

FORUNDERSØ- GELSE

FORSØG MED TEKNOLOGIFORSTÅELSE I
FOLKESKOLENS OBLIGATORISKE UNDER-
VISNING

Indhold

1.	Resume	1
1.1	Viden om og erfaringer med teknologiforståelse	3
1.2	Perspektivering	8
2.	Indledning	10
3.	Om forundersøgelsen	13
3.1	Videnskortlægning	13
3.2	Praksiskortlægning	21
3.3	Læsevejledning	23
4.	Pædagogik og didaktik i teknologiforståelse	26
4.1	Problembaseret læring	29
4.2	Elevcentreret læring	37
4.3	Design	42
4.4	Programmering	52
4.5	Kompetencer hos det pædagogiske personale	64
5.	Implementering af teknologiforståelse	70
5.1	Kompetenceudvikling	71
5.2	Organisering	77
5.3	Ledelse	80
5.4	Fysiske rammer	83

BILAG

- Bilag 1 Detaljeret metodebeskrivelse
- Bilag 2 Oversigt over studier i videnskortlægningen
- Bilag 3 Oversigt over projekter i praksiskortlægningen

1. Resume

Københavns Professionshøjskole, VIA University College, Professionshøjskolen UCN, Læremiddel.dk og Rambøll Management Consulting har på opdrag fra Styrelsen for Undervisning og Kvalitet gennemført en forundersøgelse i forbindelse med forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning.

Forsøgsprogrammet skal udvikle og afprøve teknologiforståelse som en **almendannende, kreativ og skabende** faglighed i folkeskolen og give erfaringer med, hvordan danske elever lærer at forholde sig kritisk til teknologi og klædes på til at være medskabere af fremtidens digitale samfund. Derfor skal forsøgsprogrammet indhente, udvikle og skabe praksis og viden, der kan danne grundlag for en kvalificeret stillingtagen til, om og hvordan teknologiforståelse som fag og faglighed kan implementeres i folkeskolens obligatoriske undervisning i fremtiden.

For at skabe et **kvalificeret afsæt** for forsøgsprogrammets udviklings- og afprøvningsindsats opsamler forundersøgelsen national og international viden om og erfaringer med at arbejde med teknologiforståelse i grundskolen. Forundersøgelsen skal hermed informere og inspirere udviklingen af de undervisningsforløb og -materialer, som afprøves i forsøgsprogrammet, samt tilrettelæggelsen af kompetenceudvikling for de deltagende skoler, så de klædes på til at udvikle, afprøve og implementere teknologiforståelse i undervisningen.

Den samlede forundersøgelse hviler på:

- En **videnskortlægning**, der identificerer relevant national og international viden om de pædagogiske og didaktiske tilgange, der har betydning for udviklingen af grundskoleelevers kompetencer i teknologiforståelse, og hvilke kompetencer det kræver af det pædagogiske personale at anvende disse tilgange.
- En **praksiskortlægning**, der identificerer undervisningsforløb og undervisningsmaterialer med relevans for teknologiforståelse i en dansk kontekst og kortlægger eksisterende erfaringer med implementering af teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolen.

Rammen for såvel videns- som praksiskortlægningen er **Fælles Mål for teknologiforståelse**, der er udviklet af en rådgivende ekspertskrivegruppe for Undervisningsministeriet¹. Særligt de fire kompetenceområder inden for teknologiforståelse har fungeret som guidelines for forundersøgelsens fokus, fx i udarbejdelsen af søgestrategi for videnskortlægningen.

¹ <https://www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2018/jan/180126-undervisningsministeren-vil-goere-teknologiforstaelse-obligatorisk-i-folkeskolen>

Boks 1-1: Kompetenceområder i Fælles Mål for teknologiforståelse

- **Digital myndiggørelse** omhandler kritisk, refleksiv og konstruktiv undersøgelse og forståelse af digitale artefakters muligheder og konsekvenser.
- **Digital design og digitale designprocesser** omhandler tilrettelæggelse og gennemførelse af en iterativ designproces under hensyntagen til en fremtidig brugskontekst.
- **Computational** tankegang omhandler analyse, modellering og strukturering af data og dataprocesser.
- **Teknologisk handleevne** omhandler mestring af computersystemer, digitale værktøjer og tilhørende sprog samt programmering.

For at sikre en fokuseret og systematisk forundersøgelse er der foretaget afgrænsninger af genstandsfeltet og opstillet kriterier for, hvilken viden der medtages i undersøgelsen. Afgrænsningerne er nærmere beskrevet i afsnit 3.1.1., og vedrører blandt andet, at rent teoretiske udgivelser ikke er medtaget, at fokus er på at kortlægge pædagogiske og didaktiske tilgange til undervisningen i teknologiforståelse, og at der er foretaget geografiske afgrænsninger for medtaget viden. Forundersøgelsen dækker således udelukkende viden, der falder indenfor disse afgrænsninger, hvorfor noget viden vil falde udenfor undersøgelsens fokus.

Nedenfor opsummeres først forundersøgelsens hovedpointer på tværs af videns- og praksiskortlægningen, hvorefter forundersøgelsens resultater perspektiveres til det fremadrettede udviklings- og afprøvningsarbejde i forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning.

For en beskrivelse af metoderne i forundersøgelsen henvises til kapitel 3 og bilag 1.

1.1 Viden om og erfaringer med teknologiforståelse

Forundersøgelsens omdrejningspunkt har indenfor de afgrænsninger for genstandsfeltet, der er beskrevet i afsnit 3.1.1., været at afdække tilgængelig viden om og erfaringer med, hvordan man kan arbejde med teknologiforståelse som ny faglighed i grundskolen.

Overordnet set indikerer forundersøgelsen, at det er en kompleks opgave, og at det kalder på en flerstrengt strategi, som understøtter udvikling og etablering af:

1. Virkningsfuld pædagogik og didaktik
2. Rette undervisningskompetencer
3. Gode organisatoriske rammer.

Samlet set tyder forundersøgelsen således på, at en virkningsfuld implementering af teknologiforståelse i folkeskolens praksis forudsætter et **tæt samspil mellem indhold, kompetencer og rammer.**

For det første kræver det, at det faglige indhold i undervisningen udvikles og modelleres efter virkningsfulde pædagogiske og didaktiske tilgange inden for teknologiforståelse, fx problembaseret og elevcentreret læring, og at der er et bredt udsnit af digitale og analoge redskaber til rådighed, der kan bringes i anvendelse i undervisningen i teknologiforståelse – som fag eller integreret i fagene.

At pædagogisk personale kan udvikle og levere en undervisning i teknologiforståelse, der styrker elevernes teknologiforståelse, kræver for det andet, at det pædagogiske personale bliver klædt fagligt på til opgaven. Det indebærer, at de opbygger undervisningskompete

Figur 1-1: Forundersøgelsens hovedpointer



ner baseret på de virkningsfulde pædagogiske og didaktiske tilgange inden for teknologiforståelse, udvikler et nyt mindset, hvor elevernes kreative problemløsning sker i åbne faciliterede processer uden facit, og får hands-on-erfaring med og kritisk kan tage stilling til de teknologier, der kan anvendes i undervisningen.

For det tredje forudsætter det, at det pædagogiske personale har de rette organisatoriske rammer for at udvikle, udøve og undervise i teknologiforståelse som ny faglighed i praksis. Det indebærer fx tydelig ledelse, muligheder for co-teaching og sparring med ressourcepersoner såsom it-vejledere og de rigtige fysiske rammer, fx i form af adgang til forskellige fysiske og digitale teknologier.

Der er betydelige overlap og gråzoner mellem temaerne i såvel videns- som praksiskortlægningen, der i praksis ofte vil være gensidigt afhængige i forhold til udviklingen og implementeringen af teknologiforståelse som ny faglighed i folkeskolen. Eksempelvis vil de pædagogiske og didaktiske tilgange, der er identificeret i videnskortlægningen, typisk kombineres i ét virkningsfuld forløb i eller med fokus på teknologiforståelse.

1.1.1 Pædagogik og didaktik i teknologiforståelse

Ved hjælp af en tematisk syntesetilgang er der identificeret fire temaer, der går på tværs af studierne i videnskortlægningen, og som pædagogisk og didaktisk beskæftiger sig med teknologiforståelse som selvstændigt fag og som en faglighed integreret i øvrige fag. Hovedpointerne under hvert tema opsummeres i boksene nedenfor.

Problembaseret læring henviser til, at eleverne arbejder med mere eller mindre autentiske og komplekse problemstillinger i undervisningen i teknologiforståelse. Tilrettelæggelse af undervisning med udgangspunkt i virkelighedsnære problemstillinger udgør en pædagogisk tilgang, der bidrager til at motivere eleverne og understøtte elevernes evne til at løse komplekse problemstillinger. I videnskortlægningen identificeres en række pædagogiske greb inden for problembaseret læring, der er virkningsfulde i forhold til at styrke elevernes teknologiforståelse generelt og relaterer sig til alle fire kompetenceområder. Det omfatter, at undervisningen (1) tager udgangspunkt i konkrete problemer eller problemstillinger; (2) understøtter, at eleverne arbejder med kreative og åbne problemstillinger uden et endeligt facit og (3) baseres på autentiske og virkelighedsnære problemstillinger. Samlet set peger videnskortlægningen på, at problembaseret læring herigennem kan styrke elevernes motivation for og læringsudbytte i teknologiforståelse.

Elevcentreret læring er en gennemgående pædagogisk tilgang i de studier, der beskæftiger sig med at styrke elevernes kompetencer inden for teknologiforståelse generelt og di-

gital myndiggørelse samt design og designprocesser specifikt. Begrebet henviser til undervisning karakteriseret ved, at eleverne arbejder med egne projekter og produkter i lærerstøttede processer med en åbenhed for, hvor eleverne bevæger sig hen i opgaveløsningen. Tilgangen er således kendetegnet ved aktiv involvering af eleverne samt høj grad af medbestemmelse på undervisningens indhold, processer og resultater. En virksomhedsfuld undervisning i teknologiforståelse baseret på elevcentreret læring er kendetegnet ved, at (1) eleverne er med til at bestemme, hvilke løsninger og materialer de ønsker at arbejde med i design- eller programmeringsprocesser; (2) undervisningens indhold og tematik tager afsæt i og følger elevernes interesser og (3) at elevernes kreative læreprocesser stilladses og faciliteres af læreren, fx ved at strukturere undervisningen omkring spørgsmål, som eleverne skal forholde sig til i deres eksplorative processer. Samlet set peger videnskortlægningen på, at elevcentreret læring kan styrke elevernes motivation og engagement i undervisningen i teknologiforståelse samt elevernes læringsudbytte.

Design er videnskortlægningens tredje tema og handler om, hvordan undervisningen kan tilrettelægges didaktisk, så eleverne udvikler evnen til at forstå og undersøge problemstillinger, generere ideer og udvikle løsninger under inddragelse af digital teknologi. De virksomme didaktiske greb inden for dette tema har et særligt fokus på at styrke elevernes kompetencer inden for digital myndiggørelse samt digital design og designprocesser og er desuden tæt relateret til problembaseret og elevcentreret læring. I vidensgrundlaget kan der identificeres en række greb i forhold til at tilrettelægge en virksomhedsfuld undervisning i teknologiforståelse, der omfatter, at (1) eleverne arbejder iterativt og eksperimenterende i undervisningen, hvor (2) fejl ses som en naturlig del af læreprocessen og fungerer som positive læringsmuligheder. Det er således afgørende, at svarene ikke er givet på forhånd, men at (3) eleverne åbent og kreativt kan udforske problemer og eksperimenter sig frem til gode løsninger.

Derudover indikerer videnskortlægningen, at det er virksomhedsfuldt, når (4) undervisningen struktureres omkring designprocesmodeller, der kan stilladsere den eksperimenterende tilgang, hvor (5) eleverne samarbejder om problemløsningen i designprocessen. I designprocessen er det desuden vigtigt, at (6) eleverne har et bredt udsnit af analoge og digitale redskaber til rådighed, så elevernes muligheder for fx at designe digitale prototyper ikke begrænses af materialerne til rådighed. Endelig kalder de didaktiske greb inden for design på, at (7) elevernes udbytte evalueres på nye måde, hvor både elevernes processer og produkter indgår i vurderingen.

Programmering handler om, hvordan undervisningen didaktisk kan tilrettelægges, så eleverne motiveres til, får en grundlæggende forståelse for og kan anvende programmering

til at løse konkrete problemstillinger. Det fjerde tema i syntesen indeholder således forskellige didaktiske greb til, hvordan elevernes computationelle tankegang og teknologiske handleevne kan udvikles gennem undervisning i programmering. Der er i vidensgrundlaget bl.a. fokus på elevernes forståelse af digitale teknologiers sprog og principper, samspillet mellem hardware og software samt typiske fejlkilder i programmering. Det omfatter, at (1) eleverne gradvist introduceres til programmering, hvor de først stifter bekendtskab med de grundlæggende begreber, før de arbejder mere kreativt og frit med programmering. Derudover handler det om at sikre, (2) at elevernes dybe forståelse af programmering stilladseres, så det sikres, at eleverne ikke "bare" kan kode, men også med egne ord forklare, hvorfor programmeringen ser ud, som den gør. Derudover indikerer vidensgrundlaget, at det er virkningsfuldt, når (3) fysiske teknologier kobles til programmeringsarbejdet (fx en robot, der reagerer på programmeringen); (4) når der anvendes blokprogrammeringsværktøjer i undervisningen; (5) at undervisningen også baseres på udviklingen af spil og (6) at undervisnings- og samarbejdsformer såsom co-coding og parvis programmering anvendes i undervisningen. Generelt indikerer videnskortlægningen, at de forskellige didaktiske greb inden for programmering kan styrke elevernes viden og færdigheder inden for teknologiforståelse samt motivation og engagement for programmering.

1.1.2 Undervisningskompetencer i teknologiforståelse

Videnskortlægningen indeholder også en række perspektiver på de kompetencer og det mindset, pædagogisk personale skal besidde for at undervise i teknologiforståelse ved hjælp af de pædagogiske og didaktiske tilgange, der ifølge den eksisterende viden om feltet er særligt virkningsfulde. Hovedpointerne opsummeres i nedenstående boks.

Undervisningskompetencer: Videnskortlægningen indikerer, at det pædagogiske personale skal besidde særligt tre kompetencer for at kunne levere en undervisning i teknologiforståelse, der har positiv betydning for elevernes motivation og læringsudbytte. Det pædagogiske personale skal således have (1) en grundlæggende viden om indholdet i fagligheden, der bl.a. indebærer, at det pædagogiske personale selv tilegner sig den viden og de færdigheder, som eleverne forventes at opnå, herunder også kompetencer til at anvende teknologiske artefakter i undervisningen. Derudover skal det pædagogiske personale (2) have viden om, hvordan eleverne tilegner sig kompetencer i teknologiforståelse, og hvordan underviserne kan facilitere, støtte og motivere eleverne i deres læreprocesser ved hjælp af virkningsfulde greb inden for problembaseret og elevcentreret læring, design og programmering. Endelig kalder de virkningsfulde pædagogiske og didaktiske tilgange i undervisningen i teknologiforståelse på et mindset, hvor det pædagogiske personale "slipper kontrollen", får en faciliterende frem for en instruerende rolle og lærer sammen med eleverne.

1.1.3 Organisatoriske rammer for implementering af teknologiforståelse

Forundersøgelsen afdækker endvidere eksisterende praksiserfaringer med at implementere teknologiforståelse i folkeskolen. Samlet set bærer de hidtidige praksiserfaringer vidnesbyrd om, at en række organisatoriske rammer hver for sig og i kombination er væsentlige for implementering af teknologiforståelse i skolen. Der er tale om fire centrale temaer, der erfaringsmæssigt fungerer som rammebetingelser for, at skoleledelse og pædagogisk personale kan lykkes med at indføre teknologiforståelse i folkeskolen. Hovedpointer fra praksiskortlægningen præsenteres i boksene nedenfor.

Systematisk kompetenceudvikling: Erfaringerne fra praksis indikerer, at systematisk kompetenceudvikling er afgørende, hvis det pædagogiske personale i skolen skal motivere og klædes på til at undervise i teknologiforståelse. I relation til kompetenceudvikling betoner kortlægningen flere tilgange som perspektivrige, herunder særligt (1) vekselvirkning mellem teori og praksis via aktionslæring, (2) co-teaching og sidemandsoplæring og (3) kompetenceudvikling kombineret med udvikling af undervisningsforløb og -materialer.

Organisering på skolen: Praksiskortlægningen tyder endvidere på, at en række organisatoriske forhold kan bidrage til at understøtte det pædagogiske personales tilrettelæggelse og gennemførelse af undervisning i teknologiforståelse. I den sammenhæng peger vidensgrundlaget på gode erfaringer med (1) at bruge skolens ressourcepersoner som fx it-vejledere til at supportere og vejlede skolens pædagogiske personale i at implementere teknologiforståelse i undervisningen, og (2) at det pædagogiske personale udvikler, evaluerer og justerer undervisningen i teknologiforståelse i professionelle læringsfællesskaber, hvori også ledelse og ressourcepersoner indgår.

Ledelse: Det er velkendt i forskningen, at ledelsesmæssig opbakning er afgørende for professionel skoleudvikling. Det gælder også i relation til implementering af teknologiforståelse som nyt fag og faglighed i folkeskolen. Således vidner de hidtidige praksiserfaringer om, at ledelsen via tydelig kommunikation og forventningsafstemning skal gå forrest i arbejdet med at udbrede en fælles forståelse for samspillet mellem teknologi og samfund og for formålet med at integrere teknologiforståelse som en del af folkeskolen. På samme måde er det vigtigt, at ledelsen understøtter den organisering, som blev præsenteret i ovenstående boks, så der eksempelvis er rammer til, at det pædagogiske personale kan sparre med ressourcepersoner i tilrettelæggelsen af undervisningen. Ligeledes må ledelsen gå foran i arbejdet med at opbygge en læringskultur baseret på eksperimenter og

elevinddragende tilgange, hvor lærerrollen bliver mere faciliterende end instruerende, og hvor der er plads til at fejle.

Fysiske rammer: Endelig indikerer erfaringer fra praksis, at de rette fysiske rammer kan være befordrende for implementering af teknologiforståelse. Det omfatter bl.a. adgang for det pædagogiske personale til forskellige analoge og digitale redskaber og teknologier i undervisningen. Samtidig indebærer det, at det pædagogiske personale kan få hjælp, når der opstår udfordringer med teknologierne i undervisningen.

1.2 Perspektivering

Forundersøgelsen repræsenterer et første spadestik ned i det videns- og erfaringsgrundlag, som det samlede forsøgsprogram kan trække på i udviklingen og implementeringen af teknologiforståelse som et nyt fag og en ny faglighed i folkeskolens obligatoriske undervisning.

Imidlertid belyser forundersøgelsen ikke alle de perspektiver, indholdsmæssige spørgsmål og faldgruber, der potentielt kan spille en rolle, når fagrækken i folkeskolen udvikles og justeres. Der er tale om en pionerindsats, hvor Undervisningsministeriet, de 46 deltagende skoler og konsortiet sammen skal træde nye veje for at bidrage til udviklingen af en ny faglighed, der skal ruste eleverne med kompetencer og almindelse til fremtidens digitale samfund. Derfor udestår der stadig et stort oversættelses- og udviklingsarbejde, hvor det eksisterende videns- og erfaringsgrundlag kontinuerligt udbygges med ny viden og nye erfaringer, der genereres i projektet og bruges som springbræt til at skærpe, uddybe og udvikle teknologiforståelse som fag og faglighed.

Med afsæt i forundersøgelsen kan der peges på en række særlige opmærksomhedspunkter og pejlemærker for det fremadrettede udviklings- og afprøvningsarbejde:

- **Fra enkeltstående faglige aktiviteter til en ny faglighed:** Forundersøgelsens erfarings- og vidensgrundlag belyser hovedsageligt enkeltstående faglige aktiviteter, hvor kun delelementer i det faglige indhold i teknologiforståelse er i fokus. Det betyder, at der i forbindelse med indførelsen af teknologiforståelse i en dansk kontekst fortsat er behov for at udvikle en sammenhængende faglighed og tilhørende undervisningsforløb og -materialer, der dækker alle kompetenceområder samt videns- og færdighedsmål i Fælles Mål for teknologiforståelse. I det udviklingsarbejde kan der med fordel indgå overvejelser om, hvordan fagligheden udmøntes i praksis på en måde, der dels sikrer progressionen på tværs af klassetrin og inden for fagene, dels har potentiale til at motivere og dygtiggøre forskellige elever, uanset køn, interesse for teknologi, skoletræthed mv.

- **Fra tekniske færdigheder til almindannelse:** Det er ambitionen, at teknologiforståelse skal være almindannende, kreativt og skabende som fag og faglighed. Imidlertid har store dele af forundersøgelsens videns- og erfaringsgrundlag fokus på tekniske og designmæssige færdigheder og behandler højst dannesperspektivet implicit eller indirekte. Der er fx meget få studier, der direkte har fokus på digital myndiggørelse, og når det er i fokus, er der ofte tale om antagelser om, at et bestemt forløb potentielt skaber sidegevinster i form af øget almindannelse og/eller digital myndiggørelse for eleverne, der ikke nødvendigvis belyses eller dokumenteres. I det fremadrettede udviklingsarbejde vil der således være behov for mere eksplicit at undersøge, hvordan teknologiforståelse som fag og faglighed tilrettelægges, så elevernes digital myndiggørelse og almindannelse styrkes mest muligt.
- **Fra fokus på teknologier til fokus på didaktikker:** Flere af de undervisningsforløb og -materialer, der på nuværende tidspunkt er afprøvet i en dansk kontekst, er knyttet op på bestemte teknologier, fx LEGO Mindstorm, Scratch eller Micro:bit. Af denne grund er der forventeligt også informanter i praksiskortlægningen, som peger på, at stærke tekniske kompetencer blandt det pædagogiske personale er en afgørende forudsætning for, at lærere kan undervise i teknologiforståelse. Imidlertid indikerer videnskortlægningen samlet set, at det i højere grad forudsætter opbygningen af en stærk pædagogisk og didaktisk praksis inden for teknologiforståelse, der kan bringes i anvendelse uanset underviserens tekniske færdigheder. Denne diskrepans mellem videns- og praksiskortlægningen kan udspringe af, at det nuværende erfaringsgrundlag kun omhandler delelementer i det, der nu defineres som teknologiforståelse i en dansk kontekst. Derfor er det et væsentligt opmærksomhedspunkt, om og hvordan eksisterende erfaringer kan anvendes i forsøg med teknologiforståelse som *ny* faglighed, der bl.a. fordrer en bredere kompetenceprofil end teknisk kunnen.

2. Indledning

I denne rapport præsenteres resultaterne af en forundersøgelse, der er gennemført som led i det samlede forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning. Forundersøgelsen er gennemført af Københavns Professionshøjskole, VIA University College, Professionshøjskolen UCN, Læremiddel.dk (professionshøjskolerne Absalon, UCL og UC Syd) samt Rambøll Management Consulting på opdrag fra Styrelsen for Undervisning og Kvalitet.

Det samlede forsøgsprogram skal afprøve teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolen og give erfaringer med, hvordan danske elever lærer at forholde sig kritisk til teknologi og klædes på til at være medskabere af fremtidens digitale samfund². Da teknologiforståelse er nyt i en dansk kontekst, skal forsøgsprogrammet indhente, udvikle og skabe praksis og viden, der kan danne grundlag for en kvalificeret stillingtagen til, om og hvordan teknologiforståelse som fag og faglighed fremadrettet kan implementeres i folkeskolens obligatoriske undervisning.

Fælles Mål for – og dermed det faglige indhold i – teknologiforståelse som nyt fag og ny faglighed i folkeskolen er defineret og udarbejdet af en nedsat ekspertskrivegruppe. Målene er udviklet specifikt til en dansk kontekst, og der er i den forbindelse lagt vægt på, at faget skal være **almen dannende, kreativt og skabende**. Faget er opdelt i fire ligebyrdige kompetenceområder, der beriger hinanden og er hinandens forudsætninger (jf. læseplanen³). Forundersøgelsen tager afsæt i disse kompetenceområder og kortlægger således viden om og erfaringer med undervisning, som har til hensigt at styrke elevernes færdigheder inden for et eller flere af disse kompetenceområder. Kompetenceområderne fremgår af nedenstående boks.

Boks 2-1: Kompetenceområder i Fælles Mål for teknologiforståelse

- **Digital myndiggørelse** omhandler kritisk, reflektiv og konstruktiv undersøgelse og forståelse af digitale artefakters muligheder og konsekvenser.
- **Digital design og digitale designprocesser** omhandler tilrettelæggelse og gennemførelse af en iterativ designproces under hensyntagen til en fremtidig brugskontekst.
- **Computational tankegang** omhandler analyse, modellering og strukturering af data og dataprocesser.
- **Teknologisk handleevne** omhandler mestring af computersystemer, digitale værktøjer og tilhørende sprog samt programmering.

² <https://www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2018/aug/180821-leverandoer-til-forsog-med-teknologiforstaelse-i-folkeskolen-er-fundet>

³ <https://www.emu.dk/sites/default/files/7534%20STIL%20L%C3%A6seplan.PDF>

Forundersøgelsen består af to kortlægninger:

1. En **videnskortlægning**, der identificerer den mest relevante nationale og internationale viden om de pædagogiske og didaktiske tilgange, der har betydning for udviklingen af grundskoleelevers kompetencer i teknologiforståelse, og hvilke kompetencer det kræver af det pædagogiske personale at anvende disse tilgange.
2. En **praksiskortlægning**, der identificerer eksisterende undervisningsforløb og undervisningsmaterialer med relevans for teknologiforståelse i en dansk kontekst og kortlægger erfaringer med disse forløb og materialer samt erfaringer med implementering af teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolen.

Formålet med den samlede forundersøgelse er at tilvejebringe et systematisk videns- og erfaringsgrundlag for de deltagende skoler og konsortiets videre arbejde med at udvikle de undervisningsforløb og -materialer, der afprøves i forsøgsprogrammet, og for konsortiets videre arbejde med at tilrettelægge kompetenceudvikling og understøtte skolernes afprøvning og kapacitetsopbygning.

Videnskortlægningen skal danne grundlag for at kunne træffe begrundede og kvalificerede valg mellem eksisterende undervisningsforløb og -materialer og som vidensgrundlag for udvikling af nye undervisningsforløb og -materialer af højest mulig kvalitet.

Praksiskortlægningen skal for det første anvendes til at identificere undervisningsforløb og -materialer, som kan videreudvikles i forbindelse med forsøget, og til at identificere områder, hvor der er behov for udvikling af helt nye undervisningsforløb og -materialer. For det andet skal praksiskortlægningen give pejlemærker på, hvordan kompetenceudvikling, implementeringsunderstøttelse og kapacitetsopbygning hensigtsmæssigt designes og afprøves i forbindelse med forsøget. I nærværende rapport anvendes praksiskortlægningen alene til eksemplificering af fundene fra videnskortlægningen og til belysning af erfaringer med implementering af teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolen. Den samlede oversigt over de undervisningsforløb og -materialer, der er identificeret, fremgår af bilag 3.

Forundersøgelsen er udarbejdet i tæt samarbejde med en ekspertgruppe bestående af eksperter og praktikere med viden om og erfaring med undervisning i teknologiforståelse. Ekspertgruppen består af:

- Mikala Hansbøl. Docent, ph.d. ved Institut for Læreruddannelse ved Det lærerfaglige Fakultet på Københavns Professionshøjskole.
- Mikkel Hjorth. Lektor, ph.d.-studerende ved Læreruddannelsen på VIA University College.

- Rene Boyer Christiansen. Docent, ph.d. ved Læremiddel.dk – Nationalt Videnscenter for Læremidler.
- Marie Falkesgaard Slot. Lektor, ph.d. ved Læremiddel.dk – Nationalt Videnscenter for Læremidler.
- John Klesner. Formand for It-vejlederne.

Ekspertgruppen har bidraget med kvalificering af søgeprotokol, identificering af referencer og undervisningsmaterialer, kvalificering af referenceliste og materialeoversigt, analyse af vidensgrundlaget, produktion af centrale afsnit i rapporten samt kommentering af den endelige rapport.

Foruden ekspertgruppen har to eksterne reviewere været tilknyttet forundersøgelsen. Ann-Therese Arstop, forsker, ph.d. ved Uddannelsesdirektoratet, Afdeling for Videreuddanning og Læreruddanning, har bidraget til kvalificering af referencelisten og review af rapporten. Ole Caprani, lektor ved Institut for Datalogi på Aarhus Universitet, har bidraget med kvalitetssikring af de dele af rapporten, som omhandler didaktiske tilgange til at undervise i programmering. Som det vil blive udfoldet senere, har der i studierne i denne forundersøgelse været et særligt fokus på, hvordan programmering kan udgøre et værktøj, der kan bidrage til både at fremme elevernes evner til at løse problemstillinger men også til at tænke computationelt. Denne vægtning i litteraturen afspejles i det separate afsnit om programmering.

I det følgende kapitel beskrives det nærmere, hvordan forundersøgelsen er gennemført, og hvilket videns- og erfaringsgrundlag nærværende rapport står på.

3. Om forundersøgelsen

I dette kapitel beskrives det, hvordan de to kortlægninger i forundersøgelsen er tilrettelagt, og hvad det betyder for det videns- og erfaringsgrundlag, som rapporten er baseret på. En detaljeret beskrivelse af den metodiske tilgang til de to kortlægninger findes i bilag 1. I afsnit 3.5. præsenteres en samlet struktur og læsevejledning for rapporten.

3.1 Videnskortlægning

3.1.1 Tilrettelæggelse af videnskortlægning

Nedenstående undersøgelsesspørgsmål har været omdrejningspunkt for litteratursøgning, screening, analyse og syntese.

Boks 3-1: Videnskortlægningens undersøgelsesspørgsmål

Hvilke pædagogiske og didaktiske tilgange har betydning for grundskoleelevers kompetencer inden for de fire kompetenceområder, og hvilke kompetencer kræver det af pædagogisk personale for virkningsfuldt at kunne anvende disse tilgange?

Videnskortlægningen er tilrettelagt som en målrettet håndholdt søgning, der trækker på systematikken fra en Rapid Evidence Assessment. Strategien er tostrengt og indebærer en målrettet og systematisk håndholdt søgning i udvalgte databaser og afsøgning af referencers referencer via eksisterende forskningsviden (en udførlig beskrivelse af den metodiske tilgang findes i bilag 1). Denne tilgang er valgt af to årsager.

For det første er der tale om et nyt og fortsat ikke veletableret forskningsfelt. Genstandsfeltet er kun i begrænset omfang belyst forskningsmæssigt, hvorfor der forventeligt stadig findes begrænset handlingsrettet og empiriskbaseret viden i den forskning, der findes i forskningsdatabaser (i modsætning til eksempelvis teoretisk forskning). På den baggrund vurderes det, at der er behov for også at inkludere gråzonelitteratur (fx internationale evalueringer og udviklingsprojekter), som formodes at indeholde mere praksisrettet viden, der i højere grad kan anvendes ind i udviklingsarbejdet. Denne type viden findes typisk i nationale og internationale databaser med publikationer fra uddannelsesområdet.

For det andet er der tale om et relativt nyt pædagogisk-didaktisk felt i international sammenhæng. Det betyder, at fagligheden kun er begrebsliggjort i et begrænset omfang, og at terminologien ændrer sig løbende. Det gælder både brugen af begreber og indholdet i begreberne, der kontinuerligt udvides og afgrænses, i takt med at teknologiforståelse som pædagogisk-didaktisk felt udvikler sig. Endvidere er forståelsen af teknologiforståelse, som anvendes i indeværende kortlægning, nyudviklet og -fortolket, og den udgør derfor også en særlig

dansk konstruktion. Udvikling af Fælles Mål for teknologiforståelse trækker naturligt på eksisterende litteratur og begreber, men målene og kompetenceområderne er oversat til en dansk folkeskolekontekst, hvor der lægges vægt på, at faget skal være almen dannende, kreativt og skabende. Dette kommer fx til udtryk ved, at der er tilføjet en dimension omkring digital myndiggørelse, som sjældent italesættes direkte i den internationale og nationale forskning på området.

Ovenstående betyder, at det er udfordrende at lave gode målrettede søgestrengte til brug for en systematisk litteratursøgning. Det skyldes, dels at begreber ændres og derfor ikke nødvendigvis dækker over det samme over tid, dels at der introduceres begreber med den danske version af teknologiforståelse, som ikke nødvendigvis optræder eksplicit i den eksisterende forskning – om end der kan være overlap med historiske begreber.

Med en målrettet håndholdt søgning imødekommes denne udfordring i videst mulige omfang. I lighed med en Rapid Evidence Assessment indebærer tilgangen, at der udvikles eksplicite søgetermer og søgestrengte samt klare kriterier for inklusion og eksklusion af konkrete studier. Søgetermer og -strengte er udviklet med udgangspunkt i beskrivelsen af kompetenceområderne samt de dertilhørende videns- og færdighedsmål. Derudover har vi indledningsvist søgt bredt på de mest overordnede søgetermer, som fx 'teknologi' og 'digital'. Det betyder, at alle studier i de afsøgte databaser, der indeholder ordene 'teknologi' og 'digital', fremkommer i søgningerne, så vi bredt afdækker den eksisterende viden og identificerer alle studier, der tilnærmelsesvist er relevante. Efterfølgende er der gennemført supplerende søgninger med specifikke søgetermer relateret til de fire kompetenceområder og tilhørende videns- og færdighedsmål for at sikre, at alle relevante studier identificeres. I screeningen er der foretaget en analytisk vurdering af, hvorvidt studiets genstandsfelt falder inden for de fire kompetenceområder.

I forhold til afgrænsningen af kortlægningens genstandsfelt er fire forhold særligt relevante:

- Videnskortlægningen kortlægger studier, der **under inddragelse af empiri** undersøger betydningen af tiltag, strategier, metoder, programmer og indsatser på udviklingen af elevers kompetencer i teknologiforståelse og inden for de fire kompetenceområder. Det betyder, at rent teoretiske udgivelser fx ikke er medtaget, fordi vi ikke på baggrund af teoretisk forskning kan udlede viden om, hvad der virker i forhold til at styrke elevers teknologiforståelse, og det derfor ikke kan anvendes til på et kvalificeret grundlag at udvikle virkningsfulde undervisningsforløb og -materialer til folkeskolen. Det betyder dog ikke, at teoretisk pædagogisk forskning i teknologiforståelse ikke kan være relevante i andre sammenhænge, fx til at yderligere at skærpe begrebsanvendelse.
- Litteratursøgningen har fortrinsvist haft fokus på at kortlægge **pædagogiske og didaktiske tilgange** til undervisningen i teknologiforståelse, mens det pædagogiske personales kompetencer har været et sekundært fokusområde. Det indebærer konkret, at afsnit 4.3

om det pædagogiske personales kompetencer udelukkende baseres på indsigter fra studier, som også undersøger virkninger af bestemte pædagogiske og didaktiske tilgange til undervisningen i teknologiforståelse på elevniveau. Det skyldes, at vi er interesseret i viden om, hvilke kompetencer det pædagogiske personale skal have for at kunne undervise eleverne med netop de metoder og tilgange, som er virkningsfulde i forhold til at øge elevernes viden og færdigheder i teknologiforståelse.

- Der er kun medtaget studier, som har fokus på **teknologiforståelse**. Det betyder, at studier, som beskæftiger sig med fx kritisk tænkning (jf. kompetenceområde 1) eller designprocesser (jf. kompetenceområde 2), *uden* at det knyttes til teknologi, ikke er medtaget. Dette skyldes et ønske om at sikre overførbare til fagligheden i teknologiforståelse
- Med henblik på at sikre overførbare af de identificerede studier er videnskortlægningen afgrænset til at inkludere nationale og internationale studier i de nordiske lande, Estland, Holland samt angelsaksiske lande, der er udgivet i 2008 eller senere. Afgrænsningen er baseret på en vurdering af, at skolesystemerne og dermed arbejdet med teknologiforståelse i de lande er relativt sammenlignelige med en dansk skolekontekst, hvorfor det forventes, at behovet for at oversætte erfaringerne til en dansk kontekst er mindre og **overførbare** dermed større.

3.1.2 Karakteristik af vidensgrundlaget

Overordnet set vurderes det, at genstandsfeltet i nærværende videnskortlægning er relativt nyt, idet forskningsfeltet endnu ikke er veletableret. Der er et forholdsvist begrænset antal studier, som empirisk undersøger virkningen af forskellige pædagogiske og didaktiske tilgange på elevernes tilegnelse af kompetencer inden for teknologiforståelse, og studierne er af varierende metodisk kvalitet.

I dette afsnit præsenteres vidensgrundlaget, herunder hvordan studierne afdækker de fire kompetenceområder, som er kortlægningens genstandsfelt, studierne evidens og udsagnskraft samt den geografiske spredning af studierne og vurdering af de internationale studiers overførbare til dansk kontekst. Afslutningsvist peges der på fortsatte vidensbehov inden for kortlægningens genstandsfelt og afgrænsning.

Studiernes genstandsfelt

Som beskrevet ovenfor har nærværende kortlægning til formål at identificere viden om undervisning, som har til hensigt at styrke elevernes viden og færdigheder inden for de fire kompetenceområder. Da der er tale om en ny faglighed udviklet specifikt til en dansk kontekst, kan den eksisterende viden ikke antages at berøre den samlede faglighed, men alene dele af den. Som nævnt ovenfor må det videre forventes, at der anvendes forskellige begreber til at beskrive de samme kompetencer og færdigheder over tid og på tværs af kontekster. I screeningen af studierne er der derfor foretaget en analytisk vurdering af, hvorvidt studiets genstandsfelt falder inden for et eller flere af de fire **kompetenceområder**.

Der er stor forskel på, hvor mange studier der er identificeret inden for de fire forskellige kompetenceområder. Studiernes fordeling inden for de fire kompetenceområder fremgår af tabellen nedenfor. Et studie kan relatere sig til flere kompetenceområder, hvorfor det samlede antal studier i tabellen summerer til mere end de i alt 44 inkluderede studier.

Tabel 3-1: Fordeling af studier inden for de fire kompetenceområder

Kompetenceområde	Digital myndiggørelse	Digital design og designprocesser	Computational tankegang	Teknologisk handleevne
Antal studier	7	22	21	24

Der er i indeværende videnskortlægning identificeret en større gruppe studier, som relaterer sig til kompetencer inden for kompetenceområdet digital design og designprocesser, computational tankegang og teknologisk handleevne. Omvendt finder vi kun få studier, som empirisk undersøger og direkte beskæftiger sig med undervisningsformer, der har til hensigt at styrke elevernes kompetencer i relation til digital myndiggørelse.

I den forbindelse er det dog værd at bemærke, at undervisning rettet mod elevernes kompetencer inden for de tre øvrige kompetenceområder *kan* have en afledt effekt på viden og færdigheder knyttet til digital myndiggørelse. Eksempelvis kan undervisning, som relaterer sig til at fremme elevernes forståelse for, hvad en algoritme er, og hvordan den kan anvendes, også bidrage til, at eleverne efterfølgende reflekterer over, hvordan deres onlineaktiviteter på et medie om Facebook registreres og indgår i en algoritme, som påvirker, hvordan deres nyhedsfeed konkret sammensættes. I ovenstående kategorisering er studierne dog placeret på baggrund af det genstandsfelt, de undersøger empirisk.

Derudover skal det nævnes, at de studier, der falder inden for ét kompetenceområde, varierer med hensyn til, hvilket specifikt fokus de har, herunder hvilke viden- og færdighedsmål de knytter sig særligt til. Der er derfor delelementer af kompetenceområderne, som belyses i højere grad end andre i syntesen. Af nedenstående tabel fremgår det, hvilke videns- og færdighedsmål der berøres i syntesen.

Tabel 3-2: Videns- og færdighedsmål, der berøres i syntesen

	Behandles i syntese	Behandles ikke i syntese
Digital myndiggørelse	<ul style="list-style-type: none"> • Teknologianalyse • Formålsanalyse • Konsekvensvurdering • Redesign 	<ul style="list-style-type: none"> • Brugsstudier
Digital design og designprocesser	<ul style="list-style-type: none"> • Rammesættelse • Idégenerering • Konstruktion • Argumentation og introspektion 	
Computational tankegang	<ul style="list-style-type: none"> • Algoritmer 	

Teknologisk handleevne	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturering • Data • Modellering 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Computersystemer • Programmering 	<ul style="list-style-type: none"> • Netværk • Sikkerhed

Koblingen mellem studiernes genstandsfelt og videns- og færdighedsmålene er fremkommet analytisk. Det uddybes desuden i kapitel 5, hvordan de pædagogiske og didaktiske tilgange, der er beskrevet på tværs af litteraturen, kobler sig til de fire kompetenceområder og de dertilhørende videns- og færdighedsmål.

Foruden forskelligt fokus på kompetencer og færdigheder hos eleverne, adskiller studierne sig med hensyn til, om de beskæftiger sig med:

1. Forløb og aktiviteter inden for et **selvstændigt fag** i grundskolen målrettet et eller flere af kompetenceområderne i teknologiforståelse (fx computer science)
2. Forløb og aktiviteter **integreret i de øvrige fag** i grundskolen
3. Selvstændige forløb og aktiviteter, som **ikke er knyttet til et specifikt fag** i grundskolen.

Enkelte studier (typisk reviews) er ikke mulige at placere entydigt inden for disse tre kategorier, fordi de behandler flere forskellige konstellationer. Nedenstående tabel viser, hvordan studierne fordeler sig inden for disse kategorier.

Tabel 3-3: Fordeling af studier på fag

	Selvstændigt fag	Integreret i øvrige fag			Ikke knyttet til specifikt fag	
		Matematik	Naturfag/ biologi	Samfunds- fag		Praktiske/ musiske fag
Antal studier	10	6	8	1	3	28

Note: Studierne kan behandle flere af felterne, hvorfor det samlede antal ikke summerer til 44 studier.

Som det fremgår af tabellen, vedrører langt størstedelen af studierne selvstændige forløb og aktiviteter. Få studier beskæftiger sig med et selvstændigt fag eller behandler teknologiforståelse integreret i de øvrige fag omfattet af forsøgsprogrammet (dansk, matematik, naturfag/biologi, samfunds-fag samt billedkunst/håndværk og design. Blandt sidstnævnte er der en overvægt af studier, som vedrører de naturvidenskabelige fag. Derudover er det en væsentlig pointe, at stort set alle studier – uanset om de falder i den ene eller anden kategori – fokuserer på enkeltstående forløb og aktiviteter, og ikke et samlet fag eller forløb, der har til formål at udvikle en samlet faglighed hos eleverne. Det betyder tilsammen, at den viden, der er tilvejebragt i videnskortlægningen, i begrænset omfang er direkte overførbart til det videre udviklingsarbejde. Der vil være behov for dels at oversætte viden om og erfaringer med pædagogiske og didaktiske tilgange til de øvrige fag omfattet af forsøgsprogrammet, dels at kombinere flere forskellige pædagogiske og didaktiske tilgange i udviklingen af et samlet fag eller en samlet faglighed.

Endelig adskiller studierne sig i forhold til, hvilke **klassetrin** der er i fokus i det enkelte studie. Nedenstående tabel viser, at de fleste studier vedrører mellemtrinnet. En forklaring kan ifølge praksiskortlægningen være, at mange af de undervisningsforløb- og materialer, der er udviklet på nuværende tidspunkt, er særligt anvendelige blandt elever på mellemtrinnet. I det videre arbejde med at udvikle undervisningsforløb og -materialer til både indskoling, udskoling og mellemtrin vil der således også være behov for at arbejde videre med progressionselementet i faget og fagligheden og i den forbindelse at omsætte viden om en aldersgruppe til en anden.

Tabel 3-4: Fordeling af studier på klassetrin

	Indskoling	Mellemtrin	Udskoling	På tværs af grundskolen
Antal studier	1	16	2	25

Studiernes evidensvægt og udsagnskraft

Alle studier er blevet kodet efter deres metodiske kvalitet, metodiske relevans og emnemæssig relevans og er på den baggrund blevet tildelt en samlet evidensvægt (se også bilag 1 for en udførlig beskrivelse af de tre parametre). Da der ikke er tale om et veletableret forskningsfelt, er den metodiske og emnemæssige relevans vægtet lige så højt som metodisk kvalitet i tildelingen af evidensvægt. Det sker for at sikre, at studier med høj relevans for undersøgelsessspørgsmålet inkluderes i syntesen, til trods for at de er baseret på mindre systematiske undersøgelsesdesigns. Kun studier med medium eller høj evidensvægt er medtaget i nærværende syntese. Ud af de 44 inkluderede studier, er der 17 studier med høj evidensvægt og 27 studier med medium evidensvægt.

Generelt er det kendetegnende for kortlægningens samlede vidensgrundlag, at de inkluderede studier, kun i begrænset omfang, anvender undersøgelsesdesign, der placerer sig højest i evidenshierarkiet (fx randomiserede kontrollerede designs og kvasi-eksperimentelle designs) og dermed kan *dokumentere* effekter af indsatser. Hovedparten af studierne anvender kvalitative undersøgelsesdesign og/eller deskriptive kvantitative designs, der alene kan *sandsynliggøre*, at en given indsats bidrager til at styrke elevernes kompetencer i teknologiforståelse.

Når størstedelen af studierne har fået tildelt en medium evidensvægt, skyldes det, at studierne ofte er emnemæssigt relevante for undersøgelsessspørgsmålet, men at studierne i begrænset omfang lever op til de videnskabelige krav til de undersøgelsesdesign, der anvendes i studierne, at konklusionerne drages på baggrund af en meget begrænset respondentgruppe eller under inddragelse af få interviews, og/eller at der ikke præsenteres et reelt undersøgelsesdesign, inkl. metodiske overvejelser om resultaternes generaliserbarhed. Det er fx tilfældet i mange erfaringsopsamlinger.

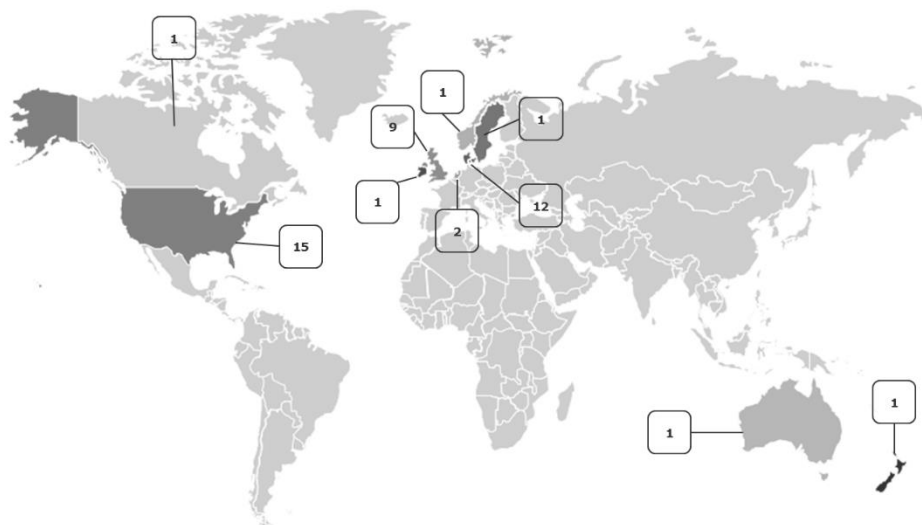
Nogle studier anvender desuden før- og eftermålinger til at dokumentere elevernes udbytte af et forløb, men det sker ofte med tests, som er udviklet specifikt til konkrete forløb og ikke til at måle elevernes generelle teknologiforståelse. Det skaber en positiv bias i resultaterne, fordi testene måler elevudbyttet umiddelbart efter et specifikt undervisningsforløb og kun på de få og specifikke dimensioner, som undervisningen har haft fokus på. De positive resultater kan således ikke generaliseres til, at undervisningen har bidraget til at styrke elevernes generelle kompetencer inden for teknologiforståelse.

Samlet set betyder ovenstående, at videnskortlægningen hviler på et mindre sikkert og solidt vidensgrundlag, og at det alene er muligt at udlede *indikationer på resultater* på baggrund af de inkluderende studier.

Geografisk spredning og vurdering af overførbare

Hovedparten af studierne inkluderet i videnskortlægningen er fra Danmark, Storbritannien eller USA, mens enkelte studier er fra Norge, Sverige, Holland, Irland, New Zealand og Australien. Den geografiske fordeling af studierne fremgår af figuren nedenfor.

Figur 3-1: Fordelingen af studier geografisk



En stor del af den indhentede viden er international, hvorfor erfaringerne er opsamlet i andre skolekontekster end den danske. Derfor er graden af **overførbare** afgørende. Dette handler om, hvor sensitive erfaringerne er over for den kontekst, de er opsamlet i, samt om og hvordan det er muligt at anvende viden indsamlet i en international uddannelseskontekst i den danske folkeskole.

Et vigtigt opmærksomhedspunkt er i den forbindelse, at størstedelen af de inkluderende studier kun undersøger delelementer af det, vi en dansk kontekst forstår ved teknologiforståelse.

Det kan fx være computervidenskab, herunder programmering, som har været i fokus i Storbritannien, hvor computing er indført som obligatorisk element i grundskolen. Samtidig har den indsamlede viden primært fokus på enkeltstående faglige aktiviteter, som fx konkrete undervisningsforløb og -materialer, der typisk knyttes til anvendelsen af bestemte teknologier i undervisningen. Der er sjældent tale om, at studierne omhandler en sammenhængende faglighed, der kan relateres til alle kompetenceområder samt videns- og færdighedsmål i Fælles Mål i teknologiforståelse. Det betyder, at der i forbindelse med udvikling af teknologiforståelse som fag og faglighed i en dansk kontekst samt konkrete undervisningsforløb og -materialer vil være behov for at se på tværs af de inkluderede studier og kombinere virkningsfulde pædagogiske og didaktiske tilgange og evt. supplere med yderligere fagligt indhold for at imødekomme alle kompetenceområder i Fælles Mål for teknologiforståelse.

Fortsatte vidensbehov inden for kortlægningens genstandsfelt og afgrænsning

Da forskningsfeltet er relativt nyt og kun i begrænset omfang veldokumenteret, er der inden for kortlægningens genstandsfelt og afgrænsning fortsat en række vidensbehov, der er relevante at afdække for at understøtte den videre udviklingen og implementering af teknologiforståelse som fag og faglighed i en dansk kontekst.

Som beskrevet i afsnit 2.1 er der på baggrund af søgningerne identificeret få empiriske⁴ studier, som eksplicit beskæftiger sig med kompetenceområdet **digital myndiggørelse** og de dertilhørende kompetencer. Indsigterne fra praksiskortlægningen peger ligeledes på, at dette ofte ikke er det primære fokus i undervisningen men nærmere et afledt resultat, som relaterer sig til et eller flere af de øvrige kompetenceområder. Der er således behov for mere viden om, hvordan tilrettelæggelse af undervisning i teknologiforståelse bedst understøtter netop dette kompetenceområde.

Dernæst kan der identificeres et vidensbehov, der relaterer sig til **elevernes progression** på tværs af alderstrin. Inden for videnskortlægningens afgrænsning finder vi begrænset empirisk viden om, hvordan undervisningen i teknologiforståelse tilrettelægges og tilpasses forskellige aldersgrupper. Praksiskortlægningen peger imidlertid på, at dette er en relevant overvejelse at have in mente, når forskellige teknologier inddrages i undervisningen. Eksempelvis beskrives det, hvordan blokprogrammeringsprogrammer er velegnede som begynderprogram og til yngre elever, hvorimod eleverne i udskolingen ofte motiveres af, at de undervises i mere avancerede programmer, fx programmer, som professionelle programmører også anvender. Fremtidige undersøgelser og forskning kan med fordel have et mere systematisk fokus på progression i teknologiforståelse, hvad angår tilrettelæggelse af undervisning på tværs af klassetrin.

⁴ Der findes en række rent teoretiske studier og publikationer, som omhandler delelementer af dette kompetenceområde (fx technological literacy og digital dannelse, men disse er ikke omfattet af nærværende videnskortlægning.

For det tredje er det i den inkluderede forskning underbelyst, hvordan undervisningen kan tilrettelægges og differentieres, så **motivation for teknologiforståelse hos forskellige elevtyper** styrkes mest muligt. Det kan eksempelvis være forskelle i relation til køn, interesse for teknologi, skoletræthed mv. Interviewene fra praksiskortlægningen på, at det er vigtigt at være opmærksom på, hvordan forskellige elever motiveres, når undervisningen i teknologiforståelse planlægges og gennemføres. En interviewperson beskriver blandt andet, hvordan kvindelige rollemønstre kan bidrage til at ændre pigers syn på programmering og teknologi som en "drengeting". Samtidig beskriver en lærer, at pigerne typisk motiveres af andre typer problemstillinger end drengene, når de fx skal programmere spil. Fremtidige undersøgelser og forskning kan således med fordel undersøge, hvorvidt og hvordan forskellige tilgange til undervisningen i teknologiforståelse motiverer hhv. drenge og piger.

Endelig er det stadig underbelyst i den viden, der falder inden for kortlægningens afgrænsning, hvordan undervisning i teknologiforståelse kan **inkorporeres i de eksisterende fag**. Størstedelen af de inkluderede studier omhandler undervisning i teknologi som selvstændigt fag eller forløb, hvorimod studier, der behandler integration af teknologi i fag som dansk, matematik og samfundsfag, stort set er fraværende. Fremadrettet er der således behov for mere viden om, hvordan undervisning i teknologiforståelse kan indgå som en integreret del i forskellige eksisterende fag.

3.2 Praksiskortlægning

3.2.1 Tilrettelæggelse af praksiskortlægning

Praksiskortlægningen har haft til formål af afdække erfaringer med konkrete undervisningsmaterialer og undervisningsforløb samt erfaringer med implementering af teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolen. Som udgangspunkt har kortlægningen fokuseret på danske projekter for at sikre en høj relevans for og overførbare til en dansk kontekst. Praksiskortlægningen er udført i tre trin, som beskrives kort herunder. En detaljeret metodebeskrivelse findes i bilag 1.

I praksiskortlægningens **første fase** har den interne ekspertgruppe peget på relevante nationale projekter og programmer, kommunale projekter, skoler med særlig erfaring inden for teknologiforståelse samt konkrete undervisningsmaterialer. I **anden fase** er der foretaget en håndholdt søgning efter konkrete materialer om danske og udenlandske erfaringer med teknologiforståelse i grundskolen, herunder bl.a. evalueringer af de identificerede projekter. Dette er efterfølgende suppleret med materialer fra projekter og initiativer, som interviewpersonerne har peget på. I **tredje fase** er der udvalgt 13 danske projekter og gennemført telefoninterviews med relevante aktører tilknyttet de udvalgte projekter. Der er så vidt muligt gennemført interviews med en projektleder, en skoleleder og en lærer fra hvert projekt.

De 14 projekter er udvalgt, så de i videste mulige omfang omhandler alle fire kompetenceområder. Derudover har vi prioriteret at gennemføre interviews med skoler, som har været involveret i flere forskellige projekter for at indsamle så bredt et erfaringsgrundlag som muligt. Endelig er der i udvælgelsen lagt vægt på at inkludere projekter, hvor der kun findes begrænset skriftligt materiale, og hvor kvalitative interviews derfor vil kunne bidrage væsentligt med supplerende erfaringer og indsigter. Relevante erfaringer fra det indsamlede skriftlige materiale er i indeværende rapport inddraget på lige fod med erfaringer fra interviews.

3.2.2 Karakteristik af erfaringsgrundlaget

I alt er der identificeret 50 projekter og materialer i forbindelse med praksiskortlægningen med relevans for forsøg med teknologiforståelse. En komplet oversigt findes i bilag 3. Projekterne er hovedsageligt danske, men enkelte relevante projekter fra Norge, Storbritannien, USA, New Zealand og Australien er også inkluderet. Overordnet set viser praksiskortlægningen, at der findes en bred vifte af erfaringer, og at flere skoler og kommuner allerede arbejder aktivt med teknologiforståelse, både integreret i undervisningen og som forskellige varianter af (valg)fag.

Der er en overvægt af projekter, der er målrettet udvikling af børn og unges computationelle tankegang og tekniske færdigheder inden for kodning og programmering. Omvendt har det været vanskeligt at identificere projekter med et eksplicit og systematisk fokus på viden og færdigheder inden for kompetenceområdet digital myndiggørelse. Det betyder dog ikke, at skoler og projekter ikke arbejder med digital myndiggørelse. Interviewrunden viser flere eksempler på, at det pædagogiske personale inddrager dette fokus indirekte i deres undervisning gennem valg af cases og metadrøftelser. Eksempelvis har en lærer valgt at bygge et undervisningsforløb op omkring et big data-tema, som handler om, hvordan teknologi kan påvirke samfundet positivt såvel som negativt, mens en anden lærer fortæller, at de på klassen drøfter, hvordan kodning både handler om at lære at kode i praksis og om at lære at afkode intentioner, begrænsninger og muligheder i forskellige teknologiske værktøjer. Interviewene viser dog også, at flere skoler finder det vanskeligt at didaktisere og placere digital myndiggørelse i undervisningen. Af figuren nedenfor fremgår fordelingen af projekterne i praksiskortlægningen på de fire kompetenceområder i teknologiforståelse. Fordelingen er vejledende, idet flere af projekterne i praksiskortlægningen ikke nødvendigvis forholder sig direkte til de resultater på elevniveau, projektet skal skabe, ligesom det kan afhænge af, hvordan et givent forløb eller materiale reelt anvendes i praksis.

Tabel 3-5: Fordeling af projekter på kompetenceområderne i teknologiforståelse

	Digital myndiggørelse	Digital design og designprocesser	Computational tankegang	Teknologisk handleevne
Antal projekter	10	25	31	31

Note: Et projekt kan vedrøre mere end et kompetenceområde, hvorfor tabellen summerer til mere end de 50 identificerede projekter.

De fleste projekter består af et selvstændigt undervisningsforløb eller -materiale, som både kan indgå i et selvstændigt fag og integreres i de øvrige fag. Færre projekter udgør selvstændige fag, og kun ganske få projekter består af forløb integreret i folkeskolens eksisterende fag. Der er altså i overvejende grad tale om enkeltstående aktiviteter og forløb, som – i udviklingen af undervisningsmaterialer og -forløb til forsøgsprogrammet – vil skulle kombineres og oversættes ind i en specifik fagkontekst, hvad end det er teknologiforståelse som selvstændigt fag eller som faglighed integreret i de øvrige fag. Fordelingen af projekterne på forskellige fag og på tværs af fag fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 3-6: Fordeling af projekter på fag

Antal projekter	Selvstændigt fag	Integreret i øvrige fag				Ikke knyttet til specifikt fag
		Matematik	Naturfag/ biologi	Samfunds- fag	Praktiske/ musiske fag	
	15	2	5	1	1	30

Note: Et projekt omfatter både naturfag og samfundsfag, hvorfor tabellen summerer til mere end de 50 identificerede projekter.

I forlængelse af ovenstående består hovedparten af projekterne af forløb og materialer, som kan anvendes på flere forskellige klassetrin. Dette fremgår af nedenstående tabel. Forløbene og materialerne er ikke direkte anvendelige på alle klassetrin, men vil skulle integreres i en konkret faglig kontekst og tilpasses det specifikke alderstrin.

Tabel 3-7: Fordeling af projekter på klassetrin

Antal projekter	Indskoling	Mellemtrin	Udskoling	På tværs af grundskolen	Ungdomsuddannelse	På tværs af grundskole og ungdomsuddannelse
	4	5	4	32	4	2

Praksiskortlægningen viser bredden af erfaringerne i praksis, men afdækker ikke hele feltet. Særligt for de nationale projekter, som involverer mange skoler, er der tale om enkelte nedslag i det samlede erfaringsgrundlag med at implementere elementer af teknologiforståelse i undervisningen. Det er dog vores vurdering, at praksiskortlægningen inkluderer de mest relevante, aktuelle danske projekter, bl.a. fordi projekterne er identificeret ved hjælp af en to-strengt strategi, hvor ekspertgruppens kendskab til feltet kombineres med supplerende projekter og forløb, som er identificeret via interviews og gennemgang af skriftlige materialer.

3.3 Læsevejledning

I de følgende kapitler præsenteres den viden og de erfaringer, der er kortlagt i forbindelse med forundersøgelsen. Som det fremgår af nedenstående figur, er udgangspunktet for den viden og de erfaringer, der er medtaget i forundersøgelsen, **indholdet i teknologiforståelse som faglighed** som defineret med Fælles Mål.

I **kapitel 4** præsenteres en syntese af, hvilke **pædagogiske og didaktiske tilgange** der – med brug af forskellige teknologier – har vist sig virkningsfulde i forhold til at udvikle kompetencer hos eleverne, som knytter sig til et eller flere af de fire kompetenceområder. Syntesen er baseret på de i alt 44 studier, der er inkluderet i videnskortlægningen.

På baggrund af de inkluderede studier er der identificeret to overordnede pædagogiske tilgange – problembaseret læring og elevcentreret læring – samt to grupper af didaktiske tilgange, som knytter sig til undervisning inden for henholdsvis design og programmering.

Undervisning i design og programmering har haft et særligt fokus i tidligere projekter og indsatser på feltet, og didaktiske tilgange til at planlægge og gennemføre en undervisning inden for de to indholdsområder udgør derfor centrale temaer i den eksisterende litteratur.

I syntesen i kapitel 4 udfoldes det, hvorfor og hvordan de forskellige pædagogiske og didaktiske tilgange kan være med til at fremme elevernes kompetencer, viden og færdigheder inden for teknologiforståelse. I kapitlet gives der løbende konkrete eksempler på, hvordan disse tilgange og teknologier er anvendt i danske projekter og undervisningsforløb. Disse eksempler er identificeret på baggrund af praksiskortlægningen og indsat i bokse.

Afslutningsvis i kapitel 4 opsummeres det, hvilke kompetencer det kræver hos pædagogiske personale for at kunne anvende de virkningsfulde pædagogiske og didaktiske tilgange i deres undervisning. Afsnittet bliver således en overgang til **kapitel 5**, som beskæftiger sig med de **organisatoriske rammer**, der skal være til stede for, at det pædagogiske personale er i stand til virkningsfuldt at undervise eleverne i teknologiforståelse. Med afsæt i praksiskortlægningen belyser kapitel 5, hvilke former for kompetenceudvikling, organisering, ledelse og fysiske rammer der bedst muligt understøtter, at det pædagogiske personale er motiveret for og fagligt klædt på til at undervise i teknologiforståelse, som teknologiforståelse defineres i

Figur 3-2: Sammenhæng mellem rapportens kapitler



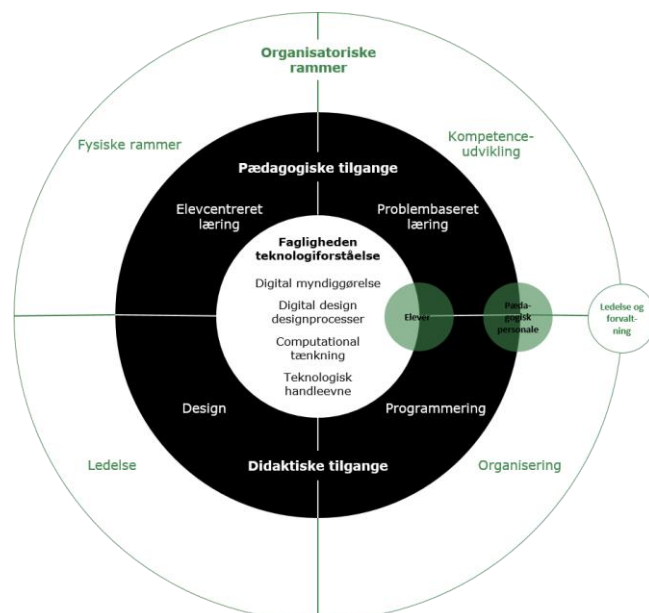
Fælles Mål. Kapitlet er baseret på de erfaringer, danske skoler og kommuner allerede har med implementering af teknologiforståelse som nyt fag eller ny faglighed i folkeskolen.

4. Pædagogik og didaktik i teknologiforståelse

I dette kapitel præsenteres en syntese af den kortlagte viden, som belyser pædagogiske og didaktiske tilgange med positiv betydning for grundskoleelevers kompetencer, viden og færdigheder inden for de fire kompetenceområder i teknologiforståelse.

Der er anvendt en tematisk syntesetilgang til videnskortlægningen, som er kendetegnet ved at organisere, udforske og finde mønstre i den viden, der er indsamlet. Den tematiske tilgang er valgt, fordi tilgangen er velegnet til at håndtere og se på tværs af studier med forskellige forskningsdesign og indsatser gennemført i forskellige kontekster. Som det fremgår af figuren nedenfor, har vi identificeret fire overordnede temaer på tværs af de inkluderede studier, der beskæftiger sig med teknologiforståelse som selvstændigt fag og teknologiforståelse som en faglighed integreret i øvrige fag:

Figur 4-1: Oversigt over fokus for kapitel 4



- Tema 1: Problembaseret læring
- Tema 2: Elevcentreret læring
- Tema 3: Didaktiske tilgange inden for design
- Tema 4: Didaktiske tilgange inden for programmering.

Hvor problembaseret læring og elevcentreret læring har karakter af at være overordnede pædagogiske tilgange, omfatter de to øvrige temaer didaktiske tilgange, som relaterer sig til undervisning inden for henholdsvis design og programmering. Den inkluderede litteratur beskriver ikke en samlet, afgrænset designdidaktik eller programmeringsdidaktik men delelementer heraf. Når netop disse tilgange har et selvstændigt fokus her, skyldes det, at de er særligt fremtrædende i eksisterende indsatser og litteratur på feltet.

Som det fremgår nedenfor, knytter de fire temaer sig på forskellig vis og i forskellig grad til hinanden og til de fire kompetenceområder. I den forbindelse er det værd at bemærke to ting:

For det første indebærer flere af de undervisningsforløb, der beskrives i de inkluderede studier, forskellige pædagogiske og didaktiske tilgange. De pædagogiske og didaktiske tilgange

er derfor ikke gensidigt udelukkende, men vil ofte kombineres med henblik på, at eleverne motiveres og opnår det størst mulige læringsudbytte.

For det andet er der flere eksempler på pædagogiske og didaktiske tilgange, som er rettet mod kompetencer inden for mere end ét kompetenceområde. Disse studier peger altså i retning af, at undervisningsforløb- og materialer inden for teknologiforståelse typisk vil kunne bidrage til, at eleverne tilegner sig viden og færdigheder inden for forskellige kompetenceområder på samme tid.

Problembaseret læring henviser til, at eleverne arbejder med udgangspunkt i mere eller mindre autentiske problemstillinger. Dette er kendetegnende for mange af de undervisningsforløb, der undersøges i de inkluderede studier. Ifølge litteraturen har det for det første en positiv betydning for elevernes motivation for at beskæftige sig med digital teknologi, fordi det kan knyttes til elevernes virkelighed og være svar på konkrete problemstillinger. Det kan fx være, når eleverne arbejder med at programmere, eller når eleverne anvender digital teknologi til at designe løsninger på komplekse problemstillinger. Her er der således tale om en indirekte mekanisme, der kan understøtte udvikling af elevernes kompetencer inden for flere kompetenceområder. For det andet kan arbejdet med selve problemløsningsprocesserne, herunder udforskningen og rammesætningen af problemet, være med til at udvikle elevernes kompetencer til at analysere og forstå komplekse problemstillinger. Disse kompetencer knytter sig bl.a. til digital design og designprocesser.

Elevcentreret læring er ligeledes et centralt element i flere af de undervisningsforløb, som beskrives i den inkluderede litteratur. Heri ligger, at eleverne arbejder med egne projekter, og at der er en vis åbenhed i forhold til, hvilken retning opgaveløsningen kan bevæge sig i. Eleverne har i disse projekter en høj grad af medbestemmelse på undervisningens indhold, form og fokus. Studierne indikerer for det første, at det har en positiv virkning for elevernes motivation og læring, fordi eleverne får mulighed for at tage et større ansvar for opgaveløsningen. For det andet bidrager elevcentrerede forløb til at træne og udvikle elevernes dømmekraft i forhold til teknologi, fordi eleverne skal tage selvstændige valg i processen, hvilket kan være med til at styrke elevernes kompetencer i relation til alle kompetenceområderne, og i særlig grad i relation til kompetenceområderne digital design og designprocesser samt digital myndiggørelse.

Design indebærer, at eleverne arbejder med udgangspunkt i problemstillinger, som de skal analysere og designe en løsning på ved hjælp af digital teknologi. Der er således en sammenhæng til temaet omkring problembaseret læring. Temaet om design handler om, at eleverne skal blive i stand til at forstå, analysere og komme med løsninger til et komplekst problem. Derudover indebærer tilgangen typisk brug af en procesmodel, som fastholder og stilladserer elevernes arbejde med de enkelte faser i iterative designprocesser bestående af bl.a. rammesættelse, idégenerering, konstruktion, argumentation og introspektion. De inkluderede studier indikerer, at sådanne didaktiske tilgange har positiv betydning for kompetencer, viden og færdigheder, der falder inden for kompetenceområde 2 omkring digital design

og designprocesser. Flere studier beskriver imidlertid også, hvordan arbejdet med designprocessen – og særligt refleksionsfasen – bidrager til, at eleverne gør sig nogle kritiske overvejelser omkring tilblivelsen og anvendeligheden af digitale teknologier. Designdidaktikker kan således være medvirkende til, at eleverne udvikler kompetencer, viden og færdigheder inden for kompetenceområde 1 omkring digital myndiggørelse.

Programmering handler om, hvordan undervisningen kan gribes an, når eleverne både skal motiveres til at opnå en grundlæggende forståelse for og lære at anvende programmering. De inkluderede studier indikerer, at eleverne har størst udbytte af undervisningen, når der arbejdes med programmering inden for en problembaseret og elevcentreret tilgang, dvs. når eleverne arbejder med programmering med udgangspunkt i konkrete problemstillinger og gennem egne projekter. I de inkluderede studier kombineres programmeringsdidaktik derfor ofte med elementer af designdidaktik, således at programmering indgår som et redskab i en skabende proces, hvor eleverne adresserer en konkret problemstilling. Som nævnt ovenfor virker dette motiverende for eleverne og kan desuden bidrage til at øge elevernes forståelse for de logikker, der ligger bag teknologier. De didaktiske tilgange, der præsenteres i dette kapitel af syntesen, har hovedsageligt fokus på at udvikle elevernes kompetencer inden for computationel tankegang og teknologisk handleevne.

Inden for de fire temaer præsenteres forskellige typer teknologier. Valg og brug af teknologier i undervisningen afhænger af undervisningens specifikke mål og dermed også af de pædagogiske og didaktiske tilgange, der konkret anvendes i undervisningen. Nedenfor fremgår en oversigt over de forskellige typer af teknologier, som præsenteres på tværs af studierne.

Tabel 4-1: Oversigt over forskellige teknologier

Teknologi	Beskrivelse
Digitale fabrikationsteknologier	Digitale fabrikationsteknologier er fx 3D-printere, CNC-fræsere samt vinyl- og laserskærere. Her arbejder eleverne med enten 3D-modeller eller 2D-grafik, som efterfølgende printes, fræses eller skæres i fysiske materialer.
Fysiske interaktionsteknologier	Fysiske interaktionsteknologier er fx programmérbare mikrocontrollere som Micro:Bit, Makey-Makey, LittleBits, Arduino og forskellige former for robotter. Der arbejdes ofte med programmering af forholdet mellem input fra sensorer (fx lyd, lys, bevægelse, afstand el.lign.) og output fra aktuatorer (fx lys, motor, lyd). Eksempelvis kan man programmere en robot til at køre fremad (aktivere motorer), når der er et bestemt niveau af støj i klasseværelset, eller man kan programmere en Micro:Bit til at starte en alarm, når temperaturen i lokalet bliver for høj.
Blokbaseret programmering	Blokbaseret programmering er en type af programmering, hvor man sammensætter blokke til programmer. Det er en lettilgængelig måde at programmere fx robotter og mikrocontrollere. I mange af brugerfladerne til blokbaseret programmering, som bruges i skoler, kan man vælge at

	se den underlæggende tekstbaserede kode. På denne måde kan man bevæge sig mellem det simple og det mere avancerede.
Tekstbaseret programmering	Tekstbaseret programmering dækker over mange forskellige typer af programmering, hvor man skriver koden ud med linjer af tekst. I den form for programmering er det vigtigt at kende den præcise syntaks i det enkelte programmeringssprog. Dermed er tekstbaseret programmering væsentligt mindre tilgængeligt end blokbasert programmering. Til gengæld er man ikke begrænset til et bestemt antal blokke som i blokbasert programmering.
Digitale artefakter vs. digitale teknologier	Et <i>digitalt artefakt</i> benævner en applikation eller 'device', som er tilvejebragt med henblik på at opfylde et særligt formål, og dermed indeholder en intentionalitet i forhold til dets brug og virke. I modsætning hertil <i>benævner digital teknologi</i> det potentiale, som eksisterer i en digital teknologi, som materiale, der indgår i konstruktion af et artefakt. Her vurderes altså særligt teknologiens potentiale som materialitet for en formålsrettet intentionalitet.

Som det fremgår af figur 4-1 ovenfor, er det først og fremmest det pædagogiske personale, som skal bringe de pædagogiske og didaktiske tilgange i spil i deres undervisning. De inkluderede studier peger i den forbindelse på, at det kræver nogle bestemte **kompetencer** og et særligt **mindset hos det pædagogiske personale** at undervise virkningsfuldt i teknologiforståelse. Det pædagogiske personale skal bl.a. have viden om de pædagogiske og didaktiske greb og teknologier, der kan fremme elevernes udbytte af undervisningen i teknologiforståelse. Samtidig har det betydning for elevernes udbytte af undervisningen, at det pædagogiske personale indtager en faciliterende fremfor en instruerende lærerrolle. Den faciliterende lærerrolle indebærer, at lærerne tør slippe kontrollen og lade eleverne eksperimentere uden at have et bestemt facit for øje.

I det følgende udfoldes de konkrete pædagogiske og didaktiske tilgange, som – med brug af forskellige teknologier – har vist sig virkningsfulde i forhold til at styrke elevernes kompetencer inden for de fire kompetenceområder, som indgår i teknologiforståelse. Konkrete eksempler fra en dansk praksis vil blive inddraget som eksempler på, hvordan de pædagogiske og didaktiske tilgange kan omsættes i praksis. Afslutningsvis behandles det, hvilke kompetencer og hvilket mindset det kræver af det pædagogiske personale at arbejde med netop disse tilgange og metoder.

4.1 Problembaseret læring

Temaet om problembaseret læring handler om, hvordan undervisningen i teknologiforståelse med fordel kan tilrettelægges med udgangspunkt i en pædagogisk tilgang, hvor eleverne arbejder med konkrete og autentiske problemstillinger. En række af de inkluderede studier peger på, at denne tilgang både motiverer eleverne og understøtter deres evne til at løse komplekse problemstillinger og koble undervisningen til den virkelige verden.

Temaet peger således på, hvordan problembaseret læring understøtter elevernes evne til at undersøge og analysere problemstillinger. Det relaterer sig derfor til kompetenceområdet **digital design og designprocesser**, der indeholder færdigheds- og vidensområderne rammesættelse, idegenerering, konstruktion, argumentation og introspektion. Det er især inden for færdigheds- og vidensområderne **rammesættelse** og **idegenerering**, at elevernes arbejde med komplekse problemstillinger samt komplekse og ikke-komplekse problemfelter spiller en rolle⁵.

Samtidig relaterer problembaseret læring sig også til kompetenceområdet **computational tankegang**, der indeholder færdigheds- og vidensområderne data, algoritmer, strukturering og modellering. Elevernes arbejde med problemfelt og konkrete problemstillinger står således særligt centralt inden for færdigheds- og vidensområderne **strukturering** og **modellering**.

Endvidere behandler studierne, hvordan problembaseret læring kan understøtte elevernes evne til dels at inddrage programmering i løsningen af komplekse problemstillinger, dels at vurdere digitale artefaktens betydning i en bredere kontekst. På den måde kan problembaseret læring ligeledes fremme opbygningen af elevernes viden og færdigheder inden for kompetencemålene for kompetenceområderne **teknologisk handleevne** og **digital myndiggørelse**.

Afsnittet præsenterer således en række studier, der fremhæver en problembaseret tilgang til undervisningen, og peger på, hvordan denne tilgang til undervisningen kan understøtte elevernes tilegnelse af viden og færdigheder inden for alle fire kompetenceområder, som er formuleret for faget teknologiforståelse i Danmark.

I litteraturstudiet er der identificeret i alt **14 studier**, der belyser virkningsfulde pædagogiske greb inden for problembaseret læring. Studierne fremgår af nedenstående tabel.

⁵ https://www.emu.dk/sites/default/files/7536%20STIL%20M%C3%A5loversigt_Teknologi.PDF

Tabel 4-2: Studier relateret til problembaseret læring

Forfatter	Titel	Digital myndiggørelse	Digital design og designprocesser	Computational tankegang	Teknologisk handleevne	Klassetrin	Type
Christensen & Iversen (2017)	Articulations on form properties and action-function couplings of maker technologies in children's education					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Christensen et al. (2016)	Towards a formal assessment of design literacy: Analyzing K-12 students' stance towards inquiry					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Games & Kane (2011)	Exploring Adolescent's STEM Learning through Scaffolded Game Design					Mellemtrin	Integreret i fag
Grover & Pea (2013)	Computational Thinking in K-12. A Review of the State of the Field					På tværs af grundskole	Selvstændigt fag
Hansbøl & Ejsing-Duun (2018)	Evaluering og dokumentation af Coding Class Cph					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Hjorth et al. (2017)	Digital Technology and design processes II: Follow-up report on FabLab@School survey among Danish youth					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Hughes (2017)	Discovery, Design & Development through Makerspaces					På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Iversen et al. (2018)	From computational thinking to computational empowerment: A 21 st century PD Agenda					På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
McLellan & Nicholl (2013)	Creativity in crisis in Design and Technology: Are classroom climates conducive for creativity in English secondary schools?					Mellemtrin	Selvstændigt fag
Pye Tait Consulting (2017)	After the reboot: the state of computing education in UK schools and colleges					På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Shute et al. (2017)	Demystifying computational thinking					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Smith et al. (2015)	Design thinking for digital fabrication in education					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Waite (2017)	Pedagogy in teaching Computer Science in schools: A Literature Review					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Werner et al. (2014)	Children Programming Games: A strategy for Measuring Computational Learning					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Witherspoon et al. (2017)	Developing Computational Thinking through a virtual robotics programming curriculum					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag



4.1.1 Virkningsfulde pædagogiske greb inden for problembaseret læring

På baggrund af de inkluderede studier kan der udledes en række pædagogiske tilgange inden for problembaseret læring, der understøtter elevernes evne til at løse problemstillinger under inddragelse af teknologier og samtidig fremmer deres motivation. Det drejer sig om følgende pædagogiske greb, der efterfølgende uddybes:

- Konkrete problemer eller problemstillinger
- Åbne problemstillinger med mulighed for kreative løsninger
- Autentiske problemstillinger.

En stor del af den inkluderede litteratur indikerer, at virkningsfuld undervisning i teknologiforståelse er kendetegnet ved, at den tager udgangspunkt i **konkrete problemer eller problemstillinger** (Games & Kane, 2011; Werner et al., 2014; Smith et al., 2015; Christensen et al., 2016; Christensen & Iversen, 2017; Hansbøl & Ejsing-Duun, 2018; Hjorth et al., 2017; Hughes, 2017; Shute et al., 2017; Witherspoon et al., 2017, Iversen et al., 2018). I den del af litteraturen, der beskæftiger sig med design, benævnes disse blandt andet *real world problems*, *wicked problems* eller *messy situations* (Smith et al., 2015; Christensen et al., 2016; Smith et al., 2016; Hjorth et al., 2017). Når elever skal arbejde med denne type problemstillinger, anlægges der ofte en mere helhedsorienteret tilgang til undervisningen (McLellan & Nicholl, 2013; Smith et al., 2015; Christensen et al., 2016). I de studier, der hovedsageligt omhandler programmering og computationel tankegang beskrives problemløsning derimod i højere grad som arbejdet med at nedbryde et problem i mindre dele, som kan løses af en computer (Shute et al., 2017). Arbejdet med problemstillinger i en computationel sammenhæng kan derfor blandt andet forstås som den proces, hvor problemer formuleres, så problemerne og de dertilhørende løsninger har en form, som effektivt kan udføres af en computer (Grover & Pea, 2013).

Ved at bygge undervisningsforløb op omkring konkrete problemstillinger styrkes elevernes evne til – under inddragelse af teknologi – at løse komplekse problemstillinger. Fordi undervisningen hermed tydeliggør, hvad teknologier kan bruges til og således sættes ind i en bredere anvendelseskontekst, bidrager problembaseret undervisningen til at skabe en dybere forståelse for teknologiernes anvendelighed hos eleverne, end når undervisningen primært har fokus på at introducere eleverne til teknologier og teknologiernes specifikke funktioner (Smith et al., 2015; Hjorth et al., 2017).

Desuden indikerer en evaluering af FabLab@School, at elever bliver bedre til at koble deres arbejde med design og teknologi i makerspace til deres eget liv, fremtiden og samfundet, når eleverne arbejder med at løse komplekse problemstillinger under inddragelse af digital fabrikation i undervisningen (Hjorth et al., 2017). Omvendt har elever, der ikke arbejder problem- og projektbaseret i undervisningen men alene introduceres til forskellige teknologier, sværere ved at se og italesætte teknologiens brede anvendelsespotentialer, ligesom eleverne i mindre grad er motiverede for digital fabrikation.

Samtidig indikerer de inkluderede studier, at problembaseret undervisning også er virkningsfuldt i forhold til at styrke elevernes kompetencer inden for programmering og computationel tankegang (Shute et al., 2017; Waite, 2017). Eksempelvis peger Waite (2017) på, at problembaserede undervisningstilgange kan fremme elevernes engagement for programmering såvel som elevernes kompetencer til at programmere. Ikke mindst når undervisningen gennemføres som en kombination af afgrænsede opgaver, der stilladserer elevernes tilegnelse af viden om teknologien, og lærerunderstøttet arbejde med **åbne problemstillinger, hvor eleverne kan være kreative i problemløsningen**. De åbne problemstillinger, der fremmer kreativitet, forstås i den forbindelse som problemstillinger, hvor der ikke er en på forhånd givet løsning, og hvor eleverne udfordres til at tænke i alternative baner i deres undersøgelse af problemet.

Boks 4-1: Problembaseret undervisning i "Engineering i skolen" – eksempel fra praksis

Problembaseret undervisning er grundlaget i "Engineering i skolen"

Engineering i skolen er et eksempel på et projekt, hvor undervisningen er struktureret med udgangspunkt i og omkring et konkret problem. Projektet gennemføres i et samarbejde mellem Engineer the Future, Naturvidenskabernes Hus, Astra og VIA University College.

Afsættet for undervisningen er ingeniørernes arbejdsmetode. Det indebærer, at undervisningen centrerer omkring et konkret problem eller behov. Ved at anvende denne arbejdsmetode trænes eleverne i at udvikle løsninger på autentiske problemer, som udspringer af deres hverdag eller samfundet som helhed.

Med udgangspunkt i et konkret problem skal eleverne arbejde med, hvordan teknologier kan udgøre en løsning på problemet. Gennem den problemløsende tilgang får eleverne selv mulighed for at præge undervisningen, da der ikke er et på forhånd givet facit. Deres forståelse af problemet bliver tværtimod retningsgivende for, hvilken løsning de efterfølgende arbejder med. De foreløbige erfaringer fra projektet indikerer, at eleverne oplever, at undervisningen er mere engagerende og motiverende, når de får mulighed for at arbejde med en åben proces omkring løsningen på et konkret problem.

Den problemløsende tilgang til undervisningen struktureres omkring syv delprocesser:

1. **Forstå udfordringen:** Læreren præsenterer udfordringen. Elevgrupper og lærer bliver enige om mål og rammer for det kommende arbejde. Grupperne beskriver udfordringen med egne ord.
2. **Undersøge:** Elevgrupperne kortlægger viden, de får brug for, og skaffer og tilegner sig viden.
3. **Få idéer:** Elevgrupperne forhandler og vælger idéer, de vil gå videre med.
4. **Konkretisere:** Elevgrupperne konkretiserer, skitserer og vælger materialer til den konkrete idé. De planlægger det videre arbejde og fordeler opgaverne.
5. **Konstruere:** Elevgrupperne virkeliggør deres ide til prototype med materialer og redskaber.
6. **Forbedre:** Elevgrupperne tester, evaluerer og forbedrer prototypen.

7. **Præsenterer:** Elevgrupperne præsenterer løsning, overvejelser om designprocessen og de valg, eleverne har truffet undervejs i processen.

I den problemløsende proces samarbejder eleverne i grupper om en løsning. Det bidrager ifølge projektlederen til, at en bredere elevgruppe deltager i arbejdet:

”Der er mange aspekter af at udvikle løsninger. Der er det rent praktiske. Der skal bygges noget. Så er der et samarbejdselement. Det betyder, at flere elever kommer aktivt på banen.”

Samtidig bidrager procesmodellen til, at eleverne fastholdes i de forskellige faser i problemløsningen og ikke blot springer direkte til konstruktionsfasen, hvilket de kan have tilbøjelighed til at gøre. Gennem procesmodellen får lærerne således et redskab til at strukturere arbejdet, så eleverne får en forståelse for det arbejde og de faser, der ligger i at løse et problem.

Typen af problemstilling har desuden betydning for elevernes motivation for og evne til at arbejde med og finde på løsninger. Flere af de inkluderede studier peger på, at det motiverer eleverne, når **problemstillingerne er autentiske** og reelt afspejler konkrete behov og opgaver hos fx en virksomhed eller i et lokalområde (Hansbøl & Ejsing-Duun, 2018; Smith et al., 2015; McLellan & Nicholl, 2013; Pye Tait Consulting, 2017), mens elevernes kompetencer til at arbejde kreativt og problemløsende omvendt hæmmes i undervisningsforløb, når lærerne ikke formår at skabe autentiske læringssituationer (McLellan & Nicholl, 2013).

Dette eksemplificeres ligeledes i flere af de inkluderede studier. I studiet af Smith et al. (2015) arbejder eleverne fx i et hybridt læringsmiljø, hvor elementer af digital fabrikation, design thinking og innovation kombineres for at understøtte eleverne i at udvikle ideer til at redesigne en park, så parken bliver mere attraktiv og anvendelig for byens borgere. Studiet indikerer, at det kan være udfordrende for eleverne at arbejde med virkelige problemstillinger som fx byplanlægning, fordi eleverne endnu har begrænset erfaring med den 'virkelige' verden, og fordi det kalder på mere dynamiske og selvstyrende arbejdsprocesser, end eleverne er vant til. Særligt i starten af undervisningsforløbet kan eleverne derfor have mange spørgsmål og brug for støtte til at få taget hul på og struktureret arbejdet med at ideudvikle. Studiet peger imidlertid også på, at eleverne bliver mere selvkørende, i takt med at designprocessen skrider frem, og at det resulterer i en højere motivation i undervisningen. Et andet eksempel er Coding Class-projektet, hvor skoler udvikler undervisningsforløb i samarbejde med virksomheder. Dette beskrives i boksen nedenfor.

Boks 4-2: Virksomhedssamarbejde i Coding Class – eksempel fra praksis

Virksomhedssamarbejde i Coding Class

Coding Class er et eksempel på et projekt, hvor problemerne gøres autentiske via virksomhedssamarbejde. Her er det en central del af konceptet, at eleverne samarbejder med virksomheder om at løse en reel udfordring, som virksomhederne står overfor. I projektet skal eleverne ikke blot få en forståelse for programmering, men også for, hvordan programmering kan anvendes i løsningen af virkelighedsnære problemstillinger. Samtidig undervises eleverne i at programmere med programmeringsværktøj.

Forløbene i Coding Class struktureres efter fem forskellige trin. Først introduceres eleverne til programmering og får en grundlæggende forståelse for, hvordan man programmerer. Dernæst møder eleverne den virksomhed, de skal samarbejde med, og virksomheden præsenterer en konkret udfordring for eleverne. Efterfølgende skal eleverne arbejde med løsninger på denne udfordring. Det munder ud i, at eleverne udarbejder en prototype på en løsning. Når prototypen er udviklet, præsenterer eleverne denne for virksomheden, som giver feedback. På baggrund af virksomhedens feedback, arbejder eleverne med at programmere en færdig løsning. Forløbet afsluttes ved, at eleverne tager på virksomhedsbesøg og præsenterer deres færdige produkter, hvorefter de modtager endelig feedback fra virksomheden.

I projektet fastsætter virksomhederne således en ramme, som eleverne skal arbejde indenfor. Ifølge projektlederen er det netop det, som motiverer eleverne. Det skyldes, at det bliver tydeligt for eleverne, at deres programmeringsarbejde er koblet til den virkelige verden og kan bruges til at løse reelle problemstillinger. Samtidig skaber det spænding og engagement hos eleverne, at der er en sandsynlighed for, at deres løsninger bliver anvendt af virksomheden:

”Det gør, at det ikke bliver kodning for kodningens skyld, men hvor de tænker det som et problemløsende værktøj. Der sidder faktisk nogle og venter i den anden ende.” Projektleder

Et konkret eksempel på et samarbejde mellem en skole og en virksomhed er samarbejdet mellem Øster Farimagsgade Skole og teknologivirksomheden Hitachi. I samarbejdet skulle eleverne stifte bekendtskab med programmering samt skabe og integrere grafik i spil, hvorefter eleverne præsenterede deres spil for en dommergruppe hos Hitachi bestående af medarbejdere fra programmeringsafdeling, dvs. forskere, programmører og dataanalytikere.

En anden måde at skabe autenticitet i opgaverne er ved at præsentere produkter for andre end klassen og lærerne. Hughes (2017) peger blandt andet på, at elevernes præsentation af produkter til forældreftener, makes faires og med andre elever på skolen medførte, at

eleverne var mere vedholdende i deres arbejde. Desuden har det den betydning, at eleverne og lærerne i højere grad videndeler om designprocesserne og produkterne (ibid.).

Overordnet set peger de inkluderede studier således på, at det har positiv betydning for elevernes læringsudbytte, når undervisningen i teknologiforståelse struktureres omkring konkrete og autentiske problemstillinger, hvor eleverne arbejder i lærerunderstøttede design- eller programmeringsprocesser med at udvikle deres egne løsninger. Det giver dem en dybere forståelse for teknologiens anvendelsesmuligheder, ligesom det øger elevernes motivation i undervisningen.

4.2 Elevcentreret læring

Temaet om elevcentreret læring beskæftiger sig med, hvordan undervisning, hvor eleverne oplever at have medbestemmelse i forhold til undervisningens indhold, opgaveløsningen og slutresultatet, motiverer eleverne og øger deres udbytte af undervisningen.

I relation til faget teknologiforståelse er elevernes kritiske og reflektive samt kreative og konstruerende arbejde og kompetencer centralt inden for alle fire kompetenceområder og på alle klassetrin. Det er dog særligt inden for kompetenceområderne **digital myndiggørelse og digital design og designprocesser**, at viden- og færdighedsmålene ekspliciterer, at elevens egen hverdag med at bruge og skabe digitale artefakter samt elevens egne ideer, interesser og erfaringer er i centrum for faget og fagligheden i teknologiforståelse.

Under kompetenceområdet **digital myndiggørelse**, der indeholder videns- og færdighedsområderne teknologianalyse, formålsanalyse, brugsstudier, konsekvensvurdering og redesign, skal eleverne fx kunne "vurdere egne og andres digitale artefakter" (jf. teknologianalyse, efter 9. klassetrin), "undersøge brug af digitale artefakter i sin hverdag" (jf. brugsstudier, efter 3. klassetrin), "kritisk reflektere over digitale artefakters betydning for egen og fælles praksis i konkrete situationer" (jf. konsekvensvurdering, efter 6. klassetrin) og "formulere og modtage feedback med henblik på forbedring af egne og andres digitale artefakter" (jf. redesign, efter 3. klassetrin). Elevcentreret læring som pædagogisk tilgang kan understøtte dette, da eleverne gennem medbestemmelsen i undervisningen træner og udvikler deres dømmekraft i forhold til teknologi, fordi eleverne skal træffe en række selvstændige valg i undervisningen.

Under kompetenceområdet **digital design og designprocesser**, der indeholder færdigheds- og vidensområderne rammesættelse, idegenerering, konstruktion, argumentation og introspektion, skal eleverne fx kunne "rammesætte problemstillinger" (jf. rammesættelse, efter 9. klassetrin), "eksternalisere egne ideer" (jf. idegenerering, efter 3. klassetrin), "konstruere artefakter, der udtrykker egne ideer" (jf. konstruktion, efter 3. klassetrin) og "forholde sig til egen designkompetence" (jf. argumentation og introspektion, efter 6. klassetrin). Via den eksperimenterende og åbne tilgang til undervisningen, som elevcentreret læring indebærer, får eleverne således lov til at påvirke og vælge de temaer, de ønsker at arbejde med, og det fremmer elevernes evne til at generere og konstruere egne idéer.

I alt er der identificeret **syv studier**, der peger på, at undervisning med udgangspunkt i eleven, er virkningsfuldt i undervisningen i teknologiforståelse. Studierne fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 4-3: Studier relateret til elevcentreret læring

Forfatter	Titel	Digital myndiggørelse	Digital design og designprocesser	Computational tankegang	Teknologisk handleevne	Klassetrin	Type
Blikstein (2013)	Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Intervention					Udskoling	Forløb, integreret i fag
Carlborg et al. (2018)	The Scope of Autonomy Model: Development of Teaching Materials for Computational Thinking in Primary School					Indskoling	Integreret i fag
Hughes (2017)	Discovery, Design & Development Through Makerspaces					På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Iversen et al. (2018)	From computational thinking to computational empowerment: A 21 st century PD Agenda					På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
McLellan & Nicholl (2013)	Creativity in Crisis in Design and Technology: Are Classroom Climates Conducive for Creativity in English Secondary Schools?					Mellemtrin	Selvstændigt fag
Repenning et al. (2015)	Scalable Game Design: A strategy to Bring Systemic Computer Science Education to Schools Through Game Design and Simulation Creation					På tværs af grundskole	Integreret i fag
Smith et al. (2015)	Design Thinking for Digital Fabrication in Education					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag

4.2.1 Virkningsfulde pædagogiske greb i elevcentreret læring

På tværs af de inkluderede studier i dette tema kan der udledes en række pædagogiske tilgange inden for elevcentreret læring, der bidrager til, at eleverne er mere engagerede i udviklingen af løsninger på problemstillinger og motiveres til at få en dybere forståelse for teknologiernes anvendelsesmuligheder. Følgende pædagogiske greb præsenteres nedenfor:

- Påvirkning af materialer og slutmål i undervisningen
- Undervisning med udgangspunkt i elevernes personlige interesser
- Stram struktur for problemløsningsprocessen.

I undervisningen i teknologiforståelse peger en række studier på, at det har betydning for elevernes motivation, at de får mulighed for både at **påvirke, hvilke løsninger og materialer der anvendes i undervisningen** (Carlborg et al., 2018; Hughes, 2017; McLellan & Nicholl, 2013; Smith et al., 2015). Den elevcentrerede læring kommer blandt andet til udtryk ved, at eleverne har en høj grad af medbestemmelse i forhold til, hvilke løsninger og materialer de ønsker at arbejde med. Det fremhæves både som vigtigt i studier, der omhandler undervisning i design og designprocesser og programmering.

I den del af den inkluderede litteratur, som beskæftiger sig med undervisning i design og designprocesser, peger Smith et al. (2015) blandt andet på, at det har betydning for elevernes læring, at undervisningen bevæger sig fra at være instruktionsbaseret til at være mere eksperimenterende. Når eleverne gennem en åben proces opfordres til selv at tage valg frem for blot at følge instrukser i designprocessen, er der tegn på, at det træner og udvikler deres dømmekraft (ibid.). På samme måde er der i en canadisk kontekst erfaringer med, at eleverne oplever en større indre motivation og bliver mere selvstyrende, når de får frihed til selv at bestemme retningen for deres arbejde (Hughes, 2017).

Den inkluderede litteratur om undervisning i programmering indikerer på samme måde, at det motiverer eleverne, når de har en vis grad af autonomi og medbestemmelse i undervisningen (Carlborg et al., 2018; Repenning et al., 2015). Når eleverne har mulighed for at påvirke udfaldet af den programmeringsopgave, de arbejder med, peger erfaringer på, at det øger elevernes engagement (Carlborg et al., 2018). Omvendt er det erfaringen, at eleverne opleves som pacificerede i arbejdsprocessen, når de ikke har mulighed for at påvirke slutproduktet (ibid.). På samme måde indikerer studier, at det har betydning for elevernes motivation, at de har mulighed for at personalisere deres design af eksempelvis virtuelle spil, fordi de derigennem oplever større ejerskab over projektet (Repenning et al., 2015).

Hughes (2017) peger i forlængelse heraf på, hvordan flere skoler har gode erfaringer med det, de kalder **passionsbaseret og personlig læring**. Den passionsbaserede læring forstås i studiet som det, at eleverne får mulighed for at arbejde med udgangspunkt i temaer, de er passionerede omkring eller har en personlig interesse i, i designprocessen. På samme måde er der tegn på, at elevernes engagement i designprocessen mindskes, når det på forhånd er givet, hvad de skal designe, med hvilke materialer og hvordan, mens der er indikationer på at, større frihed medfører øget kognitivt engagement i projektet og i sidste

ende større tilfredshed med arbejdet (McLellan & Nicoll, 2013). Resnick (2014) har i forlængelse heraf opsummeret fire kerneelementer bag programmeringsværktøjet Scratch, hvoraf ét af dem er passion. Det uddybes i nedenstående boks.

Boks 4-3: Passion, Play, Peers & Projects – Eksempel fra praksis

Passion, Play, Peers & Projects i Scratch

På MIT Media Lab har en gruppe forskere udviklet blokprogrammeringsværktøjet Scratch. I den forbindelse forklarer forskeren Mitchel Resnick (2014), hvordan fire elementer har været centrale i designet af værktøjet: Projects, peers, passion og play (oversat: Projekter, medstuderende, passion og leg). De fire kerneelementer har til formål at understøtte, at eleverne udvikler evnen til at tænke kreativt og udvikle innovative løsninger på problemstillinger.

Play indebærer, at eleverne afprøver nye ting og prøver grænser af i deres arbejde med programmering og relaterer sig tæt til begrebet om tinkering. Tinkering handler om, at eleverne gennem afprøvninger eksperimenterer arbejder iterativt med projekter. Bag elementet om *Peers* ligger, at eleverne deler projekter, bygger videre på andres projekter og interagerer med medstuderende som en del af læringsprocessen.

Projects indebærer, at eleverne lærer mest, når de arbejder projektorienteret og ikke blot løser uafhængige opgaver. Når de i stedet arbejder med et projekt, som er meningsfuldt for dem, forventes det at lede til et grundigere kendskab til tankegangen bag programmering.

Passion handler om, at eleverne arbejder hårdere og lærer mere, når de arbejder med projekter, de er passionerede og begejstrede for. En måde at understøtte elevernes egne interesser er gennem anvendelsen af medier som musik, lyd, grafik og billeder, da disse medier optager mange unge. Forskerne har i den forbindelse erfaret, at flere forældre og pædagogisk personale, til at starte med, har udvist en skepsis overfor, at de forskellige medier spiller en så central rolle. Det skyldes, at de frygter, at det vil distrahere eleverne fra uddannelsesaspektet af Scratch. Efter, Scratch er blevet søsat, har flere tilbagemeldinger fra forældre og lærere imidlertid været, at den personaliserede programmering skaber en passion, som driver eleverne til at lære at programmere.

De fire elementer, og særligt kerneelementet om passion, peger således i retning af, at elevernes arbejde med programmering er særligt motiverende, når det tager udgangspunkt i emner, som opleves som relevante og interessante for eleverne.

Den øgede medbestemmelse bør imidlertid ikke forveksles med en begrænset struktur og stilladsering af undervisningen. Flere studier peger nemlig på, at elevernes motivation er særligt høj, når det pædagogiske personale skaber en **stram struktur for problemløsningsprocessen**, eleverne skal agere indenfor (Repenning et al., 2015; Smith et al., 2015; Carlborg et al., 2018). Repenning et al. (2015) betegner denne tilgang som en 'stilladseret proces' forstået på den måde, at det pædagogiske personale strukturerer undervisningen omkring spørgsmål, eleverne skal forholde sig til i deres eksplorative arbejde. Studiet peger på, at denne tilgang virker mere motiverende for eleverne end undervisning helt uden rammer eller undervisning med så fast et indhold, at det bærer præg af en 'step by step guide' (ibid.). På samme måde fremhæver Smith et al. (2015), hvordan undervisningen ikke blot bør være fri og åben, men derimod bør struktureres processuelt for at stilladere eleverne i

deres arbejde, da det bidrager til at understøtte refleksive dialoger om designarbejdet blandt eleverne (ibid.).

Overordnet set peger de inkluderede studier således på, at det har positiv betydning for elevernes læringsudbytte, når eleverne har mulighed for at påvirke, hvad de skal arbejde med, og hvordan slutmålet kommer til udtryk, samtidig med, at de fortsat arbejder i lærerunderstøttede design- eller programmeringsprocesser. Det øger elevernes motivation i undervisningen og bidrager samtidig til, at de når længere.

4.3 Design

Temaet om design⁶ handler om, hvordan undervisningen kan tilrettelægges, så eleverne udvikler evnen til at forstå og undersøge problemstillinger, generere idéer og udvikle løsninger under inddragelse af digital teknologi.

Temaet knytter sig særligt til kompetenceområdet **digital design og designprocesser**. De tilgange, der præsenteres i studierne, sigter mod at udvikle elevernes viden og færdigheder i forhold til at rammesætte og undersøge komplekse problemstillinger, generere idéer, konstruere løsninger ved hjælp af digital teknologi, samt argumentere og reflektere over valg og fravalg såvel som over processen. Studierne belyser således alle videns- og færdighedsområder inden for kompetenceområdet digital design og designprocesser, dvs. **rammesættelse, idegenerering, konstruktion, argumentation og introspektion**.

I nogle af de tekster, der beskæftiger sig med elevernes designprocesser med digitale teknologier, fremhæves det dog også, at et mere overordnet formål med designprocessen er, at eleverne udvikler en forståelse for digitale teknologiers anvendelighed og med udgangspunkt i feedback kan forbedre egne og andres digitale artefakter (se fx Smith et al., 2015, Christensen et al., 2016, Hjorth et al., 2017). Derfor relaterer undervisningen sig også til de videns- og færdighedsmål, der omhandler **teknologianalyse, formålsanalyse, konsekvensvurdering og redesign**, der er omfattet i kompetenceområdet **digital myndiggørelse**. I den litteratur, der er medtaget i denne videnskortlægning, er det imidlertid kun Hjorth et al. (2017), der eksplicit undersøger elevernes tilegnelse af kompetencer relateret til kompetenceområdet digital myndiggørelse.

Temaet om design relaterer sig desuden i høj grad til temaerne om **problembaseret og elevcentreret læring**. Det skyldes, at designprocessen tager udgangspunkt i komplekse og relevante problemer og tematikker, som udforskes og løses på forskellige måder. Derfor har det stor betydning for elevernes udbytte af undervisningen i digital design, at det pædagogiske personale anvender problembaseret og elevcentreret læring som pædagogiske tilgange (præsenteret i afsnit 4.1.1 og 4.2.1 i syntesen).

Temaet baserer sig på i alt **27 studier**, der belyser virkningsfulde didaktiske greb i undervisningen med fokus på design. Studierne fremgår af nedenstående tabel.

⁶ I forbindelse med arbejdet med makerspaces i skoler er der taget de første skridt i forhold til at udvikle en egentlig didaktik for anvendelsen af digitale teknologier i designprocesser. Vi refererer i den forbindelse til en 'designdidaktik'. Eftersom dette felt stadig er under opbygning (Hjorth et al., 2017), er der dog en del usikkerhed omkring de præcise distinktioner og demarkationer i forhold til andre tilsvarende didaktikker.

Tabel 4-4: Studier relateret til designdidaktik

Forfatter	Titel	Digital myndiggørelse	Digital design og designprocesser	Computational tankegang	Teknologisk handleevne	Klassetrin	Type
Berman et al. (2016)	Toward a Making Community Practice: The social aspects of elementary Classroom-based making					Mellemtrin	Integreret i fag
Bekker et al. (2015)	Teaching children digital literacy through design-based learning with digital toolkits in schools					På tværs af grundskole	Integreret i fag, fag
Blikstein (2013)	Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Intervention					Udskoling	Ikke tilknyttet specifikt fag, integreret i fag
Brennan & Resnick (2012)	New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Brennan (2015)	Beyond right or wrong: Challenges of including creative design activities in the classroom					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Christensen & Iversen (2017)	Articulations on form properties and action-function couplings of maker technologies in children's education					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Christensen et al. (2016)	Towards a formal assessment of design literacy: Analyzing K-12 students' stance towards inquiry					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Chu et al. (2017)	From Classroom-Making to Functional-Making: A study in the Development of Making Literacy					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Ejsing-Duun & Misfeldt (2015)	Programmering af robotenheder i grundskolen					På tværs af grundskolen	Integreret i fag
Games & Kane (2011)	Exploring Adolescent's STEM Learning through Scaffolded Game Design					Mellemtrin	Integreret i fag
Hansbøl & Ejsing-Duun (2017)	Coding Class - Dokumentation og Evaluering					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Hansbøl & Ejsing-Duun (2018)	Evaluering og dokumentation af Coding Class Cph					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag

Hjorth et al. (2017)	Digital Technology and design processes II: Follow-up report on Fab-Lab@School survey among Danish youth				Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Hughes (2017)	Discovery, Design & Development through Makerspaces				På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Iversen et al. (2013)	Understanding teenagers' motivation in participatory design				Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Iversen et al. (2018)	From computational thinking to computational empowerment: A 21 st century PD Agenda				På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Lockwood & Mooney (2017)	Computational Thinking in Education: Where does it fit?				På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Majgaard & Lyk (2015)	På rejse med virtual reality i billedkunst				Mellemtrin	Integreret i fag
McLellan & Nicholl (2013)	Creativity in crisis in Design and Technology: Are classroom climates conducive for creativity in English secondary schools?				Mellemtrin	Selvstændigt fag
Nielsen et al. (2015)	8. klasse som kreative producenter af fremtidens velfærdsteknologi				Udskoling	Ikke knyttet til specifikt fag
Sentance & Schwiderski-Grosche (2012)	Challenge and creativity: Using .Net Gadgeteer in schools				Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Sentance et al. (2017)	Micro:bit Evaluation Report				På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Shute et al. (2017)	Demystifying computational thinking				På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Smith et al. (2015)	Design thinking for digital fabrication in education				På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Smith et al. (2016)	Impediments to digital fabrication in Education: A study of teacher's role in digital fabrication				På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Werner et al. (2014)	Children Programming Games: A strategy for Measuring Computational Learning				Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Witherspoon et al. (2017)	Developing Computational Thinking through a virtual robotics programming curriculum				Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag

4.3.1 Virkningsfulde didaktiske greb inden for design

På baggrund af studierne, som temaet baserer sig på, kan der udledes en række didaktiske greb inden for design. De didaktiske greb understøtter, at eleverne opnår kompetencer til at udarbejde løsninger på konkrete problemstillinger gennem iterative processer. Samtidig bidrager tilgangene til, at eleverne stilladseres tilstrækkeligt i deres kreative arbejde, så de udvikler velovervejede og -begrundede løsninger på problemstillingerne. Følgende didaktiske greb og tilgange danner struktur for temaet og uddybes nedenfor:

- Udforskning af problemstillinger gennem iterative processer
- Opbygning af fejlpositiv kultur
- Åben og kreativ tilgang til udforskning af problemer
- Designprocesmodeller som stillads
- Samarbejde i designprocesser
- Teknologier og materialer
- Evaluering af elevernes arbejde i designproces.

Undervisningen inden for design tager, som beskrevet i syntesens afsnit 4.1.1, udgangspunkt i udforskning og løsning af **komplekse, virkelighedsnære problemer**. Disse problemstillinger benævnes blandt andet *real world problems*, *wicked problems* eller *messy situations* (Smith et al., 2015; Christensen et al., 2016; Smith et al., 2016; Hjorth et al., 2017). Gennem anvendelse af disse begreber henviser teksterne til, at sådanne problemer ikke lader sig løse gennem såkaldte tekniske, rationelle tilgange. Tværtimod kalder *wicked problems* per definition på at tilgå problemstillingen kreativt, eksperimenterende og helhedsorienteret. Undervisningen i digital design og designprocesser relaterer sig således til evnen til at kunne rammesætte problemstillinger inden for et komplekst problemfelt.

I en stor del af den inkluderede litteratur, lægges der således også vægt på, at eleverne arbejder **iterativt og eksperimenterende** (Brennan & Resnick, 2012; Bekker et al., 2015; Brennan, 2015; Majgaard & Lyk, 2015; Nielsen et al., 2015; Smith et al., 2015; Christensen et al., 2016; Smith et al., 2016; Hansbøl & Ejsing-Duun, 2017; Hjorth et al., 2017; Lockwood & Mooney, 2017; Shute et al., 2017; Iversen, 2018; Chu et al., 2017). Det vil sige, at eleverne må prøve sig frem og arbejde sig hen imod en løsning fremfor at skulle regne løsningen ud fra begyndelsen.

Den eksperimenterende tilgang kommer blandt andet til udtryk, når eleverne støder på udfordringer eller fejl i designarbejdet. Her er en væsentlig del af processen, at eleverne arbejder med at finde løsninger på fejl ved at eksperimenter og undersøge forskellige tilgange (Chu et al., 2017; Nielsen et al., 2015). Arbejdet med at løse konkrete problemer har på den ene side vist sig at være udfordrende for eleverne, fordi de i nogle tilfælde bruger en del tid på at identificere problemerne (Nielsen et al., 2015). Samtidig viser erfaring dog også, at problemudforskningen netop kan danne udgangspunkt for faglige diskussioner, fordi et design eller en opstilling skal gennemgås og genovervejes, når fejlen skal identificeres.

I forlængelse heraf er det vigtigt, at eleverne vænner sig til, at behovet for gentagelser og løbende fejlretning (debugging) ikke er et udtryk for, at opgaven er løst forkert, men blot, at et givent produkt/projekt altid kan forbedres. Der skal med andre ord opbygges en **fejlpositiv kultur**, hvor eleverne ikke frygter at fejle, men derimod tør kaste sig ud i nye projekter gennem en eksperimenterende tilgang (Hughes, 2017; Sentance & Schwiderski-Grosche, 2012). Sentance & Schwiderski-Grosche (2012) kalder det en "try and see what happens"-tilgang til læring, hvor eleverne gradvist bygger videre på et projekt ved at prøve sig frem.

Den fejlpositive kultur skal ikke blot bidrage til, at eleverne tør arbejde eksperimenterende, men skal også bidrage til, at eleverne fokuserer mindre på slutproduktet og mere på den iterative og eksperimenterende proces (Brennan, 2015). En måde at understøtte denne kultur er gennem designprocessen. Ifølge Hughes (2017) ændrer eleverne gennem en designproces gradvist fokus fra at lære for at få en højere karakter til i stedet at indgå i en læringsproces, der er mere personlig og forbundet med den virkelige verden.

I en dansk kontekst har det pædagogiske personale også erfaringer med, at der skal opbygges en ny kultur, hvor det er legitimt at lave fejl. Eksemplerne fremgår af boksen nedenfor.

Boks 4-4: Fejlkultur frem for målkultur – eksempel fra praksis

Fejlkultur frem for målkultur

På en skole, hvor man arbejder med en valgfagsordning om teknologi, beskriver en lærer, hvordan det er en udfordring, at få eleverne til ikke blot at have fokus på et bestemt mål, men også fordybe sig i processen. I den forbindelse lægger læreren vægt på, at eleverne skal ændre deres syn på skolearbejdet som noget, der enten er rigtigt eller forkert. I stedet skal de opfatte det som en iterativ proces, hvor et givent projekt altid kan forbedres.

"Det allervigtigste er at få dem til at forstå, at der ikke er noget, der er rigtig og forkert. Det er mega svært, for det lærer de allerede fra starten, så man skal have åbnet deres små hoveder op for, at de kan udvikle ting – at de hele tiden kan blive bedre. Det er meget sådan; "nu er vi færdige", og så må man jo sige; "nej, I har det første forsøg færdigt, hvordan kan det blive bedre?" Lærer

På en anden skole, hvor der ligeledes arbejdes med teknologier og teknologiforståelse, beskriver en lærer, hvordan hun oplever, at eleverne er bange for at begå fejl, hvilket hæmmer deres kreative arbejde.

"Jeg viste dem en video med en kirurgisk robot, som opererer en vindrue. Så ville jeg lave en lille øvelse med dem, hvor de skulle gøre det bagefter. De gik lidt i panik. De kunne ikke træde en nål, og så turde de slet ikke skære i vindrue, for hvad hvis de skar forkert. Og der måtte jeg sige til dem, at de simpelthen ikke kunne gøre noget forkert. Altså, hvis de stak nålen direkte ned i

vindruen, så var opgaven faktisk løst. Jeg måtte forklare dem, at det er okay at skære i den. Du kan ikke gøre noget forkert.” Lærer

Lærerens erfaring er, at en mere legende tilgang til opgaverne bidrager til, at eleverne i mindre grad frygter at fejle. Eksempelvis er eleverne glade for at arbejde med Makey Makey, og læreren tilskriver dette, at de hurtigt begynder at lege med teknologien og derfor ikke frygter fejl på samme måde. Den legende tilgang skaber ifølge hende en tryk atmosfære i undervisningen.

En anden måde at få eleverne til at flytte fokus fra slutproduktet til processen er at skabe plads til fordybelse. Her beskriver skolelederen fra samme skole, hvordan de afholder fordybelsesdage – også kaldet 'profil dage' – hvor eleverne kan få mulighed for at arbejde med digitale værktøjer, herunder designe, kreere og løse problemer. Disse dage adskiller sig fra den øvrige undervisning, da dagene ikke skal munde ud i noget, som efterfølgende skal bedømmes.

En tredje måde at fremme en fejlkultur på er ved at understøtte, at eleverne fremhæver deres fejl i stedet for at skjule dem. På en skole har man eksempelvis introduceret et *fejltræ*, som eleverne kan hænge deres 'fejllproduktioner' på. Tanken er, at andre elever har mulighed for at komme med gode inputs til, hvordan en given udfordring kan løses, og at produktet dernæst kan tages ned igen, når eleven har løst problemet. På den måde understreger lærerne over for eleverne, at fejl er i orden og lige frem kan være givende for at nå frem til et bedre resultat.

Et andet vigtigt element i forbindelse med designprocesser er kreativitet. Eleverne skal **arbejde kreativt**, når de skal finde frem til nye løsninger på problemstillinger. Den åbne og kreative tilgang til problemløsning er vigtig, da den bidrager til at skabe mere effektiv læring, til at eleverne udvikler designkompetence og digitale kompetencer og styrker elevernes dømmekraft i eksperimenterede designprocesser (Waite, 2017; Hjorth et al., 2017; Smith et al., 2015; Iversen et al., 2018). Flere studier peger imidlertid på, at eleverne ikke nødvendigvis arbejder kreativt i designprocesserne, blot fordi de har rammerne til det i form af eksempelvis makerspaces (McLellan & Nicholl, 2013; Blikstein, 2013; Smith et al., 2015). Kreativiteten forudsætter, at både lærere og elever arbejder ud fra en **åbensindet tilgang**, hvor slutmålet ikke er defineret på forhånd (Smith et al., 2016). Nielsen et al. (2015) beskriver deres eksplorative tilgang til arbejdet som en "hvad nu hvis...?"-tilgang, hvor læreren sammen med eleverne går åbent til arbejdet og ikke har et facit parat.

Den åbne tilgang til problemløsningen kan imidlertid også være en udfordring for eleverne (McLellan & Nicholl, 2013; Smith et al., 2016; Brennan et al., 2015; Hughes, 2017; Smith et al., 2015; Christensen et al., 2016). Det kommer blandt andet til udtryk ved, at eleverne søger bekræftelse hos lærerne på, om deres opgaveløsning er rigtig, ved at eleverne mangler sproget for de kreative processer eller ved at eleverne ikke tør kaste sig ud i kreative designaktiviteter (Ejsing-Duun & Misfeldt, 2015, Smith et al., 2015; Smith et al., 2016; Brennan, 2015). En måde at stilladsere eleverne i den åbne tilgang er at anvende en designprocesmodel.

En del af den inkluderede litteratur peger på, at problemløsningen med fordel kan **struktureres ved hjælp af designprocesmodeller** (Bekker et al., 2015; Smith et al., 2015; Hjorth

et al., 2017; Iversen et al., 2018). Designprocesmodeller opdeler designprocesser i delelementer såsom rammesætning, undersøgelse, idégenerering, fabrikation, argumentation og refleksion over egen proces. Et studie af Hjorth et al. (2017) peger på, at stilladsring af processen ved hjælp af en designprocesmodel har en væsentlig indflydelse på elevernes udvikling af kompetencer til at håndtere komplekse problemer med digitale teknologier og til at reflektere over teknologiers betydning for samfundet. De inkluderede studier giver flere forklaringer på, hvordan designprocesmodeller kan være med til at fremme elevernes udbytte.

For det første kan en designprocesmodel anvendes som redskab til at engagere og fastholde elever, når de undersøger og rammesætter et problemfelt. Dermed kan det også bidrage til, at de bliver længere tid i den indledende fase, før de arbejder i retning af egentlige løsninger. Denne fastholdelse er vigtig, fordi eleverne har en tendens til at fastlåse (*design fixation*) deres tanker på den første idé, de får (Smith et al., 2015). Derudover kan designprocesmodeller bidrage til at skabe et fagsprog omkring de forskellige faser af designprocessen, som både lærerne og eleverne oplever at mangle (Smith et al., 2015; Smith et al., 2016; Berman et al., 2016).

For et andet kan en designprocesmodel medvirke til, at eleverne bevæger sig videre fra én fase til den næste, fordi de kan se, hvilke faser de er nået igennem. Modellen bidrager dermed til at sikre, at eleverne ikke bruger uforholdsmæssigt lang tid på én fase og dermed ikke når omkring de øvrige faser. Med modellen understøttes eleverne desuden i at kunne reflektere over de forskellige faser og forstå, hvad de indebærer, fordi faserne klart præsenteres for dem (Bekker et al., 2015; Iversen et al., 2018).

Procesmodeller understøtter desuden, at eleverne tænker kritisk over tilblivelsen af de digitale produkter, de omgiver sig med i hverdagen (Iversen et al., 2018). Iversen et al. (2018) argumenterer for, at eleverne ved at gå baglæns i en procesmodel kan forestille sig, hvilke valg producenten har truffet på deres vegne. På den måde kan modellen understøtte, at eleverne reflekterer over en teknologisk opbygning, formålet med en teknologi og konsekvenserne ved anvendelsen af teknologier. I nedenstående boks præsenteres to eksempler på, hvordan didaktiske modeller er anvendt i designprocesser.

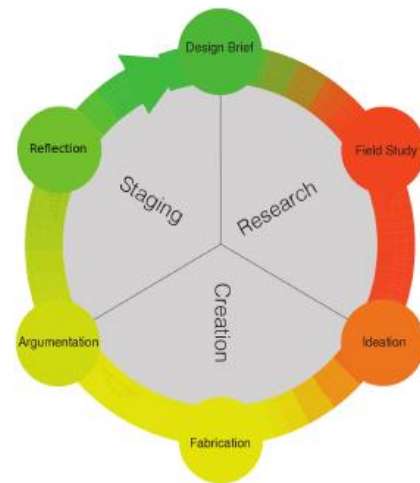
Boks 4-5: Didaktiske modeller skaber struktur og fælles sprog – eksempel fra praksis

Didaktiske modeller skaber struktur og fælles sprog

I projekterne *Coding Class* og *FabLab@School* har det pædagogiske personale struktureret elevernes arbejdsproces omkring henholdsvis en innovationsprocesmodel og en designprocesmodel. Begge modeller har det til fælles, at de består af en række faser, som eleverne skal igennem i deres arbejde med et konkret projekt.

I det danske projekt *FabLab@School* anvendes designprocesmodellen som et understøttende værktøj til læring og refleksion, hvor eleverne bliver introduceret til og prøver kræfter med hele designprocessen bag den digitale fabrikation; fra den tidlige idégenerering til den første præsentation af en prototype.

I evalueringen af projektet konkluderes det i den forbindelse, hvordan stilladsering og strukturering af den digitale fabrikation omkring en designproces øger elevernes færdigheder ind i en designproces (Hjorth et al., 2017). I evalueringen findes det desuden sandsynligt, at anvendelsen af en designprocesmodel bidrager til, at eleverne i højere grad prøver kræfter med at løse komplekse problemer, reflekterer kritisk over anvendelsen af teknologi og i videre udstrækning evner at arbejde kreativt med teknologi. I figuren til højre fremgår den procesmodel, som FabLab@School har taget udgangspunkt i.



I projektet Coding Class er der ligeledes udarbejdet en didaktisk model, som består af syv trin, eleverne skal igennem – dog målrettet en innovations- og ikke en designproces. Modellen sikrer ifølge en lærer fra Coding Class, at eleverne kommer omkring de forskellige trin, der er i en innovationsproces. Samtidig gør det arbejdet med idégenerering mere håndterbart for eleverne, når det er struktureret omkring en konkret proces. En lærer beskriver:

”Tit er børnene meget fortabte i frie opgaver. Innovationsprocessen giver en struktur, som gør, at de ved, hvad de skal. Vi har arbejdet med den samme model i andre projekter. Det er en genkendelig proces, som de prøver af – det virker godt.”

Modellen bidrager desuden til at udvikle et fælles sprog omkring faserne i designprocessen, og samtidig øger det deres evne til at reflektere over, hvor de er i processen, og hvor længe de skal beskæftige sig med et trin, før det er tid til at bevæge sig videre.

”De kan bedre have metarefleksioner over, skal vi overhovedet gå videre til næste skridt nu? Hvor er vi henne i processen? Man kan se på det, man er i gang med, oppefra. Hvorfor kan vi ikke komme videre?” Lærer

Når eleverne følger innovationsmodellen, oplever læreren desuden, at eleverne i højere grad sparrer med hinanden og kommer med konstruktiv feedback. Eksempelvis består et trin i innovationsmodellen af en udvælgelsesproces, hvor eleverne skal diskutere de forskellige idéer, de er kommet frem til, på baggrund af en brainstorm-øvelse. På den måde kan modellen understøtte, at der er et element af feedback og refleksion i elevernes arbejde.

Selvom elevernes samarbejde ikke har haft et selvstændigt fokus i de inkluderede studier, indikerer studierne, at **samarbejde er et centralt element** i elevernes designprocesser. Samarbejde kan både bestå i, at eleverne arbejder i grupper i designprocesserne, og ved, at eleverne sparrer med hinanden på tværs af grupper. Berman et al. (2016) beskriver, hvordan eleverne i en makerproces diskuterer med hinanden, hvor potentielle problemer er opstået, og hvordan de kan løses. Denne sparring omkring konkrete problemer er ifølge

Berman et al. (2016) afgørende for, at eleverne opbygger gensidig tillid og engagement i processen. En måde at understøtte samarbejdet er ifølge Smith et al. (2015) at give eleverne forskellige roller i designprocessen. Dette kan bidrage til at understøtte gruppedynamikken, når eleverne arbejder sammen (Smith et al., 2015; Iversen et al., 2013). Endelig har gruppearbejdet i en designproces vist sig at være en motiverende arbejdsform for eleverne (Iversen et al., 2013).

Blandt de inkluderede studier, som omhandler designprocesser og designdidaktik, er der forskellige perspektiver på **behovet for fysiske teknologier**, herunder betydningen af makerspaces. Makerspaces er en betegnelse, der bliver brugt med mange forskellige betydninger. Blikstein (2013) omtaler makerspaces som digitale fabrikationslaboratorier, hvor eleverne og det pædagogiske personale kan arbejde med forskellige teknologier så som 3D-printere, vinylskærere og laserskærere. Andre fokuserer på makerspaces i skoler som *hybride læringslaboratorier*, hvor teknologier blandes med designtænkning og løsninger af komplekse samfundsmæssige problemstillinger (Hjorth et al., 2017). Blikstein (2013) argumenterer i den forbindelse for, at der er unikke muligheder ved introduktionen af digitale fabrikationsteknologier, fordi det giver eleverne nye måder at udtrykke sig på og gøre idéer til virkelighed. Samtidig peger Pavpavlasopoulou et al. (2016) i deres litteraturreview på, at elevernes arbejde i makerspaces har resulteret i en forståelse af komplekse programmeringskoncepter, og at det har resulteret i en stigning i elevernes mestringsforventninger i forhold til digitale teknologier.

Omvendt fremhæver andre, at makerkulturer, praksisfællesskaber eller design-/problemløsningsprocesserne er vigtigere end teknologierne i sig selv (Hughes, 2017; Berman et al., 2016; Smith et al., 2015; Hjorth et al., 2017; Iversen et al., 2018). En række af studierne fremhæver endvidere analoge materialer som pap, lim, filt som essentielle for designprocesserne (Smith et al., 2015; Smith et al., 2016). Smith et al. (2015) peger på, at elevers evne til at kommunikere egne tanker og idéer gennem analoge og digitale prototyper er en del af et sprog, eleverne kan og skal udvikle som et skridt på vejen mod en designmæssig dømmekraft.

Boks 4-6: Anvendelse af makerspaces forudsætter forarbejde – eksempel fra praksis

Anvendelse af makerspaces forudsætter forarbejde

Flere lærere har gjort sig erfaringer med anvendelsen af makerspaces i relation til forskellige faglige forløb. De beskriver uafhængigt af hinanden, hvordan det er vigtigt at gøre sig didaktiske overvejelser omkring anvendelsen af makerspaces, når de inkorporeres i undervisningen. I den forbindelse forklarer en lærer på baggrund af sine erfaringer med undervisning i makerspaces, at der er fordele ved at anvende et makerspace, når eleverne har arbejdet grundigt med en idé og dermed gjort et stort forarbejde.

”Vi bruger kun makerspace på den måde, hvor det bruges som supplement til det øvrige forløb. Vi tilgår ikke makerspace, for bare at gøre det. Det skal give mening. Det skal gøre noget endnu bedre.” Lærer

Det er med andre ord vigtigt, at designprocessen er styret, således at eleverne ikke blot 'slippes løs' i makerspace, men at der er et klart formål med at anvende det udstyr, der er i lokalet. Dermed skal makerspace inddrages som et redskab i en proces, som også indebærer elementer så som idégenerering og indsamling af viden. På samme måde forklarer en lærer på Højby Skole i Odense, hvordan hun først inddrager makerspace som afslutning på en længere designproces:

"Vi har først været inde i makerspace, når de har godt styr på deres ide og har lavet udkast på baggrund af forhåndenværende materialer." Lærer

I Rødovre Kommune er der ligeledes indrettet et laboratorium, hvor eleverne kan anvende forskellige teknologier i deres designproces. En lærer på en skole i Rødovre beskriver i den forbindelse, hvordan det har betydning for, hvorvidt eleverne opnår et læringsudbytte, at lærerne faciliterer arbejdet:

"Laboratorier fungerer, hvis de mennesker, der skal stå for det, forstår innovation." Lærer

Overordnet er det dermed lærernes erfaring, at makerspaces eller lignende teknologiske laboratorier ikke i sig selv leder til, at eleverne arbejder eksperimenterende og iterativt med en idé eller problemstilling. Derimod forudsætter det et grundigt forarbejde og en struktureret arbejdsproces, hvis eleverne skal få det forventede udbytte af arbejdet.

Christensen og Iversen (2017) kobler udvælgelsen af teknologier med, hvor eleverne er i deres designprocesser. Eksempelvis vil store håndgribelige prototyper gøre arbejdet med en prototype nemmere, fordi det er nemmere at håndtere end en lille prototype, hvor eleverne skal arbejde med fingerspidserne. Samtidig er det nemmere at lave gruppearbejde, da alle kan arbejde på en del af prototypen samtidigt. Senere i processen kan det derimod give mening fx at udvikle prototypen i noget mere skrøbeligt materiale, for på den måde at forfine udseendet af produktet (Christensen og Iversen 2017). Tilsvarende bør teknologierne give mulighed for at overføre arbejde fra en teknologi til en anden. Når eleverne bevæger sig fra én fase af prototypeprocessen til den næste, kan det være nødvendigt at skifte teknologi, hvorfor det er helt essentielt, at eleverne ikke skal starte forfra for at tilpasse deres arbejde til en ny teknologi (Christensen og Iversen 2017).

Den åbne tilgang til undervisningen, hvor der i høj grad er fokus på designprocessen frem for designproduktet, kalder på **nye måder at evaluere** elevernes læringsudbytte på. Det skyldes blandt andet, at en evaluering af elevernes løsninger ikke nødvendigvis afspejler kvaliteten af elevernes proces. Samtidig kan et fokus på kontrol af elevernes læringsudbytte i processen lige frem modvirke elevernes kreative og problemløsende arbejde (McLellan & Nicholl, 2013). Studier peger i den forbindelse på, hvordan evalueringen af eleverne både bør bestå af en analyse af planlægningsfasen, planlægningsark, slutprodukter og observation af præsentationer, da det giver et mere retvisende billede af elevernes grad af "Making

Literacy” (Chu et al., 2017). Ligeledes peger Hughes (2017) på, at anvendelsen af logbog, hvor eleverne registrerer deres udfordringer, succeser og slutprodukter, bidrager til at synliggøre elevernes læring og læreprocesser. Desuden finder Hughes (2017), at anvendelsen af maker journals fremmer elevernes metakognitive evner, da eleverne i arbejdet med disse maker journals trænes i at reflektere over egne processer.

4.4 Programmering

Temaet om programmering handler om, hvordan undervisningen kan gribes an, så eleverne motiveres til, får en grundlæggende forståelse for og kan anvende programmering til at løse konkrete problemstillinger.

Afsnittet præsenterer således en række virkningsfulde didaktiske greb, der understøtter elevernes tilegnelse af viden og færdigheder i teknologiforståelse generelt og inden for kompetenceområderne **computational tankegang** og **teknologisk handleevne** specifikt.

På tværs af studierne er der blandt andet fokus på forståelsen af digitale teknologiers sprog og principper, samspillet mellem hardware og software samt typiske fejlkilder. Studierne relaterer sig derfor til de videns- og færdighedsmål, der handler om **programmering** og **computersystemer**, inden for kompetenceområdet teknologisk handleevne. Desuden peger temaet på greb, der bidrager til at øge elevernes forståelse for algoritmer, data, modellering og strukturering af data, der relaterer sig til kompetenceområdet computational tankegang.

I den forbindelse er det desuden en central pointe i hovedparten af studierne inkluderet i temaet, at undervisningen i programmering typisk bygges op om konstruktionen af et digitalt artefakt som svar på en konkret problemstilling. Fælles for studierne i dette tema er således også, at de didaktiske greb til at undervise i programmering ofte kombineres med en **problembaseret tilgang** og elementer af en **designtilgang**. På den måde indgår programmering ofte som et redskab i en skabende proces, hvor eleverne skal adressere en konkret problemstilling.

Der er identificeret i alt **25 studier**, der belyser virkningsfulde didaktiske greb i undervisningen med fokus på programmering. Studierne fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 4-5: Studier relateret til programmeringsdidaktik

Forfatter	Titel	Digital myndiggørelse	Digital design og designprocesser	Computational tankegang	Teknologisk handleevne	Klassetrin	Type
Benton et al. (2017)	Bridging Primary Programming and Mathematics: Some Findings of Design Research in England					Mellemtrin	Integreret i fag, selvstændigt fag
Blikstein (2018)	Pre-College Computer Science education: A survey of the field					På tværs af grundskole	Selvstændigt fag
Brennan & Resnick (2012)	New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Brennan (2015)	Beyond right or wrong: challenges of including creative design activities in the classroom					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Carlborg et al. (2018)	The Scope of Autonomy Model: Development of teaching materials for computational thinking in primary school					Indskoling	Integreret i fag
Crick (2017)	Computing Education: An Overview of Research in the Field					På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Duncan & Bell (2015)	A pilot computer science and Programming Course for Primary School students					Mellemtrin	Selvstændigt fag
Ejsing-Duun & Misfeldt (2015)	Programmering af robotenheder i grundskolen					På tværs af grundskolen	Integreret i fag
Falkner et al. (2014)	The Australian digital technologies curriculum: Challenge and opportunity					På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Games & Kane (2011)	Exploring Adolescent's STEM Learning through Scaffolded Game Design					Mellemtrin	Integreret i fag
Hermans & Avialogloi (2017)	To Scratch or not to Scratch?					På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag

Jenkins (2015)	A work in progress paper: Evaluating a microworlds-based learning approach for developing literacy and computational thinking in cross curricular contexts					Mellemtrin	Integreret i fag
Lockwood & Mooney (2017)	Computational Thinking in Education: Where does it fit?					På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Nielsen et al. (2015)	8. klasse som kreative producenter af fremtidens velfærdsteknologi					Udskoling	Ikke knyttet til specifikt fag
Papavlasopoulou et al. (2017)	Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature Review					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Price et al. (2016)	Evaluation of Frame-based Programming Editor					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Pye Tait Consulting (2017)	After the reboot: The state of computing education in UK schools and colleges					På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Repenning et al. (2015)	Scalable game design: A strategy to bring systemic computer science education to schools through game design and simulation creation					På tværs af grundskole	Integreret i fag
Sentance & Schwiderski-Grosche (2012)	Challenge and creativity: Using .Net gadgeteer in schools					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Sentance et al. (2017)	Micro:bit Evaluation Report					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Shute et al. (2017)	Demystifying computational thinking					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Waite (2017)	Pedagogy in teaching Computer Science in schools: A Literature Review					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Werner et al. (2014)	Children Programming Games: A strategy for Measuring Computational Learning					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Witherspoon et al. (2017)	Developing Computational Thinking through a virtual robotics programming curriculum					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Wolz et al. (2011)	Computational Thinking an Expository Writing in the Middle School					Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag, integreret i fag

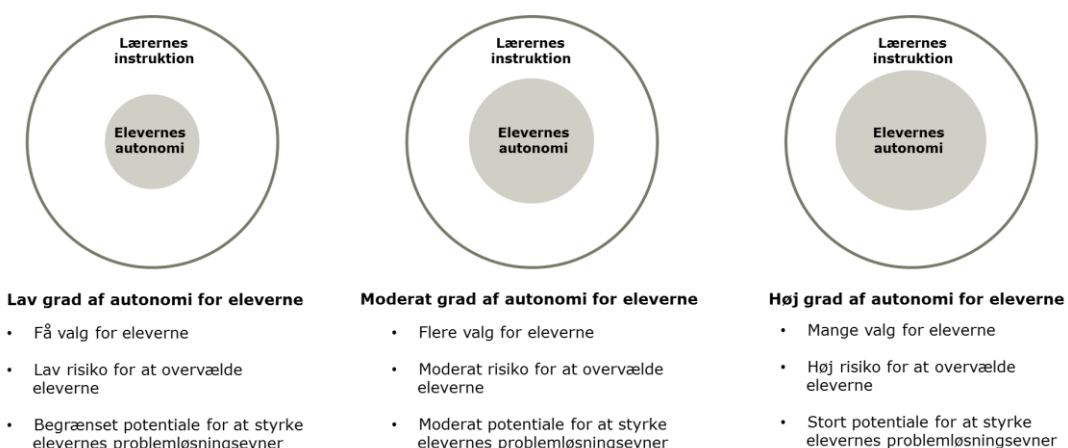
4.4.1 Virkningsfulde didaktiske greb inden for programmering

På baggrund af de inkluderede studier kan der udledes en række didaktiske greb, der forudsætter og understøtter, at eleverne tilegner sig en dybere forståelse for programmering og kompetencer til at anvende programmering som redskab til at løse konkrete problemstillinger, samtidig med, at elevernes motivation og engagement i undervisning styrkes. Det drejer sig om følgende didaktiske greb, der uddybes efterfølgende:

- Gradvis udvidelse af elevernes frihedsgrader
- Stilladsering af elevernes dybdegående forståelse for programmering
- Anvendelse af fysiske interaktionsteknologier
- Valg af programmeringsværktøj
- Udvikling af spil i arbejdet med programmering
- Undervisnings- og samarbejdsformer.

Flere af de inkluderede studier indikerer, at det er virkningsfuldt **gradvist at udvide elevernes frihedsgrader**, når der arbejdes med programmering. Det er en således en forudsætning for, at eleverne kan indgå i en kreativ designproces eller arbejde med, hvordan et konkret problem løses ved hjælp af programmering, at eleverne opnår en grundlæggende forståelse for begreberne bag programmering (Ejsing-Duun & Misfeldt, 2015; Sentance & Schwiderski-Grosche, 2012; Witherspoon et al., 2017; Nielsen et al., 2015; Carlborg et al., 2018). For at sikre dybdegående læring om programmering peger studier på, at eleverne i højere grad skal starte med at arbejde med en kombination af guidet udforskning og instruktion, før de bevæger sig videre til den mere åbne og frie proces. Carlborg et al. (2018) illustrerer ved hjælp af nedenstående figur⁷, hvordan frihedsgraderne gradvist bør udvides for at sikre, at eleverne ikke føler sig overvældede over de mange valgmuligheder og veje, de kan gå i arbejdet med en problemstilling.

Figur 4-7: Elevernes forskellige grader af autonomi



⁷ Figuren er her oversat til dansk.

En gradvise udvidelse af frihedsgrader indebærer typisk, at undervisningsforløbet struktureres i faser, hvor eleverne indledningsvist introduceres til forskellige programmeringsbegreber. Introduktionen til begreberne omtales blandt andet som "worked examples", hvor eleverne guides gennem trinvis opgaver og ser gode eksempler på, hvordan man kan anvende programmering (Blikstein, 2018). I en dansk kontekst er denne opbygning af undervisningen blandt andet kommet til udtryk ved, at eleverne først har taget et "kørekort" i robotbygning, før de har fået til opgave at arbejde kreativt med at få robotten til at løse et problem (Ejsing-Duun & Misfeldt, 2015). Et andet eksempel fremgår af boksen nedenfor.

Boks 4-8: Microprocessor i en projektsammenhæng – eksempel fra praksis

Mikroprocessor i en projektsammenhæng

Flere lærere har gjort sig konkrete erfaringer med at inddrage mikroprocessorer, som fx Micro:bit, når elever skal undervises i programmering. I den forbindelse har en lærer været optaget af at strukturere undervisningsforløbene efter emner og problemstillinger, der optager eleverne. Denne tilgang anvendes for at skabe en forståelse for, hvordan teknologi kan bidrage til at løse komplekse problemer:

"Det [problemløsning, red.] tænker jeg, teknologi skal gå ud på. At vi kan gøre noget ved nogle af alle de problemer, vi bliver bombarderet med. Så de kompetencer, som eleverne får, handler vel om at få ideer, udvikle på ideer, sætte det i en ny sammenhæng, remixe, designe løsninger – som kan bruges i virkeligheden." Lærer

En lærer understreger dog, at det er afgørende for elevernes læring og motivation, at de får hjælp til at lære de grundlæggende begreber og mekanismer bag mikroprocessoren, før de selv kan være kreativt skabende med teknologien. Det er vigtigt både at skabe plads til, at de dygtige elever bliver udfordret, men også, at de, som ingen erfaring har, eller hvor det ikke falder dem nemt, får hjælp til at komme i gang.

"Det er en afvejning mellem, at eleverne skal have hjælp til at forstå, hvordan Micro:bit fungerer, men også skal kunne bruge deres kreative evner. Jeg har set eksempler på klasser, hvor læreren på et valghold benyttede det med, at de selv skulle finde ud af, hvordan det virkede. I den klasse var der dygtige elever – men i en almindelig normal klasse skal man prøve på at give plads til dem, som selv kan, og holde hånden under dem, som ikke har så meget fantasi." Lærer

En tilgang til at sikre, at eleverne har en grundlæggende forståelse for teknologien, kan ifølge læreren være at give eleverne en opskrift, de skal følge, for derefter gradvist at afvige fra opskriften og på den måde udfordre dem. På den måde får eleverne først et indtryk af, hvad teknologien kan, og hvordan man arbejder med den.

I forlængelse heraf fremhæver Blikstein (2018) i et litteraturreview, hvordan studier peger på, at konventionelle instruktionsguides (worked examples) – hvor eleverne gennem instruktioner som ”klik på blok A” og ”forbind blok A med blok B” – er mindre udbytterige. I stedet bør tringuides opbygges på baggrund af delmål, hvor det angives, hvad eleverne foretager sig, under de forskellige trin. Elevernes evne til at løse komplekse problemer øges, når der i tilknytning til de forskellige grupper af trininstruktioner er overskrifter såsom ”skab et nyt objekt” eller ”indstil egenskaber”. Det bidrager til, at eleverne i højere grad har en forståelse for, hvad formålet er med de trin, de gennemgår.

Et andet eksempel på, hvordan undervisningen kan opbygges gradvist, er læringsprogressionen ’use-modify-create’, som er udviklet af Lee (2011) og refereret til i et litteraturreview af Waite (2017). Progressionen går ud på, at eleverne først anvender andres produkter ved eksempelvis at køre et program eller spille et computerspil, der allerede er lavet. Over tid er tanken, at eleverne begynder at tilpasse spillet eller programmet, fx fordi de ønsker at ændre farven på en karakter. Når eleverne modificerer et eksisterende produkt, bliver det gradvist mere deres eget projekt, og de opbygger tiltro til egne programmeringsevner. Når evnerne og selvtilliden er bygget op, kan eleverne opfordres til at designe deres egne løsninger som svar på egne problemstillinger. Ifølge studiet er det i særlig høj grad, når eleverne er kreativt skabende gennem egne projekter, at den computationelle tankegang såsom abstraktion, automatisering og analyse udvikles (Waite, 2017).

Den indledende introduktion til programmeringsværktøjet og tankegangen bag programmering har stor betydning for, at eleverne, efterfølgende, føler sig rustet til at være kreative og kan anvende begreberne på en korrekt og hensigtsmæssig måde. Studier indikerer eksempelvis, at eleverne ikke nødvendigvis opnår viden om programmeringsbegreber så som variable⁸, gentagelser⁹ og boolsk logik¹⁰ i forløb, hvor eleverne udelukkende selv eksperimenterer med et blokprogrammeringsværktøj (Waite, 2017). Eleverne har med andre ord behov for eksplicite forklaringer og eksempler på, hvordan forskellige begreber fungerer, for at kunne arbejde med det i en mere kreativ og åben proces.

Samtidig indikerer de inkluderede studier, at eleverne skal stifte bekendtskab med de typiske fejlkilder, der kan være årsag til, at programmet¹¹ ikke reagerer som forventet, inden eleverne meningsfuldt kan arbejde med programmering i mere selvstyrende processer. Eksempelvis beskriver Nielsen et al. (2015), hvordan en del elever laver tastefejl, når de arbejder med de introducerende programmeringsopgaver, hvor de ikke har stavet en variabel på helt samme måde forskellige steder i det samme program, eller hvor eleverne glemmer at skelne mellem anvendelsen af store og små bogstaver, når de indtaster kommandoer. De grundlæggende opgaver, som blandt andet indebærer fejlfinding¹² (debugging), bidrager til at give en indledende forståelse for tankegangen bag programmering. Disse opgaver har

⁸ En variabel i en algoritme eller et program er et navn, som bruges til at referere til en aktuel værdi. I en spialgoritme kan navnet ”point” bruges til at referere til det aktuelle antal point, en spiller har.

⁹ En gentagelse kan forstås som en regel, som beskriver, at en række instruktioner og regler skal gentages to eller flere gange, indtil en situation eller en betingelse er opfyldt.

¹⁰ Boolsk logik henviser til en måde at skrive betingelser eller udsagn i en algoritme eller et program. Fx bruges boolsk logik i det sammensatte udsagn ”point mindre end 10 og tiden er gået”, hvor to simple udsagn er forbundet med ordet ”og” for at vise, at det sammensatte udsagn er sandt kun i det tilfælde, hvor begge udsagn er sande.

¹¹ Et program kan forstås som en algoritme udtrykt i programmeringssprog, så en computer ved at følge programmet kan løse et problem eller opnå noget bestemt.

¹² Fejlfinding er det arbejde, der ligger i at finde ud af, hvorfor et program ikke virker efter hensigten, og hvordan fejlen kan rettes.

derfor stor betydning for, hvorvidt eleverne efterfølgende selv kan opfinde, beskrive og udføre projekter under anvendelse af programmering (Nielsen et al., 2015).

Samtidig viser studier, at det at lære at programmere er en sekventiel og kumulativ opgave, hvorfor undervisning bør fokusere på små opgaver med få elementer, hvor fokus er på at forstå programmering, før eleverne selv skal arbejde med at udarbejde programmer (Waite, 2017). Dette eksemplificeres også i boksen nedenfor.

Boks 4-9: Gradvis udvidelse af frihedsgrader i Coding Class – eksempel fra praksis

Gradvis udvidelse af frihedsgrader i Coding Class

En lærer i Coding Class har anvendt det, han kalder en modellerende tilgang til undervisningen i programmering. Ifølge ham er der stor forskel på, hvor hurtigt eleverne forstår principperne bag programmering og dermed, hvilke opgaver de kan klare. Derfor er hans tilgang, at eleverne skal starte i det små, hvor de kun har få frihedsgrader, hvorefter man, som lærer, gradvist kan udvide rammen og give eleverne mulighed for selv at eksperimentere.

”Når jeg hjælper elever med at kode, anvender jeg altid en meget modellerende tilgang til, hvad børnene skal. Jeg siger: Nu gør jeg sådan her. Jeg er tydelig med, hvorfor man gør det. Eller anvender step by step-tutorials.” Lærer

Ifølge læreren bidrager det til, at eleverne får en forståelse for, hvordan programmer fungerer. Når denne grundlæggende forståelse er på plads, kan eleverne arbejde mere selvstændigt i forhold til at udforske problemstillinger. Derudover peger læreren på, at det er vigtigt ikke kun at anvende en tilgang, hvor læreren forklarer, hvordan et begreb fungerer. Derimod har det også betydning for elevernes udbytte af undervisningen, at de får mulighed for at programmere i deres eget tempo.

Den grundlæggende introduktion til programmering er desuden med til at **stilladsere, at eleverne opnår en dybere forståelse for programmering**, hvor eleverne ikke blot har fokus på at skabe et program, men også forstår, hvorfor de gør, som de gør. I den forbindelse indikerer flere studier, at det er vigtigt, at eleverne med egne ord kan forklare, hvorfor programmeringen ser ud, som den gør, fordi avanceret programmering ikke nødvendigvis er et udtryk for elevernes forståelse for begreberne (Crick, 2017; Waite, 2017, Kalia, 2017; Brennan & Resnick, 2012).

Brennan & Resnick (2012) finder blandt andet, at nogle elever ved hjælp af et blokprogrammeringsværktøj evner at skabe relativt avancerede programmeringsprojekter, men at eleverne imidlertid kommer til kort, når de skal forklare begreberne bag de blokke, de har anvendt. Når elevernes programmeringsarbejde evalueres, er det derfor vigtigt at være opmærksom på den forskel, der ligger i at kunne finde ud af at programmere hhv. at forstå de bagvedliggende algoritmerne¹³ og dermed også kunne forstå, hvorfor man programmerer, som man gør (Brennan & Resnick, 2012; Werner et al., 2014). Studiet peger på, at elevernes forståelse for programmeringsbegreber bl.a. kan undersøges ved, at eleverne bliver

¹³ Algoritmer kan forstås som en liste af instruktioner og regler, der kan følges for at løse et problem eller opnå noget bestemt. Det kan i hverdagssituationer komme til udtryk som en bageopskrift, en rutebeskrivelse eller en byggevejledning.

bedt om med egne ord at beskrive elementerne af et program. Når eleverne skal forklare enkeltdele i det program, de har udarbejdet, bidrager det til at skærpe fokus på den proces, der leder til et konkret produkt, frem for blot at fokusere på slutproduktet (Brennan & Resnick, 2012).

En anden måde at understøtte, at eleverne får denne grundlæggende forståelse for programmering, er gennem "unplugged"-aktiviteter. Unplugged-aktiviteter er aktiviteter, der ikke inkluderer en computer, men er rent fysiske opgaver, der har til formål at undervise elever i algoritmer¹⁴ gennem lege og puslespil, hvor der anvendes remedier som kort, snore og farveblyanter (Lockwood & Mooney, 2017). Tankegangen bag denne tilgang er, at eleverne gennem øvelserne stifter bekendtskab med nogle af de begreber og udfordringer, der kan opstå ved programmering, og dermed også bliver bedre til at fejlfinde og anvende forskellige begreber. Når eleverne eksempelvis skal instruere hinanden til at bevæge sig gennem et klasselokale, bidrager det til, at eleverne kan forestille sig, hvordan algoritmer i sidste ende leder til konkrete handlinger i et program (Benton et al. 2017; Pye Tait Consulting, 2017). I et studie af Benton et al. (2017) anvender en lærer fysiske gennemgange af algoritmer, hvor en elev eksempelvis skal dirigere læreren, mens resten af klassen observerer. Ved at anvende den fysiske gennemgang, fremhæver det, hvor fejl i algoritmen er opstået, og giver dermed eleverne en konkret fejlfindingsmetode. I et studie af Hermans og Aivaloglou (2017) undersøger forfatterne, hvorvidt elevers forståelse for programmeringskoncepter varierer alt afhængigt af, om de starter med at modtage 'plugged' eller 'unplugged' undervisning i programmering. De finder, at der ikke er forskel på de to elevgruppers mestring af programmeringskoncepter, men at de elever, som startede med at blive undervist i 'unplugged' programmering, havde større tiltro til egne evner og til deres egen forståelse for begreberne.

Unplugged aktiviteter anvendes til at undervise eleverne i datarepræsentation¹⁵, herunder binære tal og billedrepræsentation¹⁶ (Duncan & Bell, 2015). I et studie af Duncan og Bell (2015) er eleverne blandt andet blevet undervist i binære tal ved hjælp af små kort med tallene 0 og 1. Her skal eleverne lægge kortene på gulvet foran sig, hvorefter de i grupper skal oversætte 'hemmelige beskeder'. Eleverne var særdeles motiverede og engagerede i aktiviteten, og det var lærerens oplevelse, at de efterfølgende havde forstået begrebet. En anden aktivitet bestod i, at eleverne skulle farvelægge felter og på den måde få en forståelse for billedrepræsentation, hvilket ligeledes blev opfattet som en særdeles motiverende tilgang for eleverne.

Når elevernes grundlæggende forståelse for programmering og dets begreber skal understøttes, peger studier desuden på, at **fysiske interaktionsteknologier med fordel kan kobles** til programmeringsarbejdet (Shute et al., 2017). Kombinationen af software og hardware kommer eksempelvis til udtryk, når mikroprocessorer eller robotter såsom Micro:bits og LEGO Mindstorms inddrages i undervisningen. Her har undersøgelser blandt andet pe-

¹⁴ Algoritmer kan forstås som en liste af instruktioner og regler, der kan følges for at løse et problem eller opnå noget bestemt. Det kan i hverdagsituationer komme til udtryk som en bageopskrift, en rutebeskrivelse eller en byggevejledning.

¹⁵ Datarepræsentation er den måde, data lagres på i en computer, fx som binære tal.

¹⁶ Billedrepræsentation er den måde, billeder lagres på i en computer, fx som en tabel af binære tal, der repræsenterer farven af de enkelte felter i billedet.

get på, at elevernes computationelle tankegang styrkes, når de arbejder med at løse problemer relateret til en robot (Shute et al., 2017; Lockwood & Mooney, 2017). Den computationelle tankegang forstås i den forbindelse som elevernes evne til at nedbryde et problem til mindre dele, abstrahere information, generalisere løsningen til andre problemer og skabe algoritmer (Shute et al., 2017). Gennem interaktiv undervisning, hvor eleverne skal programmere en robot til at gøre forskellige ting, opnår de viden om begreber såsom sekvenser¹⁷, gentagelser og forgreninger ved at observere robotten reagere på programmet. I den forbindelse motiverer det eleverne at kunne se, hvad de programmerer i den "virkelige" verden og dermed ikke blot forholder sig til programmering på en skærm (Sentance et al. 2017). Et andet studie af Sentance & Schwiderski-Grosche (2012) konkluderer desuden, at eleverne har en oplevelse af at producere noget brugbart, når de arbejder med noget fysisk, som kan manipuleres, og ikke blot forholder sig til programmering som noget på en skærm.

En gruppe af studier peger på, at **valget af programmeringsværktøj** i undervisningen har betydning for elevernes udvikling af en computationel tankegang. Det skyldes, at tilgangen i det enkelte programmeringsværktøj påvirker, hvor intuitivt eleverne opfatter det at programmere, og hvor hurtigt de løser opgaverne (Price et al. 2016; Repenning et al., 2015). Eksempelvis indikerer studiet af Price et al. (2016), at elever, som har arbejdet i det rammebaserede programmeringsværktøj *Stride* (kombineret blok- og tekstbaseret programmeringsværktøj), oplever en hurtigere progression i opgaveløsningen, end elever, der arbejder i et rent tekstbaseret program som *Java*. En forklaring på den hurtigere progression er, ifølge forfatterne, at det kombinerede blok- og tekstbaserede programmeringsværktøj hjælper eleverne med at gennemskue syntaksfejl¹⁸, som er en af de faldgruber, nybegyndere ofte falder i.

Den primære forskel mellem et blokprogrammeringsværktøj som eksempelvis Scratch og et tekstbaseret værktøj som Java er, at brugeren i stedet for at skrive tekst anvender blokke, som repræsenterer forskellige mekanismer. På den måde introduceres programmering i et mere brugervenligt programmeringsmiljø (Lockwood & Mooney, 2017; Waite, 2017). En klar fordel er desuden, at risikoen for syntaksfejl reduceres markant (Price et al., 2016). Et visuelt programmeringsværktøj som Scratch betegnes derfor som et godt "begynderprogram", da det giver eleverne mulighed for at tænke kreativt og træne logiske ræsonnementer gennem udviklingen af historier, spil og animationer, samtidig med, at arbejdet med syntaksfejlfinding begrænses (Lockwood & Mooney, 2017).

Den visuelle opsætning af programmeringsværktøjet medfører desuden, at eleverne i mindre grad forbinder det at programmere med svær matematik, hvilket kan være en fordel, når nybegyndere skal motiveres til at lære at programmere (Waite, 2017). Blandt en gruppe elever, som har arbejdet med et blokprogrammeringsværktøj over en længere periode, udtrykker flertallet, at de ikke vurderer, at man skal være specielt god til matematik for at anvende værktøjet (Wolz, 2011).

¹⁷ En sekvens kan forstås som det, at instruktioner og regler skrives i en rækkefølge efter hinanden og skal udføres i den rækkefølge, som er beskrevet i algoritmen eller programmet.

¹⁸ Syntaksfejl: Programmeringssprog har regler for, hvordan sprogets elementer staves og grammatisk sættes sammen. Syntaksfejl opstår, når sprogets elementer staves forkert, eller der er en grammatisk fejl i opbygningen af programmet.

Mens blokprogrammeringsværktøjer som fx Scratch er nemme at anvende, rejser nogle studier dog den overvejelse, om eleverne i stedet skal undervises i "rigtig" programmering, da blokprogrammeringsværktøjer potentielt kan skabe vaner blandt brugerne, som senere kan udfordre eleverne (Waite, 2017). Der stilles med andre ord spørgsmålstejn ved, om eleverne vil støde på udfordringer, når de skal videreudvikle deres programmeringskompetencer, fordi større programmer kræver mere avancerede struktureringsmekanismer end sekvens, gentagelse og selektion¹⁹ som fx procedurer/metoder/funktioner. Samtidig kan der rejses den opmærksomhed, at eleverne bør gøres opmærksomme på, at blokkene er udtryk for et sprog, og at der dermed eksisterer et 'lag' bag blokprogrammeringen.

Det konkluderes dog, at der fortsat ikke kan drages konklusioner om, hvilken læringsstrategi der er den bedste på baggrund af eksisterende litteratur.

I forlængelse af denne overvejelse peger et andet studie på, at det kan virke motiverende for nogle elever, når de prøver kræfter med "rigtig" programmering, forstået som den type programmering, der anvendes af virksomheder og professionelle. Ifølge Sentance & Schwiderski-Grosche (2012) udtrykker eleverne positive tilkendegivelser om et programmeringsværktøj ved navn .NET Gadgeeter, som anvender programmeringssproget Visual C#, fordi de ved, at det er det programmeringssprog, professionelle i spilindustrien anvender. I studiet sammenligner flere af eleverne desuden oplevelsen med .NET Gadgeeter med erfaringer med et blokprogrammeringsværktøj. Her forklarer de, hvordan arbejdet med programmering i .NET Gadgeeter opleves som mere professionelt og motiverede, fordi det giver mulighed for at skabe nogle mere avancerede resultater end blokprogrammeringsværktøjet.

Boks 4-10: Blokprogrammering vs. tekstprogrammering – eksempel fra praksis

Blokprogrammering vs. tekstprogrammering

Alt afhængigt af, om eleverne aldrig har gjort sig erfaringer med programmering før, eller om de har grundlæggende forståelse for programmering, udtrykker det pædagogiske personale, hvordan forskellige programmer har deres forcer. Når eleverne skal introduceres til programmering, har flere lærere erfaringer med, at blokprogrammeringsværktøjer er gode begynderværktøjer. Blokprogrammeringsværktøjer gør programmeringsarbejdet mere intuitivt, da det skaber en visuel tankegang omkring det at programmere via blokke, der kan rykkes rundt og kombineres. En lærer forklarer blandt andet:

"Kodning er et værktøj, der lærer dem at tænke kreativt og tænke systematisk. At turde at fejle. Scratch er god til at skabe de rammer, fordi det grundlæggende bare er puslespilsbrikker som man kan hive fra hinanden."

Dog forklarer læreren også, hvordan nogle elever gerne vil programmere mere avancerede ting og derfor ikke nødvendigvis ønsker at arbejde i dybden med den grundlæggende forståelse for programmering. Hun udtrykker det således:

¹⁹ Selektion er en regel, som beskriver, hvordan en situation eller betingelse kan bruges til at foretage et valg (en selektion) mellem to eller flere alternative måder at gå videre i en algoritme eller et program.

”Vi skal kravle, før vi kan gå, siger jeg til dem. Man skal gøre sig klart, at der skal afstemmes forventninger, når de arbejder med et medie som Scratch.”

Blokprogrammeringsværktøjer opfattes dermed ikke nødvendigvis af eleverne som professionelle værktøjer, man kan anvende, når man gerne vil programmere avancerede spil. Dette har en underviser fra en virksomhed, som tilbyder undervisning i digital spiludvikling til grundskolen, ligeledes gjort sig erfaringer med. Han beskriver, hvordan et blokprogrammeringsværktøj kan være et godt redskab til at introducere eleverne til programmering, men at eleverne også motiveres af at arbejde med mere professionelle programmer. Underviseren anvender derfor et værktøj, som benyttes af professionelle programmører, når han skal undervise elever. Det gør han dog kun, når han underviser elever, der allerede har stiftet bekendtskab med programmering, eller som går i udskoling.

”Snakker vi om Scratch, så virker det godt til elever i 5., 6. eller 7. klasse, hvis de ikke har set det før. De er ikke så motiverede for at arbejde med det, anden gang de præsenteres for det, for de ved godt, det er legetøj. Hvorimod det programmeringsværktøj vi lærer dem, kan de få job på.”

Når programmeringsværktøjet anvendes af professionelle, motiverer det med andre ord de elever, som har en grundlæggende forståelse for programmering, og som ønsker at programmere mere avancerede og professionelt udseende spil. Samtidig udgør det en drivkraft i deres arbejde, når de ved, at professionelle programmører anvender værktøjet, fordi de oplever at opbygge kompetencer, de kan bruge fremadrettet.

Derudover peger studier på, at en måde at motivere elever til at programmere er gennem udvikling af spil i arbejdet med programmering (Waite, 2017; Falkner et al., 2014, Sentance et al., 2017; Crick, 2017). Denne tilgang indebærer, at eleverne gennem en designproces enten udvikler deres egne spil eller videreudvikler på et eksisterende spil. Når eleverne designer eller redesigner spil, bidrager det til at udvikle elevernes computationelle tankegang, fordi eleverne gennem spiludviklingen introduceres til programmeringsbegreber og gennem designprocessen får en forståelse for de komponenter, et spil består af (Games & Kane, 2011; Waite, 2017). I stedet for at undervise i programmering ved at fokusere på begreber såsom sekvens, gentagelse og selektion, er fokus i denne tilgang på at undervise eleverne i programmeringsbegreber, når det er nødvendigt i spildesignprocessen. Dette betegner Reppenning et al. (2015) som en tilgang ved navn “projectfirst, principles just-in-time” forstået på den måde, at det spil, eleverne udvikler, påvirker, hvornår programmeringsbegreberne introduceres for eleverne. Spildesign handler dermed i høj grad om at give eleverne ejer-

skab over spillet og skabe en spilverden, som er interessant og relevant for dem. Når programmering opfattes som et middel til at lave egne spil og spille, bidrager det til, at selv unge elever engagerer sig i avanceret programmering (Papavlasopoulou & Jaccheri, 2016).

Boks 4-11: Udvikling af spil i arbejdet med programmering – eksempel fra praksis

Udvikling af spil i arbejdet med programmering

Når eleverne skal undervises i at programmere, viser erfaringerne fra praksiskortlægningen, at programmeringen af spil er en indgangsvinkel til at motivere eleverne. En underviser fra en virksomhed, der tilbyder undervisning i digital spiludvikling til grundskoler, har erfaringer med, at spilprogrammering skaber en indre motivation hos eleverne. Når eleverne er motiverede, fordi de synes, resultatet af programmeringen er spændende eller sejt, får det dem naturligt til at efterspørge mere. På den måde udvides deres viden om programmering gennem behovsdrevet undervisning.

Selvom fokus ikke er på at undervise eleverne i traditionel forstand, har underviseren erfaring med, at eleverne opnår en forståelse for, hvad programmering er, og i nogle tilfælde opnår relativt avancerede programmeringsevner. Det peger i retningen af, at spil som indgangsvinkel til programmering motiverer eleverne til at lære mere, fordi de producerer noget, de selv ønsker at benytte.

Samtidig fremhæver underviserne, hvordan spillene kan kobles op på faglig viden inden for de øvrige fag i grundskolen. Eksempelvis beskriver underviseren, hvordan opbygningen af et spil kan kobles til et aktuelt emne som flygtningekrisen:

"Lærerne ville gerne have, at eleverne arbejdede med flygtningekrisen. Det endte med, at eleverne lavede et flygtningespil, hvor vi stillede forskellige krav. Man skal kunne genkende de lande, man befinder sig i. Når flygtningene krydser grænser, skal der være situationer, som er autentiske, hvor de skal tage stilling til de overordnede regler, der er i landet (fx Schengen-aftalen). Alle de samfundsmæssige faktorer var med."

Når programmeringen af spil skal rumme disse faglige emner, kan det dog være en fordel at anvende mere avancerede programmer, da de giver mulighed for at skabe nuancer i spillene, og dermed udfordre eleverne på faglige emner og ikke blot programmeringen i sig selv.

Endelig peger de inkluderede studier på, at der kan anvendes forskellige **undervisnings- og samarbejdsformer** til at understøtte elevernes læring inden for programmering. En tilgang, som både kan anvendes, når programmering skal introduceres, og når der skal samles op på elevernes arbejde og udfordringer, er co-coding. Co-coding indebærer, at læreren står foran klassen, deler sin computerskærm med eleverne og løser programmeringsopgaver i samarbejde med eleverne. Denne undervisningstilgang er en hybrid mellem ren præsentation af programmeringsbegreber og fri eksperimenteren med programmeringsværktøjet. Co-coding har derfor vist sig givende, fordi eleverne hverken overlades helt til sig selv, men heller ikke forbliver passive modtagere af information. Ved at tale med eleverne om, hvordan de forskellige blokke fungerer, samtidig med, at det vises på en skærm, introduceres ny viden om programmering, samtidig med, at eleverne aktiveres (Carlborg et al. 2018).

En fordel ved co-coding er, at det giver læreren mulighed for at tilpasse undervisningen efter elevernes niveau. Dermed kan der arbejdes dybdegående med begreber som gentagelse, variable og samtidighed/parallelisme²⁰, som studier viser, at eleverne udfordres af (Waite, 2017). Samtidig kan læreren tydeligt illustrere over for eleverne, hvordan forskellige begreber fungerer, eksempelvis ved at tilføje og fjerne blokke i et blokbaseret programmeringsværktøj (Benton et al. 2017). I gennemgangen af begreberne bør der desuden inddrages overvejelser om, i hvilken rækkefølge begreberne introduceres, så eleverne først præsenteres for et begreb, når de skal bruge det i en opgave; eksempelvis kan det give mening først at præsentere et relativt simpelt begreb som samtidighed – eksempelvis ved at illustrere to væsener, der bevæger sig samtidigt på en scene - og først senere introducere et begreb som variable, der har vist sig svært for eleverne at forstå (ibid.).

En anden måde at tilrettelægge undervisningen er gennem parprogrammering, hvor eleverne arbejder sammen to og to om en programmeringsaktivitet. Denne tilgang har vist sig givende for elever, som har begrænset erfaring med at programmere, fordi de har mulighed for at støtte hinanden og sparre, når de støder på udfordringer (Shute et al., 2017). Når eleverne programmerer sammen, viser undersøgelser, at eleverne klarer sig bedre, og resultaterne bliver mere avancerede (Crick, 2017). Dog viser undersøgelser også, at der kan være fordele ved at programmere alene, fordi det øger elevernes forståelse for programmeringsbegreber, og de får større tiltro til egne evner. Derfor er der endnu ikke entydigt belæg for, at parprogrammering er at foretrække frem for selvstændigt arbejde med programmering.

4.5 Kompetencer hos det pædagogiske personale

Temaet om kompetencer hos det pædagogiske personale handler om, hvilke kompetencer og hvilket mindset det pædagogiske personale skal have for at kunne undervise med afsæt i de pædagogiske og didaktiske tilgange, som blev præsenteret ovenfor. Afsnittet adskiller sig således fra de øvrige temaer i syntesen, da det ikke peger på, hvordan undervisningen kan tilrettelægges for eleverne. Derimod omhandler det, hvilke forudsætninger det pædagogiske personale blandt andet skal have for at kunne undervise med metoderne og tilgangene.

Det pædagogiske personales kompetencer har som nævnt tidligere ikke været et selvstændigt fokus i søgningen af litteratur. Derfor er indsigterne, som præsenteres nedenfor, udelukkende baseret på studier, som undersøger virkninger af forskellige pædagogiske og didaktiske tilgange til undervisningen i teknologiforståelse på elevniveau. Derudover har det været et selvstændigt fokus i praksiskortlægningen at undersøge, hvilke kompetencemæssige forudsætninger det pædagogiske personale oplever at skulle have. Indsigterne fra praksiskortlægningen præsenteres i det følgende kapitel.

Der i alt identificeret **14 studier**, der belyser, hvilke kompetencemæssige forudsætninger det kræver af det pædagogiske personale at kunne undervise i tilgangene og metoderne, som præsenteres i syntesens øvrige afsnit. Studierne fremgår af nedenstående tabel.

²⁰ Parallelisme kan forstås som det, at to operationer udføres på samme tid.

Tabel 4-6: Studier relateret til kompetencer hos det pædagogiske personale

Forfatter	Titel	Digital myndiggørelse	Digital design og designpro- cesser	Computational tankegang	Teknologisk handleevne	Klassetrin	Type
Benton et al. (2017)	Bridging Primary Programming and Mathematics: Some Findings of Design Research in England					Mellemtrin	Integreret i fag, fag
Brennan (2015)	Beyond right or wrong: challenges of including creative design activities in the classroom					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Carlborg (2018)	The Scope of Autonomy Model: Development of teaching materials for computational thinking in primary school					Indskoling	Integreret i fag
Christensen et al. (2016)	Towards a formal assessment of design literacy: analyzing K-12 students' stance towards inquiry					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Crick (2017)	Computing Education: An Overview of Research in the Field					På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Ejsing-Duun & Misfeldt (2015)	Programmering af robotenheder i grundskolen					På tværs af grundskolen	Integreret i fag
Hansbøll & Ejsing-Duun (2017)	Coding Class: Hovedrapport. Dokumentation og evaluering					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Hughes (2017)	Discovery, Design & Development through Makerspaces					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
McLellan & Nicholl (2013)	Creativity in crisis in Design and Technology: Are classroom climates conducive for creativity in English secondary schools?					Mellemtrin	Selvstændigt fag
Pye Tait Consulting (2017)	After the reboot: The state of computing education in UK schools and colleges					På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Repenning et al. (2015)	Scalable game design: A strategy to bring systemic computer science education to schools through game design and simulation creation					På tværs af grundskole	Integreret i fag
Sentance et al. (2017)	Micro:bit Evaluation Report					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Smith et al. (2015)	Design thinking for digital fabrication in education					På tværs af grundskole	Ikke knyttet til specifikt fag
Smith et al. (2016)	Impediments to digital fabrication in Education: A study of teacher's role in digital fabrication					På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Thomas (2013)	Squishy Circuits					På tværs af grundskolen	Ikke tilknyttet specifikt, integreret i fag

4.5.1 Kompetencemæssige forudsætninger for virkningsfuld undervisning

På baggrund af de studier, der indgår i syntesen, kan der udledes en række kompetencer, som det pædagogiske personale bør have, for at kunne anvende de pædagogiske og didaktiske tilgange, som, litteraturen indikerer, er virkningsfulde. Det drejer sig om følgende kompetencemæssige forudsætninger, der uddybes efterfølgende:

- Viden om pædagogiske og didaktiske tilgange til undervisning i teknologiforståelse
- Ændret mindset
- Grundlæggende viden om teknologierne
- Kritisk stillingtagen til teknologier.

For det første er det nødvendigt, at lærerne har **viden om, hvordan eleverne tilegner sig kompetencer** inden for teknologiforståelse. Lærerne skal have forståelse for, hvilke elementer af undervisningen eleverne finder udfordrende, og de skal have viden om, hvordan man bedst muligt kan hjælpe, støtte og motivere eleverne i deres læreprocesser. Det indebærer blandt andet, at de har viden om de pædagogiske og didaktiske tilgange og metoder, der blev præsenteret i de forrige afsnit. Eksempelvis blev det præsenteret i syntesen, at det har betydning, at tilgangen til problemløsningen bærer præg af en åben, eksplorativ og iterativ proces, hvor der er plads til kreativitet, og hvor problemstillingerne er relevante og virkelighedsnære (Brennan, 2015; Smith et al., 2015; Christensen et al., 2016).

Denne åbne tilgang har imidlertid vist sig vanskelig for det pædagogiske personale. Det udfordrende består i en oplevelse af, at lærerrollen ændres, når eleverne arbejder med designprocesser, og lærerne kan derfor have svært ved at navigere i denne nye rolle (Smith et al., 2016; Hughes, 2017). Lærerne kan blandt andet være i tvivl om, i hvor høj grad de skal stilladsere elevernes processer, og i hvor høj grad de skal lade eleverne styre processen selv (Smith et al., 2016; Hughes, 2017). Samtidig har det vist sig udfordrende for det pædagogiske personale at arbejde med og finde på virkelighedsnære problemstillinger i undervisningen. Eksempelvis fremgår det af et studie af Smith et al. (2016), hvordan det pædagogiske personale i de observerede undervisningssituationer hovedsageligt fokuserer på at anvende teknologi i relation til simple udfordringer og idéer. Det afspejler ifølge forfatterne, at det pædagogiske personale mangler et sprog omkring designprocessen og en klarhed om, hvad formålet er med læringsaktiviteten.

Foruden grundlæggende viden om, hvordan undervisningen i teknologiforståelse tilrettelægges virkningsfuldt, kræver det også et **særligt mindset** blandt det pædagogiske personale. Det skyldes, at de virkningsfulde pædagogiske og didaktiske tilgange forudsætter en anderledes lærerrolle. Den skabende og elevcentrerede tilgang til læring indebærer, at det pædagogiske personale i højere grad har en faciliterende end en instruerende rolle, og at det pædagogiske personale og eleverne indgår i et læringsfællesskab, hvor de lærer sammen (Hughes 2017, Hansbøll & Eising-Duun 2017, Pye Tait C. 2017). Heri ligger bl.a., at det pædagogiske personale skal understøtte elevernes kreative og skabende processer uden at vide, hvor eleverne ender eller skal ende. Det kræver, at de "tør slippe kontrollen" (Smith et al., 2016). Netop dette kontroltab har vist sig udfordrende for det pædagogiske personale

(McLellan & Nicholl (2013). I et studie fra England undersøger McLellan og Nicholl (2013) læreres tilgang til problemløsning og designprocesser. Her svarer én ud af fem lærere, at de *ikke* lader eleverne prøve at løse deres egne problemer, når de opstår i designprocessen, mens næsten halvdelen af lærerne indikerer, at de er tilbøjelige til at lade eleverne afprøve designs, som måske ikke virker.

Dette opmærksomhedspunkt træder også tydeligt frem blandt det pædagogiske personale, som indgår i praksiskortlægningen. Nedenstående boks præsenterer eksempler på lærere og pædagogers oplevelse med den nye rolle og det mindset, det kræver.

Boks 4-12: Den "nye lærerrolle" – eksempel fra praksis

Den "nye lærerrolle"

Flere lærere beskriver, hvordan undervisningen i teknologiforståelse kræver, at de træder ind i en anden type lærerrolle, end de er vant til. Den nye lærerrolle indebærer, at man arbejder i åbne og kreative problemløsningsprocesser, hvor fokus i mindre grad er på at overlevere viden til eleverne og i højere grad er på at understøtte elevernes egne processer. En lærer forklarer:

"Når man kaster sig ud i det, kan man heller ikke vide, hvad børnene vil komme frem til. Men man skal turde ikke at vide det, hvis man skal kunne give dem ejerskab. Hvis de skal tage udgangspunkt i egne problemstillinger, så duer det ikke, at man på forhånd har fundet en problemstilling."

En anden lærer peger desuden på, at det handler om at indgå i et læringsfællesskab med eleverne, hvor hverken det pædagogiske personale eller eleverne ved, hvilke løsninger de ender ud med. Det pædagogiske personale skal med andre ord turde eksperimentere sammen med eleverne:

"Jeg vil sige, at det handler om at prøve at stille de rigtige udfordringer og ikke på forhånd have svaret. Være undersøgende sammen med eleverne på det. Bruge tid i starten på at få sat noget i gang, men ikke være bange for at slippe tøjlerne lidt og se, hvor eleverne kan bære det hen af. Det er der, hvor de lærer mest."

Samtidig indebærer et nyt mindset, at det pædagogiske personale i højere grad har fokus på processen frem for slutproduktet. Her beskriver Smith et al. (2016), hvordan det pædagogiske personale kan tendere til kun at fokusere på de kriterier, der er opstillet for designprocessen, frem for at understøtte en samtale om indholdet af og mulighederne ved opgaven.

Derudover peger studier på, at det er en forudsætning for at kunne undervise i teknologiforståelse, at det pædagogiske personale har en **grundlæggende viden om teknologierne**, der inddrages i undervisningen. Det vil sige, at det pædagogiske personale i første omgang

selv skal tilegne sig viden om og færdigheder til at kunne anvende de teknologier, som inddrages i undervisningen (Pye Tait Consulting, 2017; Sentance et al. 2017, Hansbøll & Ej-sing-Duun 2017; Smith et al., 2016). Eksempelvis efterspørger lærere mere viden om teknologierne og bedre kompetencer til at håndtere og køre digitale fabrikationsteknologier, fordi det er tidskrævende, når de skal lærer sammen med eleverne (Smith et al., 2016).

I nedenstående boks præsenteres et konkret eksempel fra praksis på, hvordan lærernes viden om teknologierne har betydning for, hvor godt de føler sig klædt på til at undervise i teknologiforståelse.

Boks 4-13: Teknologiforståelse som valgfag – eksempel fra praksis

Teknologiforståelse som valgfag

I en dansk kontekst har en række skoler deltaget i et forsøg i skoleåret 2017-2018 med valgfaget teknologiforståelse i udskolingen. I den forbindelse peger evalueringen af forsøget og interviews indsamlet med deltagende skoler i forbindelse med indeværende kortlægning på en række erfaringer.

Generelt peger forsøgsskolerne på, at der er behov for en indføring i den faglighed, der knytter sig til både designprocesser, programmering og de samfundsmæssige aspekter af teknologiforståelse. Den manglende forståelse af, hvad fagligheden bag arbejdet med teknologi er, medfører ifølge skolerne, at den enkelte lærer føler sig nødsaget til at lægge sin egen vinkel ned over indholdet af undervisningen. Dermed oplever det pædagogiske personale også at være relativt begrænsede i planlægningen af undervisningen.

Flere af forsøgsskolerne peger derudover på, at det pædagogiske personale særligt oplever at mangle kompetencer inden for computing og programmering. En deltagende skole forklarer eksempelvis, hvordan undervisning i designprocesser opleves som mere genkendeligt for det pædagogiske personale, mens undervisning i programmering kræver viden og kompetencer i relation til de specifikke programmer, der arbejdes med. Eksempelvis beskriver en lærer, hvordan han så en mikroprocessor ugen før, han skulle undervise i et valgfag, som tog udgangspunkt i netop den. Det medførte ifølge ham, at han var "på den", hvis der opstod tekniske problemer, eller der opstod fejl i programmeringen. En anden lærer forklarer ligeledes, hvordan hun har savnet konkrete fejlfindingsteknikker, hun kunne anvende, når der opstod fejl i arbejdet med teknologierne.

At det pædagogiske personale ikke oplevede at være klædt på til at undervise i valgfaget skyldes ifølge nogle skoler, at kompetenceudviklingen ikke i tilstrækkelig grad var rettet mod konkret undervisning. En lærer beskriver blandt andet, hvordan møderne i højere grad har handlet om det "overordnede plan", og dermed ikke, hvordan det pædagogiske personale kan gribe undervisningen an og planlægge konkret indhold. Derfor har lærerne i løbet af forsøget været i tvivl om, hvordan undervisningsforløbet skulle struktureres og har manglet inspiration til, hvilke opgaver de kunne stille eleverne.

"Der var meget lidt, vi kunne tage udgangspunkt i, da vi skulle udforme valgfaget. Der var en hjemmeside, som Micro:bit har lavet. Det var ret grundlæggende, det man kunne lære ud fra de øvelser, så hvis man fx skulle koble Micro:bitten til noget andet, så skulle man virkelig stå på tæer." Lærer

Samtidig peger erfaringerne dog også på, at nogle lærere tenderer til at fokusere på, hvordan teknologierne kan bidrage til at producere et specifikt produkt, fremfor at overveje, hvordan teknologierne kan understøtte en kreativ proces (Smith et al., 2016). Designmateriale og de digitale teknologier, som eleverne arbejder med i designprocessen, bliver dermed i mindre grad behandlet som noget, der kan understøtte refleksion og fordybelse, og i højere grad som noget, der kan producere et designprodukt (ibid.). I den forbindelse peger erfaringer med arbejdet med designcirklen på, at dette didaktiske greb ligeledes kan bidrage til, at lærerne har større fokus på processen frem for teknologien (Smith et al., 2016).

Ud over, at det pædagogiske personale skal have et grundlæggende kendskab til teknologierne for at kunne introducere dem for eleverne, er det også vigtigt, at de kan **tage kritisk stilling til tilgængelige teknologier** (Hansbøll & Ejsing-Duun 2017). Det pædagogiske personales forståelse for og refleksion over teknologierne er vigtig, da det er en central del af rollen som lærer at kunne udfordre eleverne, når de arbejder selvstændigt og kreativt med forskellige teknologier.

Ovenstående kompetencemæssige udfordringer og forudsætninger peger på et behov for efteruddannelse, som ikke blot introducerer det pædagogiske personale til teknologierne, men også understøtter, at det pædagogiske personale opnår de processuelle og pædagogiske kompetencer, der skal til for at undervise i teknologiforståelse (Smith & Iversen, 2016). De skal således opbygge en forståelse for, hvordan teknologier, designprocesser og refleksiv tænkning kombineres i undervisningen (ibid.).

5. Implementering af teknologiforståelse

Dette kapitel samler op på praksiskortlægningen, som belyser kommuner og skolars erfaringer med at implementere teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolens undervisning. Kapitlet beskæftiger sig med de organisatoriske rammer, der har betydning for skolerens mulighed for at implementere teknologiforståelse effektivt og for det pædagogiske personales muligheder for virkningsfuldt at undervise eleverne i teknologiforståelse som selvstændigt fag og/eller som integreret i øvrige fag. Kapitlet er baseret på de erfaringer, danske skoler og kommuner allerede har med at udvikle, afprøve og implementere teknologiforståelse i praksis.

De deltagende kommuner og skoler har beskæftiget sig med forskellige delelementer af det, der i forsøgsprogrammet samlet set udgør teknologiforståelse som faglighed. Kapitlets pointer er fremkommet og analytisk relateret til forskellige dele af Fælles Mål ved at se *på tværs* af interviews og dokumentstudier.

Som det fremgår af figuren nedenfor, har vi identificeret fire overordnede temaer på tværs af de gennemførte interviews og dokumentstudier, der relaterer sig til de organisatoriske rammer for implementering af teknologiforståelse som fag og faglighed:

1. Kompetenceudvikling
2. Organisering
3. Ledelse
4. Fysiske rammer.

Figur 5-1: Oversigt over fokus for kapitel 5



De fire temaer fungerer samlet set som implementeringsmæssige rammebetingelser for, at skoleledelser og pædagogisk personale kan tilrettelægge og gennemføre en undervisning i teknologiforståelse, som kendetegnes ved virkningsfulde pædagogiske og didaktiske greb, og som herigennem har potentielle til at styrke elevernes viden og færdigheder i teknologiforståelse, som fagligheden defineres i Fælles Mål.

Erfaringerne fra praksis indikerer, at systematisk **kompetenceudvikling** er afgørende, hvis den brede gruppe af pædagogisk personale skal motiveres for og klædes på til at undervise i teknologiforståelse. Det

kan med fordel ske igennem praksisnære kompetenceudviklingsaktiviteter som aktionslæring, co-teaching og sidemandsoplæring, hvor det pædagogiske personale understøttes i at omsætte ny viden og nye undervisningskompetencer i en vekselvirkning mellem teori og afprøvning i praksis, bl.a. fordi det kan være med til at reducere den usikkerhed, som nogle lærere og pædagoger kan opleve, når de skal arbejde med nye teknologier, som de ikke har tidligere erfaring med. Derudover har flere kommuner og skoler gode erfaringer med, at kompetenceudvikling sker parallelt med udvikling af nye undervisningsforløb og -materialer, så det pædagogiske personale er med til at didaktisere teknologiforståelse som ny faglighed.

Organiseringen på skolen kan også være med til at skabe gode rammer for, at det pædagogiske personale kan tilrettelægge og gennemføre en virkningsfuld undervisning i teknologiforståelse. Her indikerer erfaringsgrundlaget, at skolens ressourcepersoner som fx it-vejledere og teknologi- og designlærere med fordel kan spille en særlig rolle i forhold til at understøtte deres kolleger i at integrere teknologiforståelse i fagundervisningen. Samtidig peger erfaringerne fra praksis på, at det styrker implementeringen af teknologiforståelse, når det pædagogiske personale udvikler og evaluerer undervisningen sammen i professionelle læringsfællesskaber.

At implementere teknologiforståelse som nyt fag eller ny faglighed kalder ikke kun på nye undervisningskompetencer hos det pædagogiske personale. Det kalder også på en ny kultur, hvor lærerrollen ændres og bliver mere faciliterende fremfor instruerende. Erfaringerne fra praksis tyder i den forbindelse på, at tydelig **ledelse** er afgørende. Det indebærer, at skoleledelsen tydeligt kommunikerer formålet med at integrere teknologiforståelse i folkeskolens undervisning samt krav og forventninger til, hvordan det pædagogiske personale skal løfte opgaven. Derudover skal ledelsen gå forrest i etableringen af en læringskultur, hvor der er plads til at begå fejl og eksperimentere med undervisningens form og indhold. For at kunne lede forandringsprocessen må ledelsen være i stand til at sætte ord på teknologiens rolle i samfundsudviklingen, og hvorfor teknologiforståelse skal være en del af folkeskolen, samt have viden om de kompetencer, som elever og lærere skal tilegne sig fremover.

Endelig kan de rette **fysiske rammer** også være befordrende for implementeringen af teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning. Her indikerer erfaringerne fra praksis, at det pædagogiske personale skal have adgang til og mulighed for at inddrage mange forskellige analoge og digitale redskaber og teknologier i undervisningen, bl.a. fordi det understøtter elevernes og læreres interesse for teknologiforståelse og skaber brede deltagemuligheder i undervisningen. Samtidig er det en integreret del af fagligheden, at eleverne skal lære at tage kritisk stilling til valg af tilgang og teknologi i løsningen af konkrete problemstillinger i undervisningen.

5.1 Kompetenceudvikling

Erfaringerne fra praksis indikerer, at det på nuværende tidspunkt typisk er ildsjæle blandt det pædagogiske personale i form af fx it-vejledere og teknologi- og designlærere, som har

gjort sig de første erfaringer med at undervise i teknologiforståelse i praksis. De er kendetegnet ved, at de ofte på eget initiativ har opsøgt viden, tilegnet sig undervisningskompetencer og afprøvet og udviklet undervisningsforløb og -materialer inden for teknologiforståelse som fagområde, fordi de er nysgerrige på og interesserede i et eller flere af kompetenceområderne i teknologiforståelse.

Imidlertid peger interviewpersonerne på, at ikke alle lærere har en naturlig nysgerrighed og interesse for teknologiforståelse, og at der er behov for et generelt kompetenceløft for at sikre, at det pædagogiske personale er motiveret og føler sig fagligt klædt på til at implementere teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolens obligatoriske undervisning.

Praksiskortlægningen indikerer, at fire overordnede forhold er vigtige i forbindelse med tilrettelæggelse af kompetenceudvikling for det pædagogiske personale.

Interviewpersonerne har gode erfaringer med **praksisnær kompetenceudvikling**. Det opleves som særlig virkningsfuldt, fordi det pædagogiske personale herigennem får mulighed for at sidde med de forskellige teknologier i hænderne, eksperimentere med dem og ikke mindst prøve dem af i deres egen undervisning. Det giver både praktisk kendskab til teknologier, som det pædagogiske personale ikke tidligere har erfaring med, og praktisk erfaring med, hvordan de kan undervise i teknologiforståelse på måder, som deres elever motiveres og lærer af.

Derudover er det centralt, at **muligheden for at afprøve og eksperimentere** er en integreret del af både kompetenceudvikling og undervisning i teknologiforståelse, og at dette italesættes over for det pædagogiske personale. Når det pædagogiske personale skal gøre sig deres første erfaringer med at undervise i teknologiforståelse eller integrere teknologiforståelse i fagundervisningen, er det ifølge interviewpersonerne vigtigt, at det pædagogiske personale accepterer, at de ikke er eksperter, og at der ikke er noget "rigtigt" og "forkert". De skal turde at kaste sig ud i det sammen med eleverne ud fra en afprøvende og eksperimenterende tilgang, hvor det pædagogiske personale undervejs erfarer, hvad der virker godt og mindre godt i undervisningen. Derudover indebærer de virkningsfulde pædagogiske og didaktiske tilgange til undervisning i teknologiforståelse, som blev præsenteret i kapitel 4, at såvel lærere som elever arbejder ud fra afprøvende og eksperimenterende tilgange.

"De sidste 80 pct. af lærerne vil gerne have, at der ligger noget konkret materiale, der siger: "Du skal gøre sådan og sådan". Men det er ikke den rigtige vej at gå. Man skal ikke bare trykke der, hvor man får at vide, man skal trykke. Det matcher ikke den tilgang, vi mener, der er behov for. Og det kræver kompetenceudvikling af lærerne."

I forlængelse heraf er der interviewpersoner, som peger på, at færdigudviklede forløb, der udførligt beskriver gangen i undervisningen, ikke stemmer overens med fagligheden, som fordrer en problembaseret tilgang, åbne processer og kritisk stillingtagen undervejs. Det er derfor centralt, at kompetenceudviklingen indebærer et **eksplicit fokus på pædagogik og didaktik**, og hvordan det pædagogiske personale med afsæt heri kan udvikle og tilpasse egne undervisningsforløb.

Samtidig peger praksiskortlægningen dog også på, at pædagogisk personale – lige som eleverne – har behov for **stilladsering i form af konkrete undervisningsforløb og -materialer**, som indeholder en struktur for og redskaber til undervisningen. Fordi der for mange er tale om et helt nyt område, har det pædagogiske personale brug for en struktur at arbejde ud fra for at føle sig tryk og få mod på at kaste sig ud i det. Ligeledes er der interviewpersoner, der peger på, at didaktiserede forløb kan være med til at illustrere mulighederne for at arbejde med teknologiforståelse inden for specifikke fag, og at det dels kan gøre opgaven mere overkommelig for det pædagogiske personale, dels inspirere til, hvordan teknologiforståelse meningsfuldt kan integreres i fagundervisningen.

Der kan i praksiskortlægningen identificeres tre overordnede tilgange til kompetenceudvikling, der på forskellig vis trækker på ovenstående principper, og som opleves at være særligt befordrende for mulighederne for at implementere teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolen. Der er tale om praksisrettede kompetenceudviklingsaktiviteter, som omfatter:

- Kompetenceudvikling med vekselvirkning mellem teori og praksis
- Co-teaching og sidemandsoplæring
- Parallel udvikling af kompetencer, undervisningsforløb og -materialer.

De to første tilgange til kompetenceudvikling er erfaringsmæssigt velegnede til pædagogisk personale, som har begrænset erfaring med og kompetencer til at undervise i teknologiforståelse, mens den sidste tilgang forudsætter, at det pædagogiske personale har grundlæggende kendskab til og erfaringer med at arbejde med teknologi i undervisningssammenhænge. De tre tilgange udfoldes i det følgende.

5.1.1 Kompetenceudvikling med vekselvirkning mellem teori og praksis

Praksiskortlægningen indikerer, at størstedelen af det pædagogiske personale kun i begrænset omfang har erfaringer med at integrere teknologi i undervisningen. Ifølge interviewpersonerne betyder det, at det pædagogiske personale kan føle sig usikre i forhold til at skulle undervise i og med teknologi, og at det kan udgøre en barriere for implementeringen af teknologiforståelse som nyt fag og ny faglighed i folkeskolen.

Skal denne barriere overkommes, er det erfaringsmæssigt afgørende, at det pædagogiske personale som led i kompetenceudviklingsaktiviteter får mulighed for på **egen hånd at afprøve og eksperimentere med forskellige teknologier**. At det pædagogiske personale får et praktisk kendskab til forskellige teknologier kan mindske den utryghed og manglende tro på egne evner, som er en hæmsko for mange læreres motivation og interesse for at arbejde med teknologiforståelse i praksis.

”Lærerne skal selv have fingrene i det. De skal have et introkursus, hvor de selv får lov til at afprøve tingene, og hvis de kan få én med i klassen, som kan være med til at kickstarte det, så er det luksusudgaven. Der er

mange, der ellers afholder sig fra det, fordi de er bange for, at det går galt.”

Erfaringer fra FabLab@School i Danmark peger desuden på, at det pædagogiske personale ikke blot bør have mulighed for at stifte bekendtskab med teknologierne, men at de også skal gøres fortrolige med det fagsprog og den struktur, der omgiver en stor del af undervisningen med teknologiforståelse. I projektet peger erfaringer på, at det pædagogiske personale med fordel kan prøve kræfter med designprocesmodellen, som blev præsenteret i afsnit 4.3, da den iterative arbejdsmetode er ny for mange lærere. Designprocesmodellen kan udgøre et redskab, som lærerne kan tage med sig i tilrettelæggelsen af undervisning, og som kan give et fagsprog og stilladsere både dem og eleverne.

I den forbindelse indikerer erfaringerne fra praksiskortlægningen, at kompetenceudviklingen med fordel kan tilrettelægges og gennemføres **workshopbaseret**, fordi det skaber gode rammer for, at det pædagogiske personale via faciliterede øvelser kan stifte bekendtskab med og afprøve de teknologier, der indgår i undervisningsforløb med fokus på teknologiforståelse. Den workshopbaserede tilgang sikrer hermed, at det pædagogiske personale ikke blot får viden om, hvad eleverne skal lære, men også, at det pædagogiske personale kan gøre sig erfaringer med, hvordan de pædagogisk og didaktisk kan gribe undervisningen an, så eleverne får størst muligt udbytte af undervisningen.

Endvidere indikerer praksiskortlægningen, at det er afgørende, at det pædagogiske personale som led i kompetenceudviklingen får mulighed for at afprøve deres nye viden og kompetencer **direkte i undervisningen**. Det kan eksempelvis være gennem aktionslæringsforløb, hvor det pædagogiske personale systematisk eksperimenterer med, observerer og reflekterer over deres praksis. I interviewene peges der på, at der blandt det pædagogiske personale kan være en skepsis i forhold til, om det er meningsfuldt at arbejde med teknologiforståelse som en integreret del af fagene. Teknologi og teknologiforståelse opleves af nogle lærere som noget ”ekstra”, der skal arbejdes med i fagene, og ikke som noget, der kan kombineres med og understøtter det, eleverne ellers skal lære i fagene. For denne gruppe af lærere er det særligt vigtigt, at de får mulighed for at afprøve forskellige tilgange til undervisningen i teknologiforståelse og herigennem selv erfarer, hvordan teknologiforståelse meningsfuldt kan integreres i fagundervisningen. Det er erfaringsmæssigt med til at understøtte **transfer fra kompetenceudvikling til pædagogisk praksis**, hvilket transferforskningen også peger på.

”Så præsenterer lærerne det, de har lavet ude i klasserne, og så kan man lade sig inspirere af det. Det handler om, at lærerne får mulighed for at blære sig lidt, men det handler også om at få nogen til at sige: ”Nå, er det bare det.”

Erfaringer fra det danske Fablab@School peger i den forbindelse på, at man med fordel kan kombinere teoretiske oplæg, workshops og praksisafprøvninger, da denne kombination

kan bidrage til, at det pædagogiske personale bliver bedre til at navigere i de nye undervisningsprocesser, at håndtere blandinger af analoge og digitale materialer og at finde en balance mellem de forskellige lærerroller i designprocesser.

I den forbindelse er det derudover centralt, at det pædagogiske personale **videndeler** om de undervisningsforløb, de udvikler og afprøver, så de kan inspirere hinanden til, hvordan teknologiforståelse kan indarbejdes i undervisningens indhold, fx på faste team- eller fagmøder.

I projektet *Engineering i skolen* tilrettelægges kompetenceudviklingen af det pædagogiske personale med afsæt i aktionslæring og etableringen af professionelle læringsfællesskaber. Det pædagogiske personale introduceres indledningsvist til en "engineering"-didaktik på et kursus, hvor der er fokus på, hvordan undervisningen kan tilrettelægges som projektførelse, og hvilke læringsmål forløbet kan være med til at fremme hos eleverne. Herefter anvender og afprøver det pædagogiske personale didaktikken i undervisningen. Erfaringerne fra undervisningen danner systematisk afsæt for en kvalificering og videreudvikling af didaktikken. Der er i projektet gode erfaringer med denne tilgang til kompetenceudviklingen, fordi den fremmer ejerskab til didaktikken blandt det pædagogiske personale. Samtidig styrker tilgangen det pædagogiske personales forudsætninger for at omsætte didaktikken i undervisningen, når de løbende afprøver indholdet fra kompetenceudviklingen i egen undervisning og får feedback på undervisningens tilrettelæggelse og gennemførelse af underviserne på kurset.

5.1.2 Co-teaching og sidemandsoplæring

I praksiskortlægningen optræder co-teaching og sidemandsoplæring også som virkningsfulde tilgange til at motivere og klæde det pædagogiske personale fagligt på til at undervise i teknologiforståelse som selvstændigt eller integreret i fag. Det indebærer typisk, at det pædagogiske personale planlægger og gennemfører undervisningen sammen med en anden lærer. I praksiskortlægningen er der både eksempler på, at undervisningen gennemføres med en ekstern konsulent og med en ressourceperson med særlige kompetencer inden for teknologiforståelse, fx skolens it-vejleder. Sidstnævnte vil typisk indebære, at ekstern kompetenceudvikling rettes mod skolens ressourcepersoner, som derefter kan undervise og understøtte deres kollegaer i arbejdet med teknologiforståelse, dvs. via en train the trainer-tilgang.

"Lærerne skal se og lade sig inspirere af, at eleverne producerer forskellige ting i undervisningen. At det kan begejstre eleverne. Og at det ikke er på bekostning af det fagfaglige. Det gør de ved, at de bliver slæbt igennem af én, der brænder for det."

Skolerne har generelt gode erfaringer med denne tilgang og særligt overfor den del af det pædagogiske personale, som føler sig usikre på at arbejde med og integrere teknologi i undervisningen. I Rødovre Kommunes indsats *Teknologi og Innovation* har skolerne fx tekno-

logi- og innovationslærere, der understøtter implementeringen af faget Teknologi og Innovation på alle kommunens skoler. Teknologi- og innovationslærerne underviser i faget, men de indgår også i co-teaching forløb med de øvrige lærere på skolerne, hvor de understøtter deres kolleger i at integrere **teknologi i læseplaner** og undervisningen og giver konkret sparring på undervisningspraksis via **supervision**. Erfaringerne tyder på, at det kan være med til at synliggøre, hvordan arbejdet med teknologiforståelse kan integreres i og give mening for såvel det pædagogiske personale som eleverne og derigennem **motivere det pædagogiske personale** til selv at prøve kræfter med at integrere og anvende teknologier i undervisningen. Samtidig understøtter det også det pædagogiske personales **egen læring og kapacitet til at omsætte teknologiforståelse** direkte i egen fagundervisning.

Når det pædagogiske personale kompetenceudvikles gennem co-teaching, er det centralt, at de selv har en **aktiv rolle i planlægningen** og gennemførelsen af undervisningen og ikke er passive tilskuere. Det er den enkelte lærer, som kender eleverne, og læreren har derfor en vigtig rolle i forhold til at bidrage med viden om elevernes niveau, og hvordan de lærer og motiveres bedst muligt. I den forbindelse er der generelt gode erfaringer i praksis med gradvist at lade det pædagogiske personale få en mere aktiv rolle i og et større selvstændigt ansvar for undervisningen undervejs i kompetenceudviklingsforløbet, i takt med, at det pædagogiske personale bliver mere fortrolige med at facilitere undervisningen på egen hånd.

5.1.3 Parallel udvikling af kompetencer, undervisningsforløb og -materialer

Teknologiforståelse som nyt fag og ny faglighed er stadig i sin spæde udviklingsfase. Fagligheden er endnu ikke fuldt udviklet eller didaktiseret, hvorfor der kun findes få undervisningsforløb og -materialer. I den forbindelse har mange kommuner og skoler gode erfaringer med at kombinere kompetenceudviklingsaktiviteter med udviklingen af undervisningsforløb og -materialer. Det gælder fx projekterne *Børnene i robotbyen* i Odense Kommune, *Teknologi og Innovation* i Rødovre Kommune og *Engineering i skolen*.

Den parallelle udvikling af kompetencer, forløb og materialer sker typisk i en **iterativ proces**, hvor det pædagogiske personale udvikler prototyper på forløb og materialer, afprøver dem gentagne gange i praksis og kvalificerer og videreudvikler dem løbende med afsæt i de erfaringer, de gør dig.

”Det vigtigste er at skabe ejerskab ved at inddrage medarbejdere i udarbejdelsen af processen og læringsforløb. Vi har et momentum til at gøre det lige nu, fordi alle er nye og famlende. Vi kan udvikle noget og afprøve og forfine det sammen.”

I projektet *Børnene i robotbyen* sker dette fx i såkaldte læringslaboratorier, hvor det pædagogiske personale mødes fire gange med henblik på at få ny viden og inspiration, udvikle og justere forløb samt videns- og erfaringsudveksle om virkningsfulde greb i undervisningen. Mellem læringslaboratorierne afprøver det pædagogiske personale forløbene i praksis og danner et erfaringsgrundlag, der kan anvendes til yderligere at kvalificere forløbene.

Erfaringerne med denne iterative tilgang, hvor kompetenceudvikling kombineres med udvikling af undervisningsforløb og -materialer, er generelt gode, fordi tilgangen medvirker til at skabe **mening og ejerskab** i processen blandt det pædagogiske personale. Derudover afspejler den iterative proces også den måde, eleverne selv skal arbejde på i designprocesser (jf. afsnit 4.3), og tilgangen kan herigennem være med til at understøtte udviklingen af et **mindset hos det pædagogiske personale**, der handler om åbne og kreative processer, hvor der ikke findes noget "rigtigt" og "forkert".

"Vi har taget vores egen medicin, kan man sige. Det går ud på, at man udvikler en prototype, som man tester og på den baggrund udvikler igen og igen."

Erfaringerne indikerer imidlertid også, at denne tilgang i højere grad tiltaler de medarbejdere blandt det pædagogiske personale, der allerede har grundlæggende viden om og erfaringer med teknologiforståelse i praksis, mens pædagogiske personale uden erfaringer i højere grad efterspørger konkrete undervisningsforløb og drejebøger for undervisningen.

5.2 Organisering

Erfaringerne fra praksis indikerer derudover, at organiseringen på skolen er afgørende, hvis skolerne skal kunne implementere teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolens obligatoriske undervisning. Det gælder ikke mindst, fordi det er en kompleks opgave at implementere teknologiforståelse som fag og faglighed, der kalder på, at ledelse og pædagogisk personale sammen udvikler nye kompetencer, en ny undervisningspraksis og en ny kultur på skolen, hvor teknologiforståelse bliver et fælles anliggende for alle.

Praksiskortlægningen illustrerer, at de rigtige organisatoriske rammer er en afgørende forudsætning for og i sig selv kan være med til at fremme implementeringen. Særligt to forhold omkring organiseringen af arbejdet med teknologiforståelse på skolen træder frem i praksiskortlægningen. Det drejer sig om:

- Brug af ressourcepersoner som fx it-vejledere
- Etableringen af professionelle læringsfællesskaber omkring teknologiforståelse.

Brugen af ressourcepersoner og etableringen af professionelle læringsfællesskaber omkring teknologiforståelse er effektive drivkræfter bag implementeringen af teknologiforståelse som selvstændigt fag såvel som integreret i fagene. Imidlertid tyder praksiskortlægningen på, at disse greb er særligt afgørende, når teknologiforståelse skal integreres i fagene, hvor der kan være et særligt behov for, at faglige spidser viser og understøtter vejen frem, og hvor videndeling blandt det pædagogiske personale kan være med til afhjælpe initiale usikkerheder og eventuel modstand.

5.2.1 Brug af ressourcepersoner som fx it-vejledere

Praksiskortlægningen indikerer, at mange skoler har gode erfaringer med at bruge skolens ressourcepersoner som fx it-vejledere og teknologi- og innovationslærere til at understøtte,

at teknologiforståelse ikke blot bliver et fokuspunkt i selvstændige fag eller afkoblede projekter, men også integreres i de øvrige fag i folkeskolens fagrække.

”Det handler selvfølgelig om inspiration ude fra, men lige så meget om at organisere sig i institutionen, så man kan hjælpe hinanden. Man skal have mulighed for at sparre med ens team men også at kunne gå til eksperter og faglige spydspidser.”

Ressourcepersonerne kan spille en rolle i forhold til at implementere teknologiforståelse som fag og faglighed på flere forskellige måder. Det kan for det første være ved, at ressourcepersonerne løbende holder deres **viden om teknologiforståelse opdateret**. Det indebærer bl.a., at ressourcepersonerne kontinuerligt vedligeholder et overblik over eksisterende og tilgængelige undervisningsforløb og -materialer, som de kan dele med deres kolleger ved behov. Det er en betydelig opgave, ikke mindst fordi feltet er i rivende udvikling, og nye undervisningsmaterialer og -forløb ofte udvikles og føjes til det repertoire af forløb, materialer og redskaber, som skolerne kan gøre brug af i arbejdet med at implementere teknologiforståelse som fag eller i undervisningen i de øvrige fag.

For det andet kan ressourcepersonerne sammen med skoleledelsen spille en stor rolle i forhold til at **planlægge, gennemføre og evaluere** afgrænsede undervisningsforløb og projekter relateret til teknologiforståelse på skolen, fx via **supervision, co-teaching og sparring** med de kolleger, der kun i begrænset omfang har praktiske erfaringer med at undervise i teknologiforståelse som selvstændigt fag eller integreret i fagene. Her peger praksiskortlægningens informanter på vigtigheden af, at ressourcepersonerne løbende deler ud af deres gode erfaringer med og begejstring for teknologiforståelse, fordi det kan være med til at motivere øvrig pædagogisk personale til at give sig i kast med at anvende teknologier som en integreret del af undervisningen.

”Lærerne føler, at man tager noget af deres tid. Derfor skal vi vise, at det er et supplement til det, de laver i forvejen. Man skal vise, hvordan man kan bruge fx micro:bit til dansk, så de kan se, at det bare er en anden metode til at arbejde med fagets indhold.”

For det tredje kan ressourcepersonerne som følge af deres indsigt i og overblik over fagligheden og tilgængelige teknologier også have lettere ved at se, hvordan arbejdet med **teknologiforståelse kan kobles til og integreres i de øvrige fag**. Nogle skoler har i den forbindelse gode erfaringer med, at faglærere og ressourcepersoner sammen ser på, hvor i årsplanen teknologiforståelse kan bringes i spil, og at ressourcepersonen kommer med ideer til, hvordan faglæreren konkret kan gribe det an.

I den forbindelse viser praksiskortlægningen også, at det er vigtigt, at **det pædagogiske personale fortsat spiller en aktiv rolle** i planlægningen og gennemførelsen af undervisningen, selvom ressourcpersonerne bistår med supervision, co-teaching eller fælles planlægning af undervisningen. Det kan være med til at stilladsere, at det pædagogiske personale opnår en større og større tryghed og faglig selvtillid i forhold til selv at udvikle, planlægge og gennemføre undervisningen i eller med elementer af teknologiforståelse. Flere ressourcpersoner peger i praksiskortlægningen på, at de fx har gode erfaringer med kun at præsentere et skelet eller et halvfærdigt forløb for deres kolleger, fordi det skaber rum for, at faglæreren og ressourcpersonen sammen kan færdigudvikle det endelige forløb. Her ved føler lærerne et større ejerskab overfor forløbet, ligesom det tydeliggøres, at de faktisk kan bidrage til undervisningen i og med teknologiforståelse, selvom de ikke nødvendigvis er eksperter på området.

”Jeg inspirerer i forhold til, hvordan man kan bruge det og sætter ting i gang, men når lærerne har lært redskaberne at kende, så går jeg i supportrolle og bliver på sidelinjen. Jeg sætter mig ind i de teknologier, vi har, fordi så behøver lærerne ikke selv at være eksperter.”

Skal ressourcpersoner kunne løfte og jonglere mellem de mange forskellige opgaver, deres rolle fordrer, kræver det, at de klædes på med de **rette kompetencer**. Praksiskortlægningen indikerer således, at ressourcpersonerne – foruden af at have opdateret viden om teknologiforståelse og kendskab til teknologier – også skal have processuelle kompetencer til pædagogisk og didaktisk at facilitere og understøtte en problembaseret og eksperimenterende tilgang i undervisningen, samt kompetencer til vejledning, supervision og co-teaching af deres kolleger. Ifølge flere af praksiskortlægningens informanter er det ligeså vigtigt, at ressourcpersonerne **brænder for teknologiforståelse** og tør kaste sig ud i nye projekter, som at ressourcpersonerne er dygtige til at arbejde med teknologi.

5.2.2 Etableringen af professionelle læringsfællesskaber omkring teknologiforståelse

Praksiskortlægningen indikerer, at det er alfa og omega for udviklingen og implementeringen af teknologiforståelse som nyt fag og ny faglighed, at der etableres professionelle læringsfællesskaber, der **specifikt fokuserer på teknologiforståelse**. Professionelle læringsfællesskaber er kendetegnet ved en samarbejdskultur, hvor det er et fælles ansvar for skoleledelsen og det pædagogiske personale at sikre, at eleverne lærer mest muligt. Det indebærer opbygningen af en praksis, hvor det pædagogiske personale i fællesskab undersøger og reflekterer over, hvordan undervisningen virker på elevernes læring. En forudsætning for udviklingen af professionelle læringsfællesskaber er således også, at der sker en deprivatisering af praksis, hvor såvel ledelse som pædagogisk personale åbner op og stiller deres praksis til rådighed for det fælles og løbende arbejde med at udvikle kvaliteten i undervisningen.

Professionelle læringsfællesskaber kan være en drivkraft bag udviklingen og implementeringen af teknologiforståelse af en række årsager. For det første er teknologiforståelse som tidligere nævnt et nyt fag og en ny faglighed i folkeskolen, og der er fortsat behov for at didaktisere fagligheden. Professionelle læringsfællesskaber danner allerede ramme om undervisnings- og skoleudvikling på mange skoler i dag, og for mange repræsenterer det således en **kendt organisatorisk konstellation**, som arbejdet med at udvikle og implementere teknologiforståelse kan forankres i, og som generelt er **fremmede for en fælles eksperimenterende tilgang** til udvikling af undervisningspraksis.

”Teknologiforståelse er et indsatsområde på skolen, så vi bruger meget tid på i fællesskab at udvikle best practice via fx co-teaching og videndeling. Hvis det bare er én lærer, der gør det i én klasse i ét fag, så sker der ikke noget i længden. Lærerne skal gøre det sammen, så de bruger hinandens kompetencer og laver forløbene sammen. Derfor er der også noget organisatorisk, man bliver nødt til at kigge på, hvis man vil ændre den didaktiske tilgang.”

Samtidig er der i praksis store forskelle på det pædagogiske personales kompetencer og erfaringer i relation til undervisning i teknologiforståelse, og det er derfor afgørende, at det pædagogiske personale får et forum, hvor undervisningsforløb og -materialer kan udvikles i fællesskab, og som danner ramme om **videns- og erfaringsudveksling**. Det gælder både, når teknologiforståelse skal implementeres som selvstændigt fag, og når teknologiforståelse skal integreres i de øvrige fag. Ifølge de interviewede projektledere, pædagogisk ledere og pædagogisk personale er det således væsentligt, at der er **tydelige og formaliserede rammer** for fælles planlægning, sparring og udvikling af undervisningspraksis.

Praksiskortlægningen giver flere forskellige eksempler på, hvordan etableringen af professionelle læringsfællesskaber med fokus på teknologiforståelse kan gribes an i praksis. De deltagende skoler har dog gode erfaringer med, at professionelle læringsfællesskaber centrerer omkring **fagteams**, når teknologiforståelse implementeres i specifikke fag, eller som selvstændigt fag, mens professionelle læringsfællesskaber, i **årgangsteamet**, danner en hensigtsmæssig ramme om udviklingen af teknologiforståelse på tværs af fag. En skole har desuden gode erfaringer med at forpligte de enkelte årgangsteam på at udarbejde en ”didaktisk årskalender”, der integrerer teknologiforståelse i fagrækken.

Praksiskortlægningen indikerer derudover, at det er hensigtsmæssigt, hvis **pædagogiske ledere og skolens ressourcepersoner** indgår i de professionelle læringsfællesskaber og kan yde hhv. ledelsesmæssig opbakning og konkrete sparring og vejledning til, hvordan arbejdet med teknologiforståelse kan gribes an i undervisningen.

5.3 Ledelse

Erfaringerne fra praksis indikerer, at det er fremmede for udviklingen og implementering af teknologiforståelse som fag og faglighed, når skolens ledelse **tydeligt udstikker en retning**

og ramme for arbejdet med teknologiforståelse i praksis. Det gælder, uanset om teknologiforståelse implementeres som selvstændigt fag eller integreres i undervisningen i fagene.

Praksiskortlægningen peger grundlæggende på, at en tydelig kommunikation fra ledelsens side om **formålet** med at udvikle og implementere teknologiforståelse i skolens undervisning har en positiv betydning for det pædagogiske personales motivation. Det er således en vigtig ledelsesopgave klart at kommunikere, hvilken betydning teknologi har for samfundsudviklingen og begrunde, **hvorfor og hvordan teknologiforståelse er afgørende** for at ruste eleverne til de krav, de vil blive mødt af i fremtiden. På et generelt plan, at det fx faciliteres i ledelsens rammesætning af skolens udvikling eller italesættelse af skolens profil, mens det til dagligt kan tydeliggøres i ledelsens løbende samtaler med teams og medarbejdere på pædagogiske dage eller udviklingsseminarer.

”Der er mange ting i gang, og derfor er det vigtigt, at det hele tiden synliggøres, at det alt sammen understøtter det, vi synes, eleverne skal have med, når de forlader vores skole. Indsatsen skal være en del af skolens selvforståelse og kultur og de værdier, vi har. Hvis det ikke understøtter en kollektiv opfattelse af, hvad vi skal være som skole, giver det ikke mening. Det her er ikke en hovsa-ændring.”

Generelt peger interviewpersonerne på, at ledelsens opbakning og fokus er afgørende for, at teknologiforståelse bliver en integreret del af **skolens praksis, kultur og værdisæt**, fordi det kan være med til at tale teknologiforståelse ind i en bredere pædagogisk debat om skolens formål og kerneopgave i det 21. århundrede. Det kan også være med til at tydeliggøre, at teknologiforståelse ikke er et forbigående eksperiment afkoblet fra det øvrige arbejde med kontinuerligt at udvikle kvaliteten af skolens undervisning, men at det i stedet er en integreret del af det at drive en moderne skole. Den hastighed, teknologien udvikler sig med, medfører en grundlæggende usikkerhed omkring, hvilke kompetencer eleverne får brug for i deres fremtidige arbejds- og privatliv, men problemløsningsevner, kreativitet, kritisk tænkning og procesforståelse er netop eksempler på kompetencer, som er overførbare til funktioner og processer i et arbejdsmarked og en hverdag, som endnu er ukendt.

I den forbindelse har skoleledelsen også en vigtig opgave i at understrege, at udviklingen og implementeringen af teknologiforståelse er en **fælles opgave**, der vedrører alle på skolen, og at opstille eksplicite forventninger og krav til det pædagogiske personale, der er handlingsanvisende og understøtter, at det reelt bliver en fælles opgave i praksis. Det gælder ikke mindst i forhold til medarbejdere blandt det pædagogiske personale, der er usikre omkring at skulle arbejde med teknologi og kan have brug for et ekstra skub for at komme i gang med at integrere et teknologiperspektiv i undervisningen. Det kan fx ske ved, at skoleledelsen stiller krav om, at alle lærere årligt skal planlægge mindst ét undervisningsforløb, der indebærer brugen af skolens makerspace.

Her er det imidlertid vigtigt, at forventninger og krav følges af en ledelse, der understøtter det pædagogiske personales **rammer, muligheder og motivation** for at eksperimentere

med teknologiforståelse i undervisningen. Praksiskortlægningen peger på en række forskellige greb, som skoleledelserne med fordel kan gøre brug af i den forbindelse:

- For det første kan skolens ledere bidrage til udviklingen af en ny fælles praksis med teknologiforståelse ved at opsamle og dele de **gode eksempler** på skolen, så det synliggøres, hvordan teknologiforståelse skaber læringsgevinster for eleverne i den fagfaglige undervisning og i sin eget ret. Skolens ledere kan også bruge dette som anledning til at kommunikere, hvorfor dette er vigtigt.
- For det andet kan skoleledelsen facilitere, at det pædagogiske personale får mulighed for at stifte bekendtskab med og **afprøve forskellige arbejdsmetoder og teknologier** i trygge rammer, fx via fælles afprøvningsseancer i skolens makerspace eller ved at øremærke ressourcer til kollegial sparring. Det kan dels være med til at afmystificere teknologierne, dels tydeliggøre, hvordan teknologiforståelse omsættes meningsfuldt i det pædagogiske personales egen praksis.
- For det tredje er det afgørende, at skoleledelsen signalerer, at der er **plads til at fejle**, og at fejl kan være positive læringsmuligheder, som kan anvendes som løftestænger til højere kvalitet i undervisningen. Det skyldes ikke mindst, at en nulfejlskultur ikke flugter med den eksperimenterende tilgang til læring og undervisning i teknologiforståelse.

Særligt sidstnævnte kan være svært for mange medarbejdere blandt det pædagogiske personale, fordi det indebærer, at det pædagogiske personale lægger gamle vaner og adfærd på hylden og i højere grad bliver eksponenter for en lærerrolle, hvor de eksperimenterer og lærer sammen med og af eleverne.

”Lærerne skal lære, at vi ikke ved bedre, og at det er okay, at vi ikke ved bedre. Det er et stort skifte. Fra at være den, der ved noget og finder fejl, skal lærerne nu også begå fejl og stille spørgsmål. Og ikke nødvendigvis påpege fejl. Det er angstprovokerende for nogle lærere.”

Implementeringen af teknologiforståelse som fag og faglighed kalder dermed også på en større kulturændring i folkeskolens praksis, der fordrer et betydeligt ledelsesmæssigt fokus fra såvel skoleledelsen som forvaltningens side. Det tager tid og kræver derfor et **vedvarende ledelsesmæssigt fokus**, så det bliver tydeligt, at det er noget, kommune og skole prioriterer – nu og i fremtiden.

Boks 5-1: Ledelsesudviklingsforløb – eksempler fra praksis

Ledelsesudviklingsforløb for alle pædagogiske ledere i Rødovre Kommune

For at kunne overbevise det pædagogiske personale om "hvorfors" og ikke mindst for at kunne understøtte det pædagogiske personale i udviklingsarbejdet må ledelsen have grundlæggende forståelse for fagets genstandsfelt og dets muligheder. I forbindelse med implementeringen af faget Teknologi og Innovation har Rødovre Kommune derfor god erfaring med at gennemføre et ledelsesudviklingsforløb for alle skoleledere i kommunen.

Udviklingsforløbet indeholder både en praksisdimension, hvor lederne prøver at arbejde med teknologi og design (fx at samle en højtaler), og en organisatorisk dimension, hvor de udarbejder udspil til lokale handleplaner og planer for implementering. Derudover sætter forløbet fokus på, hvad der allerede foregår ude på skolerne for at tydeliggøre, at det ikke er et helt nyt fokus. Rødovre Kommune har planer om at fortsætte ledelsesudviklingsforløbet, så lederne løbende får inputs til og mulighed for at drøfte med hinanden, hvordan de som ledere kan understøtte implementeringen af Teknologi og Innovation yderligere.

"At lederne er inddraget, betyder noget. Det er noget, lederne tager med i deres teamsamtaler og udviklingssamtaler: Hvordan gør vi det her? Forløbet betyder, at det er gennearbejdet og masseret dybere ind i organisationen, og det har været med til at skabe ejerskab hos lederne fra dag 1." Projektleder, Rødovre Kommune

5.4 Fysiske rammer

Endelig indikerer praksiskortlægningen, at de rette fysiske rammer har en positiv betydning for kommuner og skolers mulighed for at implementere teknologiforståelse i undervisningen på en hensigtsmæssig og virkningsfuld måde.

På tværs af interviewene understreges det, at det pædagogiske personale skal have adgang til og mulighed for at bruge forskellige **fysiske og digitale teknologier** i undervisningen i teknologiforståelse.

Det begrundes bl.a. med, at nogle elever i højere grad tilegner sig kompetencer i teknologiforståelse, når de har mulighed for at kombinere digitalt arbejde på computeren med fysiske teknologier. Det er givende for mange elever at se resultaterne af deres kodning komme til udtryk fysisk. Det kan fx være, når eleverne kan se, at en robot eller en micro:bit reagerer på baggrund af deres kodning. Foruden at understøtte elevernes læring, peger flere interviewpersoner på, at det også kan være med til at motivere eleverne og gøre elevernes nysgerrige på teknologiforståelse generelt, fordi de tydeligt kan se, hvordan **digital og fysisk teknologi hænger sammen**, og hvordan de kan bruge teknologien i skabende og eksperimenterende processer.

”Vi har investeret stort i LEGO mindstorm og andre lignende materialer, som man kan trække på i undervisningen i forhold til at skabe så mange deltagelsesmuligheder som muligt. Det er vigtigt med mange indgange til teknologien, så vi kan favne elever og lærere bredt.”

Derudover indikerer praksiskortlægningen, at adgang til forskellige fysiske og digitale teknologier kan skabe **deltagelsesmuligheder for flere forskellige elever** – og lærere – fordi de taler til og aktiverer elevernes forskellige interesser og tilgange til læring. Når flere forskellige teknologier og redskaber er til rådighed i undervisningen, er det fx muligt både at tilgodese de elever, der motiveres af at ”nørde” med programmering, og de elever, der i højere grad aktiveres af at være kreative og fx bygge prototyper med fysiske materialer.

Endelig peger praksiskortlægningen på, at det er et centralt element i at arbejde med problembaseret læring, at eleverne lærer at **tage kritisk stilling til den teknologi** og de tilgange, de anvender i løsningen af et konkret problem eller en konkret problemstilling. Her er det også centralt, at der er et bredt udsnit af fysiske og digitale teknologier til rådighed i undervisningen, så elevernes kreative, skabende og problemløsende processer ikke begrænses af, hvad der i praksis kan lade sig gøre.

Flere skoler har i den forbindelse gode erfaringer med at indrette et **makerspace** på skolen, der indeholder forskellige fysiske og digitale redskaber til brug i undervisningen, og som skaber et rum for, at elever og lærere kan arbejde på mange forskellige måder i den samme undervisningssituation. Samtidig understøtter et makerspace med sin indretning i højere grad de pædagogiske intentioner i teknologiforståelse end traditionelle klasselokaler, bl.a. fordi det lægger op til **andre arbejdsformer og andre spilleregler** for undervisningen. Det kan fx komme til udtryk ved, at der ikke er en stol til alle elever, fordi det ikke er tanken, at eleverne i designprocesser skal sidde stille omkring et bord. Derudover kan et makerspace være med til at stimulere elevernes kreativitet og kreative udfoldelse, fordi det repræsenterer et nyt læringsmiljø og typisk udstiller teknologiens muligheder, fx ved at elevernes produktioner og processer er synlige i lokalet. Det kan fremme interesse, nysgerrighed og motivation hos både elever og det pædagogiske personale.

”Vi har mange visioner, som vi gerne vil understøtte lokalemæssigt. Det er ikke kun i forhold til teknologiforståelse. Det kan ligeså godt bruges i den øvrige undervisning, hvor projektbaserede arbejdsformer giver mening. Vi vil bruge det i hele undervisningen. Det er didaktikken, der er på spil, og det skal være en værktøjskasse, som vi hele tiden arbejder med i forhold til at sikre fremtidens skole.”

I den forbindelse er det en vigtig pointe, at et makerspace ikke kun er velegnet som ramme om undervisning i teknologiforståelse som fag og faglighed. Flere af interviewpersonerne

understreger, at et makerspace også er **anvendeligt i andre undervisningssammenhænge**, der fordrer projektbaserede arbejdsformer, uden at teknologi nødvendigvis er i fokus.

Omvendt peger flere af interviewpersonerne på, at et makerspace **ikke er en forudsætning** for at arbejde med teknologiforståelse, og at teknologierne ikke behøver at være samlet ét sted på skolen. Det centrale er ifølge disse informanter, at teknologierne er tilgængelige der, hvor de skal bruges, fx i håndværk- og designlokalet, og at de fysiske rammer i øvrigt understøtter de arbejdsformer, der er befordrende for en virkningsfuld undervisning i teknologiforståelse, fx gruppebaseret projektarbejde. Her kan det fx være en fordel, hvis **møblerne er fleksible og/eller mobile**, så indretningen kan justeres, afhængigt af, hvordan undervisningen organiseres.

BILAG 1 DETALJERET METODEBESKRIVELSE

I dette kapitel beskrives det metodiske grundlag for forundersøgelsen. Kapitlet er opdelt i to overordnede afsnit. I første afsnit beskriver vi den metodiske tilgang til forundersøgelsens *videnskortlægning*. I andet afsnit redegøres der for *praksiskortlægningen*, som er anden del af forundersøgelsen. Da de to kortlægninger har forskellige formål og er af forskellig karakter, er der taget udgangspunkt i to forskellige søgestrategier, som beskrives detaljeret i nærværende kapitel.

Både videnskortlægning og praksiskortlægning er udarbejdet i tæt samarbejde med en intern ekspertgruppe bestående af eksperter og praktikere med viden om og erfaring med undervisning i teknologiforståelse. Ekspertgruppen består af:

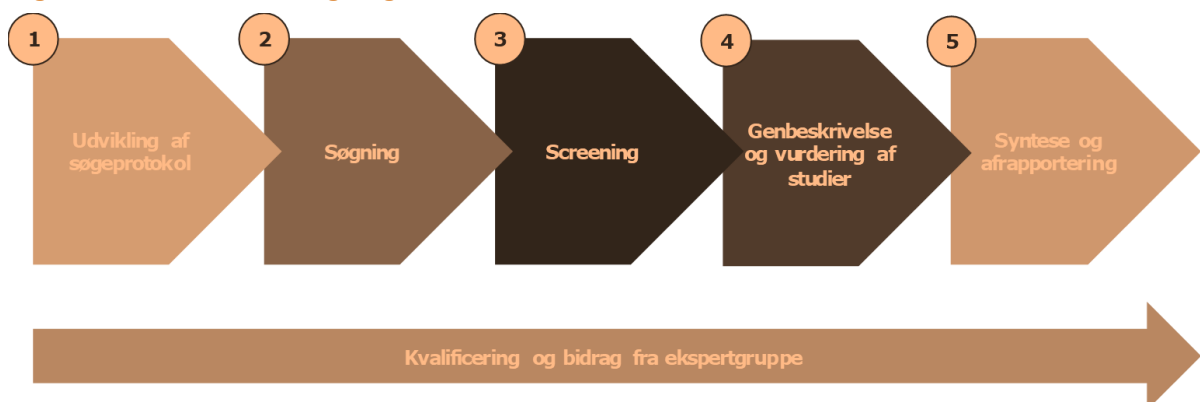
- Mikala Hansbøl, Docent, ph.d., Det Samfunds-faglige og Pædagogiske Fakultet og Institut for Skole og Læring hos Københavns Professionshøjskole.
- Mikkel Hjorth, Lektor, Læreruddannelsen hos VIA
- Rene Boyer Christiansen, Docent, ph.d. på Center for Skole og Læring hos Københavns Professionshøjskole.
- Marie Falckgaard Slot, Lektor, ph.d., Nationalt Center for Læremidler
- John Klesner, Formand for it-vejlederne.

Ekspertgruppen har bidraget med kvalificering af søgeprotokol, identificering af referencer og undervisningsmaterialer, kvalificering af referenceliste og materialeoversigt, analyse af vidensgrundlaget, produktion af centrale afsnit i rapporten samt kommentering af den endelige rapport.

Videnskortlægningen

Videnskortlægningen er gennemført i fem faser, som illustreret i figuren nedenfor

Figur B1-1: Videnskortlægningens fem faser



I det følgende beskrives de aktiviteterne i de enkelte faser af videnskortlægningen.

Fase 1: Udvikling af søgeprotokol – genstandsfelt og indholdsmæssig afgrænsning

Videnskortlægningen er indledt med udvikling af en søgeprotokol med tilhørende beskrivelse af kortlægningens formål og undersøgelsesspørgsmål.

Med afsæt i ekspertskrivegruppens beskrivelse af fagets *indhold*, dvs. de kompetencer, eleverne skal tilegne sig inden for teknologiforståelse, har videnskortlægningen haft til formål at frembringe viden om, *hvordan* pædagogisk personale i grundskolen mest hensigtsmæssigt kan arbejde med disse kompetenceområder hos eleverne, og hvilke kompetencer det kræver hos det pædagogiske personale. Videnskortlægningen har således skulle afdække pædagogikker, didaktikker og designprincipper for undervisning og læremidler, der er relevante, når elever skal udvikle kompetencer inden for teknologiforståelse på en almen dannende, kreativ og skabende måde.

Fagets indhold henviser til de fire kompetenceområder, som er defineret af ekspertskrivegruppen.

Boks B1-1: Kompetenceområder i Fælles Mål for teknologiforståelse

- **Digital myndiggørelse** omhandler kritisk, refleksiv og konstruktiv undersøgelse og forståelse af digitale artefakters muligheder og konsekvenser.
- **Digital design og digitale designprocesser** omhandler tilrettelæggelse og gennemførelse af en iterativ designproces under hensyntagen til en fremtidig brugskontekst.
- **Computational tankegang** omhandler analyse, modellering og strukturering af data og dataprocesser.
- **Teknologisk handleevne** omhandler mestring af computersystemer, digitale værktøjer og tilhørende sprog samt programmering.

Videnskortlægningens genstandsfelt er operationaliseret i nedenstående undersøgelsesspørgsmål:

Hvilke pædagogiske og didaktiske tilgange har betydning for grundskoleelevers kompetencer inden for de fire kompetenceområder, og hvilke kompetencer kræver det af pædagogisk personale for virkningsfuldt at kunne anvende disse tilgange?

Undersøgelsesspørgsmålet har ligget til grund for udvikling af søgeprotokollen, herunder søgestrategi, søgestreng, valg af databaser samt inklusions- og eksklusionskriterier.

Fase 2: Søgeproces

Til videnskortlægningen er anvendt en målrettet håndholdt søgning, som trækker på systematikken fra en Rapid Evidence Assessment.

Strategien er tostrengt og har bestået af:

- En målrettet og systematisk håndholdt søgning i udvalgte databaser
- Snowballing via eksisterende forskningsviden (referencers referencer)

De to strenge beskrives i det følgende.

Målettet og systematisk håndholdt søgning i udvalgte databaser

Der er gennemført en målrettet og systematisk håndholdt søgning i udvalgte databaser ud fra en række eksplícitte søgestrengte med henblik på at sikre kortlægningens relevans, transparens og systematik. De udvalgte databaser er følgende nationale og internationale databaser med publikationer fra uddannelsesområdet:

- DPU
- Cambell Collaboration
- Child Trends – What Works
- New Zealand Council of Educational Research
- Ontario Education Research Exchange
- The Centre for Educational Research and Innovation (OECD)
- National Center for Educational Research (US)
- Australian Council for Educational Research
- National Foundation for Educational Research (UK)
- Skolforskningsinstitutet (SE)
- NIFU (NO)
- Finnish institute for educational research at the University of Jyväskylä
- Skolverket (SE)
- Kunnskapsdepartementet (NO)
- Nordforsk (Nordisk Ministerråd)
- NORA (Nordisk Ministerråd)
- The What Works Clearinghouse
- ACM
- Idunn Norsk tidsskriftsdatabase.

I databaserne er der søgt på forskellige kombinationer af nedenstående søgeord ved hjælp af søgeteknikker som explode, trunkering og boolske operatorer. I de tilfælde, hvor det ikke har været muligt at lave boolske operatorer i den enkelte database, er der søgt på de overordnede søgetermer (fx "teknologi" eller "digital"), samt de søgetermer, der er specifikke for genstandsfeltet (fx "kodning").

