



**BUKS – Tidsskrift for Børne- og Ungdomskultur**  
Nr. 66 2022 • Årgang 38 • ISSN online 2446-0648 • [www.buks.dk](http://www.buks.dk)

Louisa Haugaard Pedersen

## **Robotbyggesæt i undervisningen: en legende tilgang til computational tænkning**

### Resumé

Denne artikel præsenterer en empirisk analyse af en 3. klasses elevs legende læringsstrategier til computerteknologi ved at designe med robotbyggesæt ud fra en virkelighedsnær problemstilling, som plastikaffald i havet. Analysen sker med afsæt i et mikro-etnografisk studie af et legebaseret undervisningsforløb, som var en del af et pilotprojekt, der testede og udviklede forskellige typer af undervisning til at lære elever i indskoling om computerteknologi med robotbyggesættet LEGO WeDo 2.0. Artiklen tager udgangspunkt i en 3. klasse, som deltog i et mindre forløb i efteråret 2019. Observationerne og samtalerne med eleverne analyseres ud fra begreberne legekultur og computational tænkning til at beskrive og begribe elevernes legende læringsstrategier. Artiklen gennemgår tre analytiske nedslag, som repræsenterer de karakteristiske mønstre for elevernes strategier til at designe deres robotter. Her viser analysen, at mængden af tid og råderum har betydning for elevs dybere udforskning af computerteknologiske begreber gennem en legende tilgang med et robotbyggesæt.

### Nøgleord

*legekultur; computational tænkning; robotbyggesæt; indskoling; legende tilgang*

### Introduktion

I mere end 10 år har man i dansk uddannelsesforskning peget på, at digital leg besidder et potentiale for at understøtte digital læring i skolen (Ejsing-Duun & Skovbjerg, 2016; Holm Sørensen & Tweddell Levinsen, 2019; Jessen, 2000; Skovbjerg, 2016; Sørensen, 2005). I de seneste par år kan man også se en stigende interesse for en legende undervisningstilgang med forskellige typer af pædagogiske robotbyggesæt og færdigbyggede robotter (Caprani, 2015; Holm Sørensen & Tweddell Levinsen, 2019; Majgaard, 2011; Majgaard et al., 2014). På nuværende tidspunkt er pædagogisk faglig og videnskabelig viden om undervisning med robotter i den danske grundskole sparsom, og der er behov for mere empirisk forskning til at belyse de pædagogiske styrker og begrænsninger. Behovet for mere viden forekommer særdeles aktuelt, set i lyset af tidens interesse for at implementere faget teknologiforståelse i den danske grundskole, hvor man blandt andet har eksempler på brug af robotbyggesæt (Københavns Professionshøjskole, 2021; Riise, 2021; Undervisningsministeriet, 2018). Flere danske skoler har før udtrykt interesse for at bruge pædagogiske robotter i undervisningen. Dengang efterlyste man mere viden om de pædagogiske og didaktiske kvaliteter ved at undervise med forskellige typer af robotter. Samtidig ønskede man viden om velegnede didaktiske metoder og undervisningsformer, som kunne understøtte brugen af robotter (Esbensen et al., 2016). I de senere år kan man desuden se en international og national interesse for, at skoleområdet i højere grad bør anvende en legende tilgang til undervisningen for at styrke eleveres lyst til læring og kreative tænkning (Andersen et al., 2018; OECD, 2019). På baggrund af nævnte tendenser stræber undersøgelsen derfor efter at give indblik i potentialet ved legebaseret undervisning med et robotbyggesæt.

### Det metodiske design

Studiet er designet til at beskrive og begribe elevernes legende læringsstrategier ud fra en sociokulturel forståelsesramme. Kvalitative etnografiske metoder som observationer og samtaler med elever og lærere er blevet anvendt for at skabe en dybdegående indsigt i elevernes specifikke praksis med robotbyggesæt og programmering i en undervisningskontekst. Den fysiske tilstedeværelse i praksisfeltet gav mulighed for at opleve handlingsforløbet begivenheder udmønte sig i handle- og kommunikationsmønstre mellem elever og lærerne i den pågældende undervisningskontekst (Borgnakke, 2013; Gulløv & Højlund, 2003; Krogstrup & Kristiansen, 2017). Observationerne blev dokumenteret med fotografiske og håndskrevne feltnotater, som blev systematiseret kronologisk og samlet i en feltdagbog. Bevæggrunden for at kombinere visuelle og skriftlige feltnotater var at opnå en detaljerig dokumentation af elevernes interaktioner og betydningsdannelser med robotenhedens digitale og fysiske elementer (Pink, 2013; Rasmussen, 2014). Tilsammen skulle det bidrage til at indfange mønstre i elevernes tilgang til at skabe betydningsammenhænge mellem robotens fysiske elementer bestående af almindelige og computerudstyrede LEGO klodser, og dens softwares elementer, der blev vist på tabletten. For at få et dybere indblik i elevernes oplevelse af at lære at designe og bruge robotter gennem en legende tilgang, blev to kortere semistrukturerede samtaler indsamlet med to elevgrupper (Gulløv & Højlund, 2003; Kampmann, 2003; Kvale & Brinkmann, 2014). Det skulle kaste lys over deres erfaringer og tanker bag de observerede legende læringsstrategier, som de demonstrerede i deres designprocesser med robotbyggesættet.

På baggrund af det metodiske design, kan studiet bidrage med et empirisk indblik i elevernes legende læringsstrategier og deres mønstre, der afspejler deres betydningsdannelser af computerteknologiske begreber gennem legende og skabende aktiviteter. Det er vigtigt at understrege at studiet ikke i sig selv kan vise at elever med garanti opnår en dybere forståelse af computerteknologi, når de leger og skaber med computationale begreber ved at bruge et robotbyggesæt. Til gengæld kan studiet bidrage med aktuell empirisk viden om styrker og svagheder ved at undervise med robotbyggesæt gennem en legende tilgang, der er med til at belyse genstandsfeltets potentiale i en dansk skolekontekst.

### Legende læringsstrategier for en computational legekultur

For at opnå en nuanceret pædagogisk videnskabelig forståelse af elevernes perspektiver og praktisering af legende læringsstrategier til at designe en robot, anvendes en interdisciplinær teoretisk ramme med afsæt i nordisk børnekultur og amerikansk konstruktionisme. Denne kombination er inspireret af danske studier, som før har studeret genstandsfeltet om børns leg og læring med robotter og computere inden for børnehave- og indskolingsområdet (Jessen, 2000; Majgaard, 2011; Toft & Nørgård, 2015).

### Computational tænkning

I analysen anvendes den amerikanske computerforsker Seymour Paperts (2020) konstruktivistiske begreb, computational tænkning. Her tages udgangspunkt i hans forståelse af, at det at lære computational tænkning er som at lære et nyt sprog. Det handler om at lære at forstå, hvordan en computer tænker, og lære at bruge dets sprog for at kunne udtrykke og realisere ens egen tænkning. Man kan sige at ens computationale tænkning, drives af ens ideer, som man realiserer ved hjælp af en computer. Det kan karakteriseres som en type kreativ tænkning og skabende kompetence med computerteknologi. I Paperts studier afspejles hans syn på computeren som værende børnenes maskine, da han mener den giver børn særlig mulighed for at erfare, at matematik kan læres og bruges kreativt (Bers, 2018; Papert, 1972, 1993, 2020). Han har senere beskrevet det som en pædagogik drevet af idékraft, hvor kreativiteten er et bærende element, når man tænker med computerteknologi, da det gør udviklingen af en computerbaseret løsning til et meningsfuldt projekt (Papert, 2000).

Man kan sige at computational tænkning handler om at tilgå og håndtere problemstillinger med computerteknologiske løsninger, og ikke alene om hardwaren og softwaren, der designes (Wing, 2006). Med det der nærmere kan kaldes et computerteknologisk koncept menes en computerbaseret løsning. Det vil sige tanken bag et design med brug af forskellige computationale begreber, som til sammen udgør en computerbaseret løsning. Begrebet computational tænkning dækker over evnen til at udvikle problemløsninger med computerteknologi, hvilket betyder det ikke kun er et spørgsmål om at kunne programmere, men også om at kunne konceptudvikle med computerteknologi. Det betyder at begrebet ikke alene handler om måden en computer tænker på, men omfatter menneskers tilgang til at kunne udtænke løsninger med computerteknologi.

Begrebet skal desuden ikke begrænses til blot at være et udtryk for en problemløsningsproces, men skal også forstås som en skabende og kommunikativ udtryksform (Bers, 2018). Andet vil svare til kun at lære grammatikken og tegnsætningen i et sprog, der ville resultere i en mekanisk sprogforståelse. Det samme gør sig gældende, hvis børn kun lærer at forstå funktionen bag

algoritmer, modalitet, kontrolstrukturer, repræsentation, hardware/software, designproces og debugging. Debugging handler f.eks. om at identificere og rette fejl i programmeringen af et program. De er alle centrale grundbegreber for computational tænkning til at afkode sekvenser, mønstre, modaliteter, årsag og virkninger, samt problemløsninger, men mindst lige så afgørende er det, at man kan anvende disse til at udtrykke sig selv selvstændigt og kreativt. Den eksterne robot sammen med softwarens fleksibilitet forstås af den grund som det ideelle læringsmiljø for computational tænkning. Dertil forstås at jo mere rigt råderum man får til at teste ens ideer, desto bedre vilkår får man til at lære at udtrykke sine ideer med computerteknologien (Bers, 2018; Papert, 2020). På den måde anses hardware og softwarens høje grad af fleksibilitet eller nærmere råderum, at have positiv betydning for udfoldelsesmuligheden og dermed læringsprocessen, da det gør det let tilgængeligt for eleverne at udføre intuitive eksperimenter. Det rige råderum bidrager derfor til rig mulighed for udforskning og udfoldelse af ideer til at designe en computerbaseret løsning med robotbyggesættet.

Med afsæt i Papert (2020) forstås en robot som et ideelt redskab, og leg som en ideel fremgangsmåde til at lære computational tænkning, da interaktionen mellem et barn og en computer gøres håndgribelig, idet de digitale udtryk, som barnet skriver på computeren, kommer til udtryk igennem robotens fysiske handlinger. Gennem legen med en robot kan man lære at forstå og bruge programmering, da man aktivt udforsker forbindelsen gennem digitale og fysiske enheders handlinger i forhold til, hvordan man kan udtrykke sig selv med computerteknologien. På den anden side skal leg med en robot ikke i sig selv forstås som ensbetydende med en garanti for at man lærer computational tænkning (Papert, 2020). Et tidligere dansk studie har peget på, at man som lærer er nødt til at støtte eleverne undervejs, og ikke antage at de kan lære at programmere på egen hånd blot, fordi de leger med et robotbyggesæt (Esbensen et al., 2016). Det kræver en afstemt pædagogik og didaktik, hvor undervisningens indhold og rammesætning faciliterer viden om et fag, som giver eleverne mulighed for at udforske de faglige begreber ved at udfolde personligt kreative ideer, og dermed fagligt meningsfulde projekter med computerteknologien.

### Legekultur

Ofte synes det legende aspekts sammenhæng med læring at være sparsomt beskrevet i legebaseret undervisning for computational tænkning med robotbyggesæt (Bers, 2018; Papert, 2020; Papert & Solomon, 1972; Sullivan et al., 2013; Sullivan & Bers, 2016). Derfor inddrages den danske børnekulturforsker Flemming Mouritsens (1996, 2002) børnekulturbegreb som sonderer mellem kultur for, af og med børn, der betinges af, hvordan børn og voksne er medvirkende i den måde børns sociokulturelle netværk og vilkår produceres. Her anvender analysen det børnekulturelle begreb, legekultur, der kendetegnes ved at være kultur *af* børn, forstