fælles tredje', der udvikles i mødet mellem datalogi og samtidskunstens praksisformer. Det kan fx dreje sig om den datalogiske tænkning, hvor fagbegreber herfra kan identificeres med fagbegreber fra billedkunstfaget. Eksempelvis kan der foretages koblinger af: (dekomposition (TF) $\Leftrightarrow$ dekonstruktion (BF), mønstergenkendelse (TF) $\Leftrightarrow$ gentagelser (BF), abstraktion (TF) $\Leftrightarrow$ konceptualisering (BF), algoritmer (TF) $\Leftrightarrow$ regler (BF).

Endvidere er der begreber fra begge fagligheder, der er enslydende, men refererer til noget forskelligt, fx modellering. I billedkunstfaget vil modellering referere til formgivning af plastisk materiale (fx modellering af en lerfigur eller af en lerfigur som analog model, der kan omsættes via fotogrammetri til 3D print).

I projektets udvikling af undervisning i billedkunst er der afprøvet praksisformer, hvor konstruktions- og programmeringsbegreber er søgt integreret med billedkunstfagets erkendelsesinteresse. Billedkunstfaglige tilgange (fx videohacking) er også anvendt for at undersøge 'hvad er en algoritme' i et myndiggørelsesperspektiv. Her har algoritme fungeret som tema i billedkunst frem for datalogisk begreb.

B1: Fag- og kompetenceudvikling på tværs af praksisformer og vidensparadigmer

Det anbefales at faggrundlaget for billedkunst udvides ved at bringe fagets nuværende praksisformer i spil med praksisformer fra samtidskunsten og 'kalibrerede' praksisformer fra datalogien. Hensigten er at udvide faggrundlaget med et sprog og udtryksrepertoire, der genforhandler og reformulerer billedkunstfaglig terminologi med nye teknologibegreber, og derved etablerer et fagfornyende bidrag til billedkunstfaglig erkendelse og fagsprog.

➔ **A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed**

Læreruddannelsesfagets fagdidaktiske miljø i billedkunst er nationalt relativt lille - men aktivt. Billedkunsthaget har over år oparbejdet en tæt kobling mellem didaktisk ekspertise på tre niveauer: 1) professionsundervisere i billedkunst nationalt (LUB), 2) undervisere i billedkunst i skolen nationalt (Danmarks billedkunstlærere) og 3) fagdidaktisk forskning nationalt. Samarbejdet udfoldes gennem tilknytning til forskningscentret Visual Studies and Learning Design (ViLD), fælles konferencer, tværfagligt forum, samt praksis- og vidensformidling (af både praktikere og forskere) via et fagtidsskrift, der udgives af Danmarks billedkunstlærere. Sidstnævnte udgiver et temanummer om Teknologiforståelse i november 2021.

Fagmiljøet kan fungere som drivkraft for integration med teknologiforståelsesfaglighed i billedkunst med produktive faglige forstyrrelser fra ekspertise: samtidskunstnere, der arbejder digitalt (tangibelt/intangibelt); samtidskunstnere, der arbejder konceptuelt; dataloger, der kan bygge bro gennem formidling af datalogiske principper, samt fagpædagogiske forskere i Danmark og Norden, der kan facilitere fagfornyelsens didaktiske implikationer (der pågår pt et nordisk udviklingsarbejde under Nordplus med aktører på læreruddannelses- og forskerniveau (2020-2021)).

B2: Etablér et fagligt forum, der driver udviklingen af terminologi og udvikling af faglig praksis med rammer og ressourcer indenfor og på tværs af sektioner

Det faglige miljø omkring billedkunsthagets didaktik i skolen, læreruddannelsen, og i forskningen har allerede et etableret fagligt netværk, der med fordel kan aktiveres på forskellige måder, fx sektionelle kurser og seminarer, og tværsektionelle konferencer, fælles fagtidsskrift.

I forlængelse af B1 anbefales det ligeledes at bringe ekstern samtidskunst- og datalogiekspertise i spil med fagets didaktiske eksperter (på de tre niveauer) med henblik på at udvikle en fornyet fagforståelse og- praksis, der afspejler aktuelle kunstformer i samfundet (læs: fra industrialiseringens billedkunsthag til post-industrialiseringens billedkunsthag).

→ **A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.**

Projektets professionsundervisere fra billedkunsthaget efterspørger efteruddannelse på alle niveauer (jvf. de tre nævnte) og særligt for undervisere ved professionshøjskolerne. Endvidere efterspørgeres tilgængeligt grej til afprøvninger både på alle niveauer: EVU, LU

og FS og med faciliteter i faglokalet, der giver mulighed for at kunne agere mere intuitivt og legende.