Tabel B1-1: Søgetermer

Parametre	Søgetermer
Danske søgeord	<p><u>Tværgående søgetermer:</u> Teknologiforståelse, computationel, 21. århundredes kompetencer</p> <p><u>Kompetenceområde 1 – Digital myndiggørelse:</u> Myndiggørelse, teknologi-analyse, etik, kritik, dannelse, formålsanalyse, brugsstudier, konsekvens-vurdering</p> <p><u>Kompetenceområde 2 – Digital design og designprocesser:</u> Idegenerering, design, problemløsning, fabrikation, makerspace, fablab, robot, rammesættelse, konstruktion, evaluering</p>

Kompetenceområde 3 – Computational tankegang: Data, algoritme, kode, informatik, computervidenskabelig, strukturering, modellering

Kompetenceområde 4 – Teknologisk handlekraft: Computersystem, digitalisering, sikkerhed, netværk, programmere

AND

Teknologi, digital

AND

Grundskole, folkeskole, elever

Svenske søgeord

Tværgående søgetermer: Förståelse för teknologi/teknik, computationel

Kompetenceområde 1 – Digital befogenhet: Befogenhet, teknologianalys, etik, kritik, bildung, konsekvensanalys

Kompetenceområde 2 – Digital design og designprocesser: Idégenerering, design, problemløsning, makerspace, konstruktion, utvärdering

Kompetenceområde 3 – Datalogisk tänkande: Data, algoritm, koda, informatik, strukturering, modellering

Kompetenceområde 4 – Digital åtgärd: Datorsystem, digitalisering, datasäkerhet, nätverk, programmera

AND

Teknologi, digital

AND

Grundskola, elever

Norske søgeord

Tværgående søgetermer: Teknologiforståelse, computationel

Kompetenceområde 1 – Digital godkjenning: Godkjenning, teknologianalyse, etikk, kritikk, dannelse, konsekvensvurdering

Kompetenceområde 2 – Digitalt design og designprosesser: Idegenerering, design, problemløsning, makerspace, tilverkning, konstruksjon, evaluering

Kompetenceområde 3 – Algoritmisk tankegang: Data, algoritme, modellere, kode, strukturering, modellering

	<p><u>Kompetenceområde 4 – Teknologisk handlekraft/kapsitet:</u> Computersystem, digitalisering, datasikkerhet, netværk, programmere</p> <p>AND</p> <p>Teknologi, digital</p> <p>AND</p> <p>Grunnskole, barneskole, elever</p>
Engelske søgeord	<p><u>Tværgående søgetermer:</u> technological literacy, digital literacy, computational, 21st century skills</p> <p><u>Kompetenceområde 1 – Digital empowerment:</u> Empowerment, technology analysis, ethics, critique, emancipation, citizenship, democracy, democratic, critical thinking</p> <p><u>Kompetenceområde 2 – Digital design and design processes:</u> Idea generation, design, problem solving, maker movement, making, maker settings, maker culture, makerspace, fabrication, fablab, hacker space, design literacy, design capability, design thinking, wicked problems, complex problem-solving, creativity, fixation, evaluation</p> <p><u>Kompetenceområde 3 – Computational thinking:</u> Data, algorithm, coding, computation, informatics, algorithmic thinking, problem-solving, machine learning, block-based, surveillance, modelling, structuring</p> <p><u>Kompetenceområde 4 – Computational fluency:</u> Computer system, digitisation/ digitization, digitalisation/digitalization, data security, network, computer network(s), privacy, encryption, data transfer, programming</p> <p>AND</p> <p>Technology, digital</p> <p>AND</p> <p>School, students, pupils</p>

Konkret er søgningen gennemført ved at starte med at søge bredt på de mest overordnede søgetermer "teknologi" og "digital" for i første omgang at indfange alle studier, som er tilnærmelsesvist relevante. De overordnede søgetermer er derefter suppleret med mere specifikke søgetermer relateret til de enkelte kompetenceområder. Desuden er de søgetermer, der ikke i sig selv knytter sig til genstandsfeltet (fx "etik" eller "rammesættelse"), blevet kombineret med "digital" og "teknologi" for at målrette søgningen.

Snowballing via eksisterende forskningsviden

Supplerende til den målrettede søgning i databaser har de tilknyttede videnspersoner udpeget allerede kendt, relevant forskningsviden. Derefter er der søgt på referencernes referencer ("snowballing").

I de tilfælde, hvor praksiskortlægningen har identificeret skriftlige evalueringer og undersøgelser, som lever op til inklusionskriterierne (jf. nedenfor), er også disse medtaget i videnskortlægningen.

Fase 3: Screening og genbeskrivelser af studier

Både studier fremkommet ved den målrettede søgning i databaser og ved snowballing via eksisterende forskningsviden er screenet ud fra opstillede inklusionskriterier. Inklusionskriterierne fremgår af nedenstående tabel.

Tabel B1-2: Inklusionskriterier

Afgrænsning	Inkluderet
Genstandsfelt	Der inkluderes kun studier, som undersøger betydningen* af pædagogiske og didaktiske tilgange til at arbejde med grundskoleelevers kompetencer inden for 1) digital myndiggørelse, 2) digital design og designprocesser, 3) computationel tankegang samt 4) teknologisk handlekraft, herunder, hvilke kompetencer det kræver hos pædagogisk personale at arbejde med de tilgange. *dokumenteret erfaring, virkninger, effekter mv.
Geografisk afgrænsning	Der inkluderes kun studier gennemført i Danmark, Finland, Norge, Sverige, Island, Estland, Holland, Storbritannien, Nordirland, USA, Canada, Australien og New Zealand.
Sproglig afgrænsning	Der inkluderes kun studier på dansk, svensk, norsk eller engelsk.
Tidsmæssig afgrænsning	Der inkluderes kun studier udgivet i 2008 eller senere.
Dokumenttype	Der inkluderes kun studier, der redegør for <i>empirisk</i> viden. Der inkluderes kun studier, der redegør for empirisk viden. Følgende betragtes <i>ikke</i> som empirisk viden: Editorials, kommentarer, anmeldelser, policy dokumenter, biografier, rent teoretiske udgivelser, specialer og masteropgaver.
Tilgængelighed	Der inkluderes kun studier, som er tilgængelige i fuld tekst i onlinedatabaser/på internettet.

I vurderingen af, hvorvidt studiets genstandsfelt falder inden for scope, er der foretaget en *analytisk vurdering* af, hvorvidt studiet fokuserer på kompetencer hos eleverne, som falder inden for et eller flere af de fire kompetenceområder. Det skyldes, at studierne ikke nødvendigvis anvender samme terminologi som kompetencemålsbeskrivelsen.

Søgning og screening af studier har resulteret i en bruttoliste, som er blevet kvalificeret af videnspersonerne. Videnspersonerne har her haft mulighed for at supplere med yderligere referencer. For at sikre systematikken, er referencerne screenet ud fra samme inklusionskriterier som de øvrige studier.

Fase 4: Genbeskrivelse og kvalitetsvurdering af studier

Alle inkluderede studier er efterfølgende blevet læst og genbeskrevet. En genbeskrivelse skal i denne sammenhæng forstås som et struktureret referat med fokus på undersøgelses-spørgsmålene.

I forbindelse med gennemlæsningen er der foretaget en kvalitetsvurdering af studierne. Hvert studie er her blevet vurderet ud fra tre overordnede kriterier²¹, der til sidst er blevet brugt til at lave en samlet vurdering af studiets kvalitet:

1. Studiets **metodiske kvalitet**, dvs. en vurdering af pålideligheden af primærstudiets resultater på baggrund af accepterede normer for det anvendte undersøgelsesdesign. Se tabellen nedenfor.
2. Studiets **metodiske relevans**. Med metodisk relevans menes en vurdering af hensigtsmæssigheden af det anvendte design i studiet i forhold til studiets undersøgelses-spørgsmål.
3. Studiets **emnemæssige relevans**. Med emnerelevans menes en vurdering af hensigtsmæssigheden af studiets fokus i forhold til den problemstilling, der er i fokus i videnskortlægningen. Dette forhold vurderes særligt relevant i nærværende kortlægning, hvor den indsamlede viden skal kunne overføres til og så vidt muligt anvendes direkte i det danske skolesystem.
4. En **samlet vurdering** af de tre ovennævnte forhold, der slutter i en overordnet kvalitetsvurdering af studiet, hhv. høj, medium eller lav kvalitet. Alle tre kriterier er vægtet ligeligt.

Kun studier med **medium eller høj kvalitet** er medtaget i syntesen.

Tabel B1-3: Vurdering af studiernes metodiske kvalitet

Evidensvægt	Beskrivelse
Høj evidens	Studier med høj evidens er underbygget af solide (kvantitative) data og analyser, der med stor statistisk sikkerhed dokumenterer, at undersøgte tilgange, praksisser, metoder etc. fører til positive <i>effekter</i> i forhold til elevernes kompetencer inden for de fire kompetenceområder. Analyserne baserer sig på metoder højest i evidenshierarkiet, herunder systematiske reviews og eksperimentelle design.
Middel evidens	Studier med middel evidens er underbygget af (kvantitative og kvalitative) data og analyser, der sandsynliggør, at de undersøgte tilgange, praksisser, metoder etc. fører til positive <i>resultater</i> i forhold til elevernes kompetencer inden for de fire kompetenceområder. Analyserne baserer sig på metoder, der befinder sig længere nede i evidenshierarkiet, herunder kohorte studier, regressionsanalyser og datadrevne komparative casestudier.

²¹ I kvalitetsvurderingen læner Rambølls tilgang sig op ad tilgangen i EPPI-Centre. EPPI-Centre er et forskningscenter med speciale i gennemførelse af systematiske forskningskortlægninger og reviews på særligt uddannelsesområdet, og centeret har udviklet et koncept for kvalitetsvurdering af studier. Læs evt. mere her: <https://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=53>

Lav evidens	<p>Studier med lav evidens er underbygget af gode <i>erfaringer</i> med og <i>oplevet effekt</i> af undersøgte tilgange, praksisser, metoder evt. i sektoren.</p> <p>Studierne er ikke i udgangspunktet baseret på systematiske analyser af data.</p>
--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fase 5: Syntese og afrapportering

Der er anvendt en tematisk syntesetilgang til videnskortlægningen, som er kendetegnet ved at organisere, udforske og finde mønstre i den viden, der er indsamlet. Den tematiske syntese er velegnet til at håndtere studier med forskellige forskningsdesign og indsatser gennemført i forskellige kontekster.

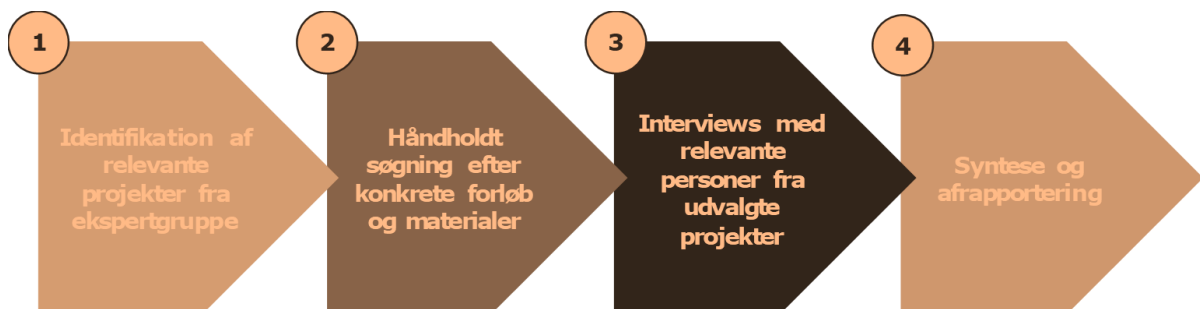
Syntesen er udarbejdet med udgangspunkt i en workshop, hvor alle projektteamets medlemmer, samt de tilknyttede videnspersoner, har deltaget. Som forberedelse til workshoppen har alle læst genbeskrivelserne af studierne for at stå på et fælles vidensgrundlag. På selve workshoppen er der identificeret tværgående temaer og hovedpointer inden for de enkelte temaer om, hvordan pædagogiske og didaktiske tilgange understøtter udvikling af elevers kompetencer inden for de fire kompetenceområder. I den efterfølgende analyse- afrapporteringsfase er studierne blevet genbesøgt med henblik på 1) at knytte dem til et eller flere af de tværgående temaer og 2) at udfolde og nuancere de overordnede pointer.

Praksiskortlægning

I forlængelse af og sideløbende med videnskortlægningen er der gennemført en praksiskortlægning. Formålet med praksiskortlægningen har været at identificere eksisterende undervisningsforløb og undervisningsmaterialer med relevans for teknologiforståelse og kortlægge erfaringer med disse undervisningsforløb og undervisningsmaterialer samt erfaringer med implementering af teknologiforståelse som fag og faglighed i folkeskolen.

Praksiskortlægningen er gennemført i fire faser, som beskrives i det følgende.

Figur B1-2: Praksiskortlægningens fire faser



Fase 1: Identifikation af relevante projekter fra ekspertgruppe

I praksiskortlægningens første fase har de tilknyttede videnspersoner peget på nationale, kommunale og lokale projekter samt konkrete undervisningsmaterialer, som indeholder elementer, der er relevante for et eller flere af de fire kompetenceområder i teknologiforståelse som fag/faglighed. I praksiskortlægningen er medtaget projekter og materialer fra både grundskole og ungdomsuddannelser.

Videnspersonerne har fået tildelt adgang til et fælles onlinedrev, hvor de har haft mulighed for at placere de enkelte projekter i en matrix efter fag, samt hvilke kompetenceområder de falder indenfor (se bilag 3). Flere af projekterne vedrører mere end et kompetenceområde og er derfor placeret flere steder.

En supplerende kilde til identifikation af relevante projekter er videnskortlægningen. I de tilfælde, hvor studier inkluderet i videnskortlægningen, beskriver konkrete, relevante projekter og undervisningsmaterialer, er også de medtaget i praksiskortlægningen.

Fase 2: Håndholdt søgning efter konkrete forløb og materialer

I praksiskortlægningens anden fase er der foretaget en håndholdt søgning efter konkrete undervisningsmaterialer og skriftligt materiale om de identificerede projekter og materialer, herunder evalueringer. I tilfælde af, at et projekt har henledt opmærksomheden på andre projekter eller initiativer, er disse også inkluderet (*snowballing*-strategi). Flere skoler er fx involveret i forskellige projekter, og på den måde er der identificeret yderligere projekter og materialer. Resultaterne af den håndholdte søgning er løbende blevet tilføjet til det fælles drev.

Fase 3: Interviews med relevante personer fra udvalgte projekter

I tredje fase af praksiskortlægningen er resultaterne blevet gennemgået, og der er blevet udvalgt 13 danske projekter. Her er de relevante kontaktpersoner blevet identificeret, hvorefter der er foretaget telefoninterviews med relevante aktører tilknyttet de udvalgte projekter. Der er så vidt muligt gennemført interviews med en projektleder, en skoleleder og en lærer fra hvert projekt.

De 13 projekter er udvalgt, så de dækker over alle fire kompetenceområder. Derudover er det blevet prioriteret at foretage interviews med skoler, som har været involveret i flere forskellige projekter og forløb for at give mulighed for at indsamle så bredt og differentieret et erfaringsgrundlag som muligt. Endelig er der i udvælgelsen lagt vægt på at inkludere projekter, hvor der kun findes begrænset skriftligt materiale, og hvor kvalitative interviews derfor vil kunne bidrage væsentligt med erfaringer og indsigter. Relevante erfaringer fra skriftligt materiale er inddraget på lige fod med erfaringer fra interviews i afrapporteringen.

Der er blevet gennemført i alt 32 telefoninterviews, som fordeler sig, som illustreret i tabellen nedenfor.

Tabel B1-4: Oversigt over gennemførte interviews

Projekt	Udgiver/institution	Projektleder	Skoleleder	Praktiker
Teknologi og Innovation	Rødovre Kommune	1	1	1
Nordagerskolen	Nordagerskolen		1	1
Coding Class CPH	Københavns Kommune	1	1	1

Makerspace	Ringkøbing-Skjern Kommune	1	1	1
Micro:bit	Region Midtjylland	1		1
Engineering i skolen	Astra, Engineer the future, Naturvidenskabernes Hus og VIA University College	1		
edu21.dk	Josefine Jack Eiby			1
Scratch	EDU	1		
Søndervangskolen	Søndervangskolen		1	1
EDUGaim	EDUGaim	1		1
Børnene i Robotbyen	Odense Kommune	1		
Fremtidens Skole	Gladsaxe Kommune	1	1	2
Teknologiforståelse som valgfag	Undervisningsministeriet		3	4
I alt		9	9	14

I interviewene med praktikerne er der lagt særlig vægt på erfaringer med pædagogik og didaktik samt konkrete virksomme undervisningsforløb eller -materialer. I interviewene med skole- og projektlederne har der ydermere været opmærksomhed på, hvad der kræves af indsats i forhold til implementering, organisering og rammerne på skolen, for at eleverne kan tilegne sig de ønskede kompetencer i forhold til teknologiforståelse. I figuren nedenfor ses temaerne for de gennemførte interviews, samt eksempler på de spørgsmål, interviewene har taget udgangspunkt i.

I slutningen af hvert interview er der spurgt ind til, om den interviewede kan henvise til konkrete undervisningsmaterialer. Ydermere er telefoninterviewene som redskab til at anskaffe kontaktoplysninger på øvrige personer, der vil være relevante at tale med i forbindelse med praksiskortlægningen. Eksempelvis har projektledere udpeget skoleledere og lærere med relevante erfaringer. På den måde er interviewene anvendt til at sikre, at der gennemføres interview med den/de person/er, der er mest oplagt at tale med i forhold til de enkelte projekter.

Table B1-5: Undersøgelsestemaer og eksempler på interviewspørgsmål

Tema	Spørgsmål
Baggrund	<ul style="list-style-type: none"> - Hvorfor valgte I at deltage i projektet? Med hvilke klassetrin? Hvilket fag? - Har I et særligt fokus på at arbejde med teknologiforståelse? Hvordan arbejder I ellers med det?
Forløb og materialer	<p>Kan du fortælle lidt om forløbet/forløbene og materialerne?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvad er med dine ord formålet med det/de forløb, du har været projektleder på? Hvilke kompetencer hos eleverne er forløbet rettet mod? - Har forløbet/forløbene været målrettet en eller flere bestemte målgrupper? (Indskoling, mellemtrin, udskoling) - Hvilke materialer har I brugt på tværs af det/de forløb, du har kendskab til?

Pædagogik og didaktik	Hvilke pædagogiske og didaktiske tilgange har efter din vurdering været centrale i forløbet/ene? Og hvorfor?
Evaluering af forløbene	Hvilke(t) forløb og materialer har fungeret særlig godt? Hvilke(t) forløb og materialer har fungeret mindre godt?
Motivation og engagement	Hvordan har motivationen og engagementet været omkring projektet/forløbet? - Hvordan er det kommet til udtryk i arbejdet med forløbet/ene? - Hvad er efter din mening vigtigt i forhold til at sikre lærernes motivation?
Lærernes kompetencer	Har der været kompetenceudvikling af lærerne som led i arbejdet med teknologiforståelse og i så fald hvilken? - Har det været tilstrækkeligt? Hvis nej, hvad har manglet? - Hvad er efter din mening vigtigt i forhold til at sikre, at lærerne er fagligt klædt på til og motiverede til at undervise i teknologiforståelse?
Rammer	Har forløbet(ene) krævet nogle særlige rammer på skolen? Fx udstyr, lokaler eller andet? Hvorfor?
Organisering	Hvordan har projektet som helhed været organiseret (koordinator, ledelse, lærere)? - Hvordan har denne organisering fungeret?
Læringspunkter	Hvis du skal komme med et eller to læringspunkter fra arbejdet med projektet/forløbet – det kan både være i forhold til at opnå positive resultater for eleverne og i forhold til at implementere forløbene i undervisningen – hvad vil du så fremhæve?

Fase 4: Analyse og afrapportering

Analysen af data fra praksiskortlægningen er udarbejdet med udgangspunkt i en workshop, hvor alle projektteamets medlemmer, samt de tilknyttede videnspersoner, har deltaget. Som forberedelse til workshoppen har alle læst interviewreferater. På selve workshoppen er der identificeret hovedpointer omkring kompetenceudvikling, organisering, ledelse og fysiske rammer. I den efterfølgende analyse- afrapporteringsfase er interviewreferater samt skriftlige evalueringer og erfaringsopsamlinger blevet genbesøgt med henblik på at udfolde og nuancere de overordnede pointer.

En oversigt over samtlige projekter samt links til relevante materialer fremgår af bilag 3.

BILAG 2

OVERSIGT OVER STUDIER I VIDENSKORTLÆGNINGEN

- Bekker, Tilde, Saskia Bakker, Iris Douma, Janneke van der Poel & Koen Scheltenaar. 2015. "Teaching Children Digital Literacy through Design-Based Learning with Digital Toolkits in Schools." *International Journal of Child-Computer Interaction*.
- Benton, Laura, Celia Hoyles, Ivan Kalas & Richard Noss. 2017. "Bridging Primary Programming and Mathematics: Some Findings of Design Research in England." *Digital Experiences in Mathematics Education*.
- Berman, Alexander, Brittany Garcia, Beth Nam, Sharon Chu & Francis Quek. 2016. "Toward a Making Community of Practice." In *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education - FabLearn '16*.
- Blikstein, Paulo. 2013. "Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention." J. Walter-Herrmann & C. Büching (red.) *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers
- Blikstein, Paulo. 2018. "Pre-College Science Education: A Survey of the Field." Mountain View, CA: Google LLC.
- Brennan, Karen. 2015. "Beyond Right or Wrong: Challenges of Including Creative Design Activities in the Classroom." *Jl. of Technology and Teacher Education*. Vol. 23.
- Brennan, Karen & Mitchel Resnick. 2012. "New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking." *AERA 2012*.
- Carlborg, Niklas, Markus Tyrén, Carl Heath & Eva Eriksson. 2018. "The Scope of Autonomy Model." *Proceedings of the Conference on Creativity and Making in Education - FabLearn Europe'18*.
- Christensen, Kasper Skov & Ole Sejer Iversen. 2017. "Articulations on Form Properties and Action-Function Couplings of Maker Technologies in Children's Education." *Entertainment Computing*. Vol. 18.
- Christensen, Kasper Skov, Mikkel Hjorth, Ole Sejer Iversen & Paulo Blikstein. 2016. "Towards a Formal Assessment of Design Literacy: Analyzing K-12 Students' Stance towards Inquiry." *Design Studies* 46: 125–51.
- Chu, Sharon Lynn, Francis Quek, Elizabeth Deuermeyer & Rachel Martin. 2017. "From Classroom-Making to Functional-Making." *Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education - FabLearn '17*.
- Crick, T. 2017. "FINAL DRAFT: Computing Education: An Overview of Research in the Field," *Royal Society*.

- Duncan, Caitlin & Tim Bell. 2015. "A Pilot Computer Science and Programming Course for Primary School Students." *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education on ZZZ - WiPSCE '15*.
- Ejsing-Duun, Stine & Morten Misfeldt. 2015. "Programmering Af Robotenheder i Grundskolen." *Læring & Medier* 14.
- Falkner, Katrina, Rebecca Vivian & Nickolas Falkner. 2014. "The Australian Digital Technologies Curriculum: Challenge and Opportunity." *Conferences in Research and Practice in Information Technology Series*.
- Games, Alex & Luke Kane. 2011. "Exploring Adolescent's STEM Learning through Scaffolded Game Design." *Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games - FDG '11*.
- Grover, Snuchi & Roy D. Pea. 2013. "Computational Thinking in K-12. A Review of the State of the Field." *Educational Researcher*.
- Hansbøl, Mikala & Stine Ejsing-Duun. 2017. "Aalborg Universitet Rapport: Coding Class-Dokumentation Og Evaluering." *Professionshøjskolen Metropol, IT-B Branchen og Aalborg Universitet*.
- Hansbøl, Mikala & Stine Ejsing-Duun. 2018. "Evaluering Og Dokumentation Af Coding Class CPH." *Københavns Kommune*.
- Hermans, Felienne & Efthimia Aivalogloi. 2017. "To Scratch or not to Scratch?" *Proceedings of WiPSCE '17*.
- Hjorth, Mikkel, Kasper Skov Christensen, Ole Sejer Iversen & Rachel Charlotte Smith. 2017. "Digital Technology and Design Processes II: Follow-up Report on Fab-Lab@School Survey among Danish Youth." *Department of Communication and Culture*.
- Hughes, Janette. 2017. "Science 3D: Discovery, Design & Development through Makerspaces." *University of Ontario Institute of Technology*.
- Iversen, Ole Sejer, Christian Dindler & Elin Irene Krogh Hansen. 2013. "Understanding Teenagers' Motivation in Participatory Design." *International Journal of Child-Computer Interaction* 1.
- Iversen, Ole Sejer, Rachel Charlotte Smith & Christian Dindler. 2018. "From Computational Thinking to Computational Empowerment: A 21 St Century PD Agenda." *Proceedings of the Participatory Design Conference 2018, Genk, Belgium*.
- Jenkins, Craig. 2015. "A Work in Progress Paper." *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education on ZZZ - WiPSCE '15*.

- Kallia, Maria. 2017. "Assessment in Computer Science Courses: A Literature Review." *King's College London*.
- Lockwood, James & Aidan Mooney. 2017. "Computational Thinking in Education: Where Does It Fit? A Systematic Literary Review." *Department of Compute Science, Maynooth University*.
- Majgaard, Gunver & Patricia Lyk. 2015. "På Rejse Med Virtual Reality i Billedkunst – Erfaringslæring Gennem Kombineret Fysisk Og Virtuel Modelbygning." *Læring & Medier* 14.
- McLellan, Ros & Bill Nicholl. 2013. "Creativity in Crisis in Design & Technology: Are Classroom Climates Conducive for Creativity in English Secondary Schools?" *Thinking Skills and Creativity* 9.
- Nielsen, Jacob, René Pedersen & Gunver Majgaard. 2015. "8. Klasse Som Kreative Producenter Af Fremtidens Velfærdsteknologi – Konstruktionisme, Problemløsning Og Dialog." *Læring & Medier* 14.
- Papavlasopoulou, Sofia, Michail N. Giannakos & Letizia Jaccheri. 2017. "Empirical Studies on the Maker Movement, a Promising Approach to Learning: A Literature Review." *Entertainment Computing* 18.
- Price, Thomas W., Neil C.C. Brown, Dragan Lipovac, Tiffany Barnes & Michael Kölling. 2016. "Evaluation of a Frame-Based Programming Editor." In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on International Computing Education Research - ICER '16*.
- Pye Tait Consulting. 2017. "After the Reboot: The State of Computing Education in UK Schools and Colleges Annex 1: Case Study Schools Understanding Computing Education in the UK-CASE STUDIES." *Pye Tait Consulting*.
- Repenning, Alexander, David C Webb, Han Koh, Hilarie Nickerson, Susan Miller, Cathy Brand, Ian Her, et al. 2015. "Scalable Game Design: A Strategy to Bring Systemic Computer Science Education to Schools through Game Design and Simulation Creation." *ACM*.
- Sentance, Sue & Scarlet Schwiderski-Grosche. 2012. "Challenge and Creativity: Using .NET Gadgets In Schools." *ACM*.
- Sentance, Sue, Jane Waite, Emily Macleod & Lucy Yeomans. 2017. "Micro:Bit Evaluation Report." *King's College London*.
- Shute, Valerie J., Chen Sun & Jodi Asbell-Clarke. 2017. "Demystifying Computational Thinking." *Educational Research Review* 22.

Smith, Rachel Charlotte, Ole Sejer Iversen & Mikkel Hjorth. 2015. "Design Thinking for Digital Fabrication in Education." *International Journal of Child-Computer Interaction*.

Smith, Rachel Charlotte, Ole Sejer Iversen & Rune Veerasawmy. 2016. "Impediments to Digital Fabrication in Education." *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence* 7 (1).

Thomas, A. 2013. "Squishy Circuits". Routledge.

Waite, Jane. 2017. "Pedagogy in Teaching Computer Science in Schools: A Literature Review." *Queen Mary University of London and King's College London*.

Werner, Linda, Jill Denner & Shannon Campe. 2014. "Children Programming Games." *ACM Transactions on Computing Education*.

Witherspoon, Eben B., Ross M. Higashi, Christian D. Schunn, Emily C. Baehr & Robin Shoop. 2017. "Developing Computational Thinking through a Virtual Robotics Programming Curriculum." *ACM Transactions on Computing Education*.

Wolz, Ursula, Meredith Stone, Kim Pearson, Sarah Monisha Pulimood & Mary Switzer. 2011. "Computational Thinking and Expository Writing in the Middle School." *ACM Transactions on Computing Education*.

BILAG 3**OVERSIGT OVER PROJEKTER I PRAKSISKORTLÆGNINGEN**

Projekt	Projektejer	Land	Kompe- tence- område	Klassetrin	Fag
21Skills	CFU	Danmark	1 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Arkn Art & Tech Lab	Arken Museum for Moderne Kunst	Danmark	1 + 2 + 4	På tværs af grundskolen + ungdomsuddannelse	Integreret i øvrige fag – billedkunst/håndværk og design
Børnene i Robotbyen	Odense Kommune	Danmark	3 + 4	På tværs af grundskolen + ungdomsuddannelse	Ikke knyttet til specifikt fag
Code Studio	Code.org	Internationalt	4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Coding Class	IT-Branchen med en række samarbejdspartner	Danmark	4	Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Coding Class CPH	Københavns Kommune	Danmark	2 + 4	Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Coding Pirates	Coding Pirates	Danmark	4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Computer Science Unplugged	UC Computer Science Education, Google & Microsoft	New Zealand	3	Indskoling	Selvstændigt fag
Computing in the national curriculum - A guide for primary teachers	Computing at School	UK	1 + 2 + 3 + 4	Indskoling	Selvstændigt fag
CS4All	CS4All	USA	4	På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
CT i gymnasiefag	Aarhus Universitet	Danmark	3 + 4	Ungdomsuddannelse	Integreret i øvrige fag - naturfag, samfundsfag
Demonstrations-skoleprojekt	Konsortier af universiteter og professionshøjskoler	Danmark	1+2	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Designing for tinkerability	Resnick, M. & Rosenbaum, E.	USA	2+4	På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Det eksperimenterende fællesskab - børn og voksnes leg	Ole Caprani og Klaus Thestrup	Danmark	2 + 3 + 4	Indskoling	Ikke knyttet til specifikt fag

Projekt	Projektejer	Land	Kompetence-område	Klassetrin	Fag
med medier og teknologi					
Digital Design som valgfag	Bork Havn Efterskole	Danmark	2 + 3	Udskoling	Selvstændigt fag
EDUgaim	EDUgaim	Danmark	3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Engineering i skolen	Astra, Engineer the future, Naturvidenskabernes Hus og VIA University College.	Danmark	2 + 3	På tværs af grundskolen	Integreret i øvrige fag - naturfag
FabLab@SCHOOLdk	FabLab@SCHOOL (Vejle, Silkeborg og Kolding Kommune)	Danmark	2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
First Lego League – Scandinavia	LEGO	Danmark	3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Forskellige valgfag inden for teknologi	Søndervangskolen	Danmark	4	På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Forsøg med valgfag i programmering	Utdanningsdirektoratet	Norge	4	Udskoling	Selvstændigt fag
Forsøg med valgfag i teknologiforståelse	Undervisningsministeriet	Danmark	1 + 2 + 3 + 4	Udskoling	Selvstændigt fag
Fremtidens Skole	Gladsaxe Kommune	Danmark	1 + 2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Future Classroom Lab	European School Net	Europa	1 + 2	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Girls in tech - Inspiring the next generation of creative, entrepreneurial and digital women	Intel	Australien	3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Gymnasiefaget Informatik	Center for Computational Thinking and Design	Danmark	1 + 2 + 3 + 4	Ungdomsuddannelse	Selvstændigt fag
Iftek	IT-Lærerforeningen	Danmark	3	Ungdomsuddannelse	Selvstændigt fag
It looks like fun but are they learning?	Petrich, K. et al.	USA	2+4	På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Kom i gang med programmering i folkeskolen	edu21.dk - Josefine Jack Eiby	Danmark	4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
LearningTechLab	Antvorskov Skole	Danmark	2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
LearningTechLab	Antvorskov Skole	Danmark	2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag

Projekt	Projektejer	Land	Kompe- tence- område	Klassetrin	Fag
Læringsmiljøerne Tek-lærer.dk, Tek- pæd.dk, Tek-stud.dk	Absalon	Danmark	3 + 4	Udskoling	Ikke knyttet til specifikt fag
Makerspace	Ringkøbing-Skjern Kommune	Danmark	2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Meaningful Making: Projects and Inspi- rations for FabLabs and Makerspaces	FabLearn Fellows	USA	2 + 3	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Micro:bit i skolen	Region Midtjylland	Danmark	4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Par- ticipation	Life long Kindergar- den	USA	3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Programmering i skolen	Senter for IKT i ut- danningen	Norge	4	På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Programmering Na- turligvis	Skoler i Aalborg Kom- mune	Danmark	2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Integreret i øvrige fag - naturfag
Scratch: Projects, peers, passion & play	Resnick, Mitchel	USA	2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Scratch	Emu.dk	Internati- onalt	4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
ScratchMaths	University College London	England	4	Mellemtrin	Integreret i øvrige fag - matematik
Sphero Edu	EDU	Internati- onalt	4	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Start Making! A Guide to Engaging Young People in Maker Activities	Maker Media	USA	2 + 3	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
SøgSmart	CFU og De Danske Centralbiblioteker	Danmark	1	På tværs af grundskolen	Ikke knyttet til specifikt fag
Technology En- hances Elementary and Middle School Science (TEEMSS)	U.S. Department of Education	USA	2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Integreret i øvrige fag - naturfag
Teknologi og Inno- vation	Rødovre Kommune	Danmark	1 + 2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Selvstændigt fag
Teknologi på HTX	Emu.dk	Danmark	2 + 3 + 4	Ungdomsud- dannelse	Selvstændigt fag
The Barefoot Pro- ject	DfE	UK	3 + 4	Indskoling	Ikke knyttet til specifikt fag

Projekt	Projektejer	Land	Kompe- tence- område	Klassetrin	Fag
ultra:bit	Danmarks Radio, Industriens Fond m.fl.	Danmark	3 + 4	Mellemtrin	Ikke knyttet til specifikt fag
Vejen til teknologi	Vejen Kommune	Danmark	2 + 3 + 4	På tværs af grundskolen	Integreret i øvrige fag - naturfag
VR i matematik	Nordagerskolen	Danmark	4	Mellemtrin	Integreret i øvrige fag - matematik