B3: Der skal sikres ressourcer til materiel understøttelse af fag- og kompetenceudvikling i billedkunst

Billedkunst har brug for særlig materiel understøttelse i form af et veludstyret faglokale, hvor der kan arbejdes med hybrider af analoge og digitale billedudtryk og skiftevis arbejdes mellem 'tangible' og 'intangible' artefakter (fx i form af mobile skulpturer styret af algoritmer, konstruktion af stedsspecifik kunst i 3D programmer, som udprintes og indgår i analogt modelarbejde, inden den opskaleres i 1:1). En integrering af teknologiske og æstetiske processer er afgørende for, at fagfornyelse kan finde sted i billedkunst.

→ **A4: Der skal sikres ressourcer til materiel understøttelse af teknologiforståelse**

TEKNOLOGIFORSTÅELSE I HÅNDVÆRK OG DESIGN – TILLÆG, UDVIDELSE OG FORVANDLING

I fagsporet for håndværk og design blev der fra forskerside indledningsvist taget afsæt i et skriftligt notat fra læreruddannelsens nationale faggruppe for håndværk og design, hvor de kommenterer en undersøgelse af teknologiforståelselementernes rolle i faget, som det udfoldes for indeværende. Her fremhæver faggruppen, at der i faget allerede arbejdes med teknologi, hvilket i studieordningen forstås som symaskine, boremaskiner, dekupørsav og andet håndværktøj. Ligeledes fremhæves det, at innovation og design-aktiviteter ligeledes findes i faget allerede i form af analoge-materielle fremstillingsprocesser af fx stole, både eller tøjudstillinger.

Som udgangspunkt ansås digitale teknologier altså som et fænomen, der forventes problemløst og sømløst at kunne inkorporeres i faget på baggrund af allerede eksisterende processer og teknologibrug. I de indledende oplæg til gruppen og løbende gennem diskussionerne lagde vidensnetværket derfor vægt på at udfordre tanken om, at digitale teknologier "bare er teknologier nu med strøm", eller nye redskaber til tingsfremstilling.

Kompetenceudviklingsforløbet bestod i en vekslen mellem oplæg, gruppearbejde, udvikling af didaktiske design til afprøvning i læreruddannelsen samt korte sekvenser med afprøvning af diverse digitale teknologier (blandt andet Micro:bits og Ozobots) som inspiration til deltagernes didaktiske design. Herigennem forsøgte der fastholdt et fokus på, at teknologiforståelse ikke blot er et 'tillæg' til det eksisterende fag, men i højere grad kan anskues først som en faglig udvidelse og dernæst som faglig forvandling.

Af deltagernes skitserede didaktiske design fremgår det, at især udvidelsesperspektivet kom til udtryk i første gennemløb af kompetenceudviklingsforløbet mens forvandlingsperspektivet begyndte at dukke op i andet gennemløb. Det gav sig til udtryk både mundtligt i diskussionerne og skriftligt i arbejdshæfterne, at teknologiforståelse i første omgang bør være en udvidelse til det eksisterende fag og i anden omgang kun bære være en forvandling i det omfang den er faglig drevet og forankret. Eksempelvis anførtes det i forskellige sammenhænge, at "*teknologiforståelse skal give mening i håndværk og design*" og "*teknologi er et værktøj*" (begge citater stammer fra deltagernes arbejdshæfter, første runde, 2020). En deltager skriver ligeledes om eget design:

Afprøvningen går ud på at afsøge om den digitale teknologi fungerer som et materiale/redskab i en den skabende proces. Om digitale teknologier bidrager med noget der ellers ikke ville kunne lade sig

gøre med de eksisterende materialer og teknikker. (Arbejdshæfte, 2020)

De lærerstuderende skulle i det pågældende forløb se Micro:bits ind i tøj som et element til at udtrykke personlighed. Her sås det, at teknologien således kunne bidrage til at udvide det udtryk, de studerende ellers ville kunne arbejde med gennem allerede kendte syteknikker og design - og således supplere deres færdige produkter.

Et andet eksempel på et forløb fra første runde indarbejdede ligeledes micro:bits i de lærerstuderendes produkter, der bestod i udarbejdelse af skibe, der skulle kunne styres gennem micro:bits. Skibene skulle både kunne sejle, dreje, lægge til kaj – samt være sjove at se på. Dette undervisningsforløb ville modsat det ovenfor beskrevne ikke kunne gennemføres uden den digitale teknologi, men også i selve designprocessen blev teknologien fra underviserens side sat i centrum frem for at fungere som et supplement eller tillæg. Imidlertid arbejdede de lærerstuderende dog ikke med underviserens oplæg som forventet. Underviseren fremdrog således i sin evaluering af forløbet at:

De studerende besad ikke den nødvendige forkundskab til at arbejde med programmeringen. Til gengæld var der stor fornøjelse med at bygge og konstruere de fysiske fartøjer. (opsamling på didaktisk design, 2020)

Flere af underviserne opdagede på lignende vis gennem deres afprøvninger, at inddragelse af ny teknologi i undervisningen kræver meget tid både af dem selv og af de studerende for at kunne fungere efter hensigten. Det kom blandt andet til udtryk gennem de dokumenter, der blev udarbejdet i kompetenceudviklingsforløbet. Fx formulerer en deltager sine umiddelbare tanker om teknologiforståelse som det at "[...] være kritisk, [...] dannet, [...] og at beherske teknologien som et værktøj". Samme deltager afslutter dog i sit færdige didaktiske design med mere ydmyge mål i relation til brug af teknologi, idet vedkommende her formulerer målene som det at kunne "eksperimentere, [...] undersøge, [...] problemløse og lave konstruktioner i samspil med teknologi".

Selvom det hos deltagerne og også hos den nationale faggruppe for håndværk og design indledningsvist blev anført, at teknologiforståelse som faglighed eller element i faget allerede findes eller i det mindste ganske let ville kunne inddrages som supplerende værktøjer i et værktøjs- og håndværksorienteret fag, anførtes det også af deltagerne særligt efter afprøvningerne i læreruddannelsen sammen med de studerende, at digital teknologi ikke bare er endnu et værktøj, som man nogenlunde hurtigt kan lære at beherske gennem enkle teknikker, men i højere grad er noget, der udvider eller forvandler faget.

En sådan faglig udvidelse eller forvandling er mere krævende og kalder på et dybere fagligt og didaktisk udviklingsarbejde end blot at sætte strøm til teknologierne.

Hvis teknologiforståelse skal indføres i læreruddannelsen som del af det eksisterende håndværk og design-fag ser det derfor ud til at kræve dybere kompetenceudvikling for professionsunderviserne, hvor der især vies betragtelig tid til arbejde med digitale teknologier – både som værktøjer, men også som produkter i faget eller faglige perspektiver på verden. Især sidstnævnte vil kræve at eksisterende faglighed og praksisformer bringes i samspil med nye kompetenceområder fra teknologiforståelse. Som en deltager afslutter sin erfaringsopsamling om egen undervisning:

Vi kommer ikke udenom digital teknologi, og vi er nødt til at arbejde det ind i undervisningen. Det skal blot ikke blive halen der logrer med hunden. Det skal give mening og det skal give merværdi i undervisningen. (Opsamling på didaktisk design, 2020)

HD1: Det kræver en lang, grundig og bredt forankret proces at indarbejde digitale teknologier i håndværk og design, så det bevæger sig fra et tillægsværktøj til faglig udvidelse eller forvandling

- A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.
- A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed

PROFESSIONSUNDERVISERNES EGNE ANBEFALINGER

Fra projektets start har det været en central ambition at betragte de deltagende professionsundervisere som 'faglige ambassadører' for teknologiforståelse (se også projektbeskrivelsen). Dels fordi mange i deltagerkredsen allerede var en del af forsøgsprogramets spor 1 og 2 (om end der også var mange uden erfaringer med teknologiforståelse). Og dels fordi de efter projektets udløb skal fungere som faglige brobyggere og 'forandringsagenter' mellem et nyt fagområde under udvikling og de eksisterende undervisningsfag og fagmiljøer.

I dette afsnit sammenfattes det derfor, hvilke bekymringer og forventninger professionsunderviserne havde som faglige ambassadører forud for projektet, og hvilke anbefalinger for et eventuelt videre arbejde med at indføre teknologiforståelse i de berørte fagmodeller, som kom ud af forløbet. Afsnittet kan derfor med fordel læses i forlængelse af projektets evaluering, der systematisk analyserer deltagerne faglige udbytte af projektet.

Bekymringer og forventninger forud for projektet

I projektets forarbejde blev der afholdt informationsmøder lokalt på alle professionshøjskoler. En del af informationsmøderne bestod i at projektlederen og den lokale repræsentant i vidensnetværket foretog et mindre gruppeinterview med deltagerne, hvor de blev bedt om at svare på, hvad de forventede og håbede på omkring projektet, og hvad de omvendt bekymrede sig om eller frygtede for.

Der var mange forskellige svar, men særligt tre temaer gik tydeligt igen på tværs af professionshøjskoler. For det første en forventning om at kunne arbejde i faglige fællesskaber med andre professionsundervisere, og gerne på tværs af institutioner, om at udforske teknologiforståelse og udvikle nye kompetencer. Dernæst to markante og forbundne bekymringer, der gik igen på tværs af fag og professionshøjskoler. Den første bekymring gik på graden af faglig styring, som professionsunderviserne ville møde i projektet. Her nogle eksempler på hvordan denne bekymring blev italesat:

Jeg er bekymret for om projektet bliver lige så stramt styret som tek-projektet [spor 2]. Jeg håber, vi får mulighed for at arbejde med en mangfoldighed af teknologier, og at hvert fag får lov at forme sit eget perspektiv på de fire kompetenceområder i teknologiforståelse.

Teknologiforståelse har implicit fokus på digitale teknologier. Men [vedkommende ønsker] mulighed for mere grundlæggende fokus på

værktøj og materialer, hvad kan forskellige teknologier. Hvordan vi erkender verden, et udvidet dannelsesbegreb

Bekymring for snævre eller lukkede definitioner af teknologi som principielt digital teknologi.

(udtalelser fra professionsundervisere under interviewdel af informationsmøder, 2020)

Og i forlængelse heraf den mest fremtrædende bekymring forud for projektet, at teknologiforståelse ville blive et 'fremmedlegeme' i de eksisterende fag. Og derfor udtrykte mange professionsundervisere enten en bekymring for manglende faglig integration eller et ønske om et tydeligt styrkeforhold mellem teknologiforståelse og eksisterende fag, hvor førstnævnte helt og holdent skal indordnes under sidstnævnte som en form for værktøj til eksisterende fagmål.

Ser frem til at fordybe mig i spændet mellem fag og teknologi - men det bliver fra mig set gennem faget. Som der står i det første spørgsmål, så skal teknologiforståelse bidrage med noget til faget - ikke udvide faget som sådan.

I matematik taler vi ofte om, at matematikken skal være hunden og it skal være halen, der får matematikforståelsen til at blive bedre. Skal matematik eller teknologien være hunden eller hale, er et udtryk Mogens Niss har anvendt. Han ser at matematikken skal være hunden og it skal være halen.

At teknologiforståelse bliver 'påklisset' det faglige indhold eller blot ligger ved siden af [er vedkommendes største bekymring]

(udtalelser fra professionsundervisere under interviewdel af informationsmøder, 2020)

Deltagernes centrale anbefalinger til indførsel af teknologiforståelse efter projektet

Projektets sidste kompetenceworkshop i maj 2021 var struktureret omkring en gradvis indkredsning af professionsundervisernes egne anbefalinger som 'faglige ambassadører' for teknologiforståelse. Processen startede i små grupper i de enkelte fagspor, overgik herefter til fælles drøftelser i fagsporene og dagen sluttede med en kollektiv indkredsning af erfaringer på tværs af fag. I alle trin tog arbejdet udgangspunkt i denne model:

(1) Hvad fungerede bedst i vores undervisning i teknologiforståelse? (og hvorfor) Skriv her	(3) Åbne spørgsmål eller udfordringer vi ikke har fundet svar på når vi skal undervise i teknologiforståelse? Skriv her
(5) Hvilke erfaringer og refleksioner er centrale for fortsat udvikling af undervisning i teknologiforståelse? (og hvorfor) Skriv her	
(2) Hvilke forhold og faktorer fungerede ikke i den afprøvede undervisning? (og hvorfor) Skriv her	(4) Hvad er "drømmen" for vores undervisning i teknologiforståelse i fremtiden? (realistisk og urealistisk) Skriv her

Figur 9: Centrale spørgsmål som professionsunderviserne arbejdede med på projektets sidste workshopdag. Modellen er baseret på metoden 'Actions for Retrospectives'.

Modellen er baseret på metoden 'Actions for Retrospectives,' der er designet til at lade grupper evaluere en proces retrospektivt med henblik på at identificere konkrete forslag til, hvordan processen kan forbedres fremadrettet (Gray, 2011).

Vidensnetværket har til denne leverance gennemgået og kategoriseret de centrale anbefalinger fra de udarbejdede modeller samt de fælles anbefalinger på tværs af fagspor. Indsigter herfra er en del af det gennemgående vidensgrundlag for den samlede rapport, men fremføres også selvstændigt herunder.

U1: Det anbefales at betragte teknologiforståelse som relevant for alle fag, men at fagene og de faglige fællesskaber samtidig selv må udforske, hvordan der kan opnås faglig integration

På tværs af professionsunderviserne centrale erfaringer står det forhold, at de på bagkant af projektet ser et lovende potentiale for integration mellem deres eksisterende fag og teknologiforståelse. Men at de modsætter sig, eller er bekymrede for, at denne integration foruddefineres frem for udforskes i en inddragende proces.

- ➔ **A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.**
- ➔ **A2: Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed**

Som det er beskrevet igennem leverancen, opstod der i fagsporene for de eksisterende fag et stemningsskrifte i løbet af projektets to iterationer: fra en udbredt bekymring om, hvorvidt teknologiforståelse ville ende ud som 'fremmedlegeme' i starten og til en interesse og ønske om faglig udforskning og integration med eksisterende fagligheder i slutningen af projektet. Vidensnetværket kan dog ikke kvantificere, hvor mange professionsundervisere, der har ændret perspektiv på teknologiforståelse.

Her er et lidt længere udpluk af, hvordan professionsunderviserne på tværs af fag (og også fra det selvstændige fag) angiver en interesse i, at alle de berørte fag finder måder at integrere teknologiforståelse og et ønske om, at denne fagudvikling forankres på egne præmisser i fagenes faglige fællesskaber:

Drøm om fuld integration - om at det hele går op i en højere enhed. Vi ser tegn på, at teknologiforståelse både kan drive en omverdensorienteret, designorienteret matematikundervisning og en matematikundervisning af mere teoretisk datalogisk karakter.

Vigtigt at finde krydsfelter mellem fag og teknologiforståelse for, at det ikke bliver et add-on. Sproget er en væsentlig faktor for at afmystificere teknologiforståelse og for at tage definitionsretten over teknologiforståelse ift. faget - og ikke omvendt. Her kan teori og diskussion af den kvalificere og perspektivere diskussioner og overvejelser.

En erkendelse af at teknologiforståelse er en kompetence i alle fag og at man drager de konsekvenser det har.

Teknologiforståelse kan fungere som prisme til revitalisering af eksisterende fag og fagdidaktikker.

[Forslag om en] Grundfaglighed der er uafhængig af fag og mere et dannelsesperspektiv – som en faglighed i fagene? Dannelsesfaget er måske mere en agil størrelse. Som integreret eller selvstændig faglighed er afhængig af, hvordan man vil etablere de kontekster i skolen, hvori faget skal indgå. Når det indgår som en del af lærerens grundfaglighed, er der ikke faglige barrierer.

Vi kommer ikke uden om (en form for) teknologiforståelse - selv om det bliver som selvstændigt fag - så skal det (stadig) være en del af alle fag - vi kommer (heller) ikke uden om teknologien - men det

kræver at formål udvikles inde fra fagene = måske ser teknologiforståelse fuldkommen forskellige ud i billedkunst fra de forståelser og formål der fx er for teknologiforståelse i matematik - selvfølgelig vil der være overlap og tingene hænger sammen - men det er ikke udgangspunktet - at teknologiforståelse er 1 ting - det er noget der opstår undervejs over tid indefra fagene, når det er begyndt at give mening og kan peges på.

At der er elastik i det - at der er en løshed/åbenhed mere end noget der er fastlagt - at der er en dynamik i det - at man ikke laver læringsmål for det men overordnede formål.

(Professionsundervisere, 2021)

I forlængelse af ønsket om integration og inddragelse står spørgsmålet om, hvordan processen mod faglig integration skal organiseres.

Der skal opbygges en fagkultur omkring teknologiforståelse med stærk kobling af (intuitiv) praksisafprøvning i et fejlpositivt miljø og kvalificering gennem sparring med ressourcepersoner inden for teknologiforståelsesfeltet. Sagt på en anden måde: Der mangler erfaringer med, hvad teknologiforståelse er. Vi har ikke en generation af folk, der har rodet med teknologiforståelse i skolen, oplevet et skolefag på egen krop, set kollegaer undervise i teknologiforståelse på gangene. Derfor skal der 1) udvikles og reflekteres over praksiseksempler (ready to use) på teknologiforståelse og 2) dannes praksisfællesskaber omkring afprøvning af eksemplerne.

Det, der især mangler, er eksempler på "Her er teknologiforståelsen udmøntet i praksis". Derfra vil det være lettere for lærere og studerende at improvisere over temaet. Der mangler en fagkultur. Man har aldrig selv oplevet faget som en del af ens skolegang.

I virkelighed er det her ligesom at lande i et nyt land og ikke kender sproget eller landets regler. Vi er alle tosprogede, når det kommer til teknologiforståelse, sproget er nyt og arbejdsmetoderne er nye, og derfor skal vi lære det sammen, og vi skal italesætte det.

(Professionsundervisere, 2021)

Professionsunderviserne påpeger her, at teknologiforståelse adskiller sig fra alle andre fag ved ikke at have en etableret fødekæde i uddannelsessystemet og ved med sin korte forhistorie heller ikke at være baseret på en fagkultur eller stærke faglige fællesskaber.

U2: Der skal skabes en organisering, der kan opbygge og materielt understøtte faglige fællesskaber og fagkulturer omkring teknologiforståelse på tværs institutioner

En opskaleret indførsel af teknologiforståelse må organiseres på en måde, der både opbygger faglige fællesskaber og fagkultur bredt blandt undervisere på tværs af institutioner og samtidig understøtter disse med materialer (fx eksemplarisk undervisning) og praksisorienteret viden.

- **A1: Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode.**
- **A3: Der skal sikres mekanismer for systematisk vidensbasering**
- **A4: Der skal sikres ressourcer til materiel understøttelse af teknologiforståelse**

Den tredje og sidste anbefaling opleves på første hånd af professionsunderviserne og omhandler primært de studerendes møde med teknologiforståelse på læreruddannelsen og relaterer sig til en mere generel problemstilling omkring studiekultur og -intensitet.

Her er der to forhold, der gør sig gældende: 1) At studerende og andre forventer at digitale teknologier er smarte og gør 'ting nemmere' mens teknologierne i praksis ofte viser sig tidskrævende at bruge og fordrer gode problemløsningskompetencer hos både studerende og undervisere. Og 2) at den mere eksperimenterende og designorienterede didaktik, der lægges op til i teknologiforståelse, kan udfordre de studerendes forventning om underviseren som autoritet (se også anbefalingerne fra det selvstændige fag).

Det er selvfølgelig en selvstændig pointe med teknologiforståelse, at fagligheden skal gøre op med en tænkning om at teknologier 'bare virker'. Men denne ambition er ikke kun didaktisk, den er også afhængig af kulturelle og strukturelle forhold omkring studiekultur og mulige underviserpositioner. Som en professionsunderviser meget dækkende beskriver det:

Arbejdet med teknologi tager uforholdsmæssigt meget tid - og en stor udfordring med kompleksitet - man støder (for ofte) på problemer der tager lang tid at komme ud over og holder en tilbage - og

de studerende er meget krævende - underviseren skal vide alt - der er ikke lyst til at undersøge og eksperimentere, når det handler om teknologien - det 'skal løses' når man 'sidder fast' - der er en forforståelse om, at underviseren skal have 'skarpe kompetencer' og 'kunne løse problemerne' - så det med et undersøge, udforske, være nysgerrig eksperimentere med teknologien - de studerendes tilgang er også en stor del af 'problemet', eller det der står i vejen for at det kan komme til at give mening. (Professionsunderviser, 2021)

U3: Der skal fremdyrkes en studiekultur med andre underviserpositioner som forudsætning for vellykket undervisning i teknologiforståelse

Teknologiforståelse kræver en studiekultur, hvor underviseren ikke placeres som autoritet i forhold til at kunne løse alle problemer med teknologi, men derimod som en facilitator af læreprocesser i form af fx designprocesser. Og hvor de studerende selvstændigt engagerer sig i kompleksiteten omkring som naturlig del af deres tilgang til faget og studiekultur i øvrigt.

→ **A5: Der skal udvikles en ny studiekultur og nye underviserpositioner**

KONKLUSION

De faglige anbefalinger til indførelse af teknologiforståelse i uddannelse af lærere og andet pædagogisk personale er udarbejdet af et samlet vidensnetværk. En tværgående arbejdsgruppe i netværket har, i samarbejde med projektlederen, forberedt og faciliteret processen. Vidensnetværket har desuden afholdt to heldagsseminarer for at udarbejde problemstilling, metode og anbefalinger på tværs af fagspor og i gensidig drøftelse.

Der er selvfølgelig forskelle på tværs af fagspor, men overordnet set finder vidensnetværket på baggrund af projektet, at der er et betydeligt uddannelsesmæssigt potentiale i at indføre teknologiforståelse i alle de berørte fagmodeller. Gruppen finder også, at faglighedens gennemslagskraft og bæredygtighed samtidig afhænger af, hvorvidt Børne- og Undervisningsministeriet i samarbejde med skolens parter og andre centrale aktører i uddannelsessystemet (universiteter, professionshøjskoler, skolens parter, Uddannelses- og Forskningsministeriet) kan tilrettelægge en indførelse af fag og faglighed i forlængelse af følgende anbefalinger:

Teknologiforståelse bør indføres i en bredt forankret, iterativ og trinvis proces over en længere periode

Den første anbefaling omhandler typen af indførelsesproces og måden, hvorpå processen organiseres.

Vidensnetværket anbefaler overordnet set en *trinvis* og *iterativ* indførelse af teknologiforståelse, hvor fagudvikling og kompetenceudvikling kan informere hinanden, og hvor fagmiljøerne er med til at udforske og udvikle fagligheden i en gradvist opskalierende proces. Det frarådes samtidig, at teknologiforståelse indføres fuldskala uden forudgående fagudvikling i de relevante miljøer og tilstrækkelig vidensbaserings, idet en sådan tilgang risikerer at modvirke gennemslagskraft og bæredygtighed.

Hvad angår processens organisering er det ligeledes netværkets anbefaling, at processen forankres i faglige fællesskaber på tværs af institutioner og med inddragelse af lærere i skolens praksis, professionsundervisere, aktører i samfundet (fx samtidskunsten i billedkunst) og forskellige typer af forskningsekspertise fra universiteter og professionshøjskoler.

I det selvstændige fag anbefales det i den forbindelse, at der investeres substantielt i at udvikle og beskrive fagets særegne fagidentitet i krydsfeltet mellem humanistiske, samfundsmæssige, datalogiske og designorienterede videnstraditioner. Denne investering

skal modvirke, at den selvstændige faglighed 'forsvinder' i andre fag og i de underviserfagligheder, der ikke er teknologiforståelse, men som de første mange år skal varetage undervisningen, indtil der er etableret en fødekanal og en sammenhængende fagkultur i uddannelsessystemet.

I forhold til eksisterende fag som matematik, billedkunst og håndværk og design er anbefalingen ligeledes, at fagene skal udvikle særegne varianter af teknologiforståelse ved faglig integration (snarere end assimilation).

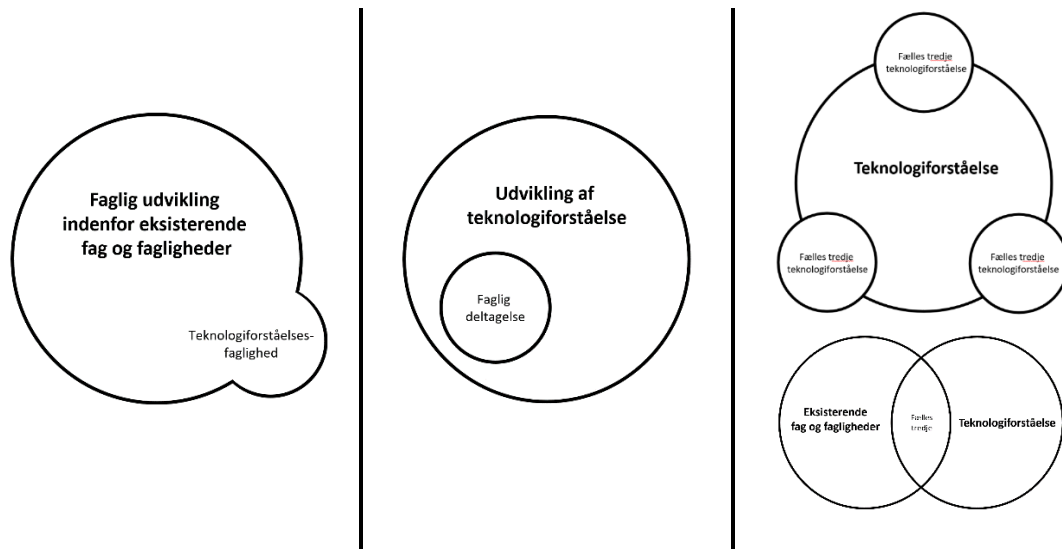
Der bør etableres tydelige forståelsesrammer for, hvordan teknologiforståelse kan udvikles som fag og faglighed

En central erfaring i projektet er, at der mangler sprog og forståelse for teknologiforståelse som en hybrid faglighed, der integrerer mange forskellige fag og fagligheder. Denne mangel kan give grobund for misforståelser og modstand. Samme erfaring er også central i det lignende projekt 'Kompetenceløft for teknologiforståelse på læreruddannelsen' under Uddannelses- og Forskningsministeriet (UFM) (Andersen et al., 2021).

Anbefalingen er derfor, at der afsættes midler til et projektspor, der får som særskilt opgave at udvikle en forståelsesramme omkring teknologiforståelse som ny type af faglighed både i sig selv og som del af eksisterende fag. Projektsporet skal også beskæftige sig med, hvordan processen med at indføre denne faglighed kan forstås og håndteres. Dette er en metaopgave, der potentielt kan have stor betydning for faglighedens indoptag i fagmiljøerne og derved fagets gennemslagskraft.

Ud fra erfaringerne fra dette projekt kan der foreløbigt foreslås tre rammeforståelser: faglig udvikling *inden for* de eksisterende fag; faglig *deltagelse* i at udvikle teknologiforståelse; og udvikling af et 'fælles tredje' via gensidig *integration* af delelementer.

Vidensnetværket kan anbefale en 'fælles tredje'-model for de berørte fag med betoning af gensidig faglig integration og transformation. Denne ramme bør imidlertid gøres til genstand for videre bearbejdning i de implicerede fagmiljøer og endvidere forskningsbaseres (fx med viden fra fagudvikling i andre lande, tidligere erfaringer med indførsel af fag i Danmark og relevante forskningstraditioner såsom videnskabssociologi). Denne opgave kan med fordel tage afsæt i de eksisterende fagdidaktiske sprog, men kræver samtidig en begrebsudvikling, der ligger ud over det fagdidaktiske, hvor fx begrebsvalget omkring 'integration' og 'fælles tredje' er hentet fra kulturteori og socialpædagogik. Igen er denne erfaring også central i projekt 'Kompetenceløft for teknologiforståelse på læreruddannelsen' under UFM (Andersen et al., 2021; Kornholt et al., 2021).



Figur 10: Sammenligning af identificerede forståelsesrammer for hvordan teknologiforståelse kan udvikles som faglighed og fagdidaktik.

I en fælles tredje-model kan *teknologiforståelse som fag* udvikles som særegent fagligt vidensdomæne i forbindelse med videre kompetenceudvikling, både forud for denne og som led i forløbet gennem inddragelse af professionsundervisernes ekspertviden. Det vil sige, at kompetenceudvikling i teknologiforståelse som fag skal bidrage til udvikling af en faglighed, der kan fungere som en centrering af faget i sig selv og som resonansbund for andre fags møde med teknologiforståelse.

Anbefalingen for det selvstændige fag er derfor, at der fremadrettet skabes en mere tydelig forståelse for hvilke videnskabsdiscipliner, der er repræsenteret i de forskellige kompetenceområder, og for de forskellige muligheder for at bringe disse i samspil med hinanden i en fagdidaktik, som professionsundervisere kan orientere sig efter. Det kulturbærende fagmiljø omkring det selvstændige fag har behov for en relativ dyb forståelse for de traditioner, der udgør fagets sammensatte vidensgrundlag.

Det er forventningen i forhold til *teknologiforståelse i fag*, at en 'fælles tredje'-model vil understøtte en fagudvikling og -udvidelse i form af meningsfulde *teknologiforståelser* (flertal). Det vil sige, at teknologiforståelse i fag udvikles som komplementære fagligheder i et tredobbelt møde mellem fagudvikling, fagdidaktik og faglig kompetenceudvikling.

Det er nødvendigt med systematisk vidensbasering

Projektet har ikke haft et integreret forskningsspor, men dets begrænsede omfang har alligevel muliggjort, at vidensnetværket løbende har kunnet følge den faglige udvikling blandt professionsunderviserne og tilpasse projektets faglige indhold hertil. Muligheden

for at arbejde agilt og vidensbaseret har været afgørende for den faglige integration i fagsporene.

Det anbefales derfor, at der som led i en eventuel indførelse af teknologiforståelse etableres en vidensorganisering, der kan videreføre de opgaver, som vidensnetværket varetog i projektet. Det drejer sig især om systematisk opsamling og analyse af den faglige udvikling, så denne ikke forbliver personbunden eller 'tavs' men derimod analyseres og ekspliciteres som grundlag for at den kan blive indoptaget i den fortsatte fagudvikling og kompetenceudvikling. Kvalificering af den faglige udvikling sker gennem inddragelse af forskellige typer af ekspertise på tværs af fagfelter og faglige tilgange.

Det er også nødvendigt med materiel understøttelse

Ud over det omtalte behov for bedre rammeforståelser og systematisk vidensbaseret faglighedens indførelse, er det også en anbefaling, at fagligheden fortsat understøttes materielt med udvikling af både fagdidaktisk materiale (fx eksemplariske forløb) og indretning af faglokaler med relevante teknologier. Altså at eksempelvis forsøgsprogrammets (spor 2 og 3) udvikling af didaktiske designs og prototyper fortsættes i de faglige fællesskaber og udvides til flere forskellige niveauer i uddannelsessystemet.

Her skal det også nævnes, at både det selvstændige fag samt billedkunst og håndværk og design vil have behov for læremidler, teknologier og gentænkning af faglokaler.

Der skal udvikles en ny studiekultur og nye underviserpositioner

En sidste erfaring er at undervisning i teknologiforståelse også føder ind i nogle af de mere strukturelle og kulturelle udfordringer på læreruddannelsen. Undervisningen kan dels være meget tidskrævende, hvilket kan udfordre de timemæssige rammer. Og undervisningen vil ofte (hvis ikke altid) indeholde tekniske nedbrud, fejl og udfordringer. Sidstnævnte er både en didaktisk styrke, idet undervisere og studerende i fællesskab kan finde og rette fejl i teknologierne, og netop fejl og nedbrud illustrerer vigtige pointer om teknologiens beskaffenhed for de studerende. Samtidig er disse også en udfordring, hvis professionsunderviseren kulturelt placeres som autoritet i forhold til at kunne løse alle problemer med teknologi, eller helt undgå at de opstår.

Derfor er den afsluttende anbefaling fra vidensnetværket, at teknologiforståelse etableres under strukturelle rammer, der kan være med til at fordre en ny studiekultur (fx laboratorierammer eller andre særlige rammesætninger).

REFERENCER

- Andersen, B. L., Nielsen, L., Rehder, M. M., Andersen, L. B., Hjorth, M., Petersen, N. A. I., & Jepsen, K. N. (2021, in press). Teknologiforståelse på læreruddannelsen: Kulturelle forudsætninger for faglig integration og kompetenceudvikling i eksisterende undervisnings- og grundfag. *Learning Tech*, 10.
- Buhl, M., & Skov, K. (2021, in press). Challenges in Educating Student Art Teachers in Technology Comprehension. *ECEL conference proceedings*. ECEL - European Conference on e-Learning.
- Goodyear, P., Carvalho, L., & Yeoman, P. (2021). Activity-Centred Analysis and Design (ACAD): Core purposes, distinctive qualities and current developments. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 445–464. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09926-7>
- Gray, D. (2011). Actions for Retrospectives. *Game Storming*. <https://gamestorming.com/actions-for-retrospectives/>
- Kornholt, B., Wiskerchen, M., Oxenvad, C. M., Køhrsen, L., Ebsen, R. O., Emtoft, L. M., Jespersen, P., Madsen, P. H., Møller, L. D., Nielsen, L., Schou, D. V., & Andersen, L. B. (2021). *Udviklingslaboratorier som metode til kompetenceudvikling i teknologiforståelse på læreruddannelsen* (s. 27). Danske Professionshøjskoler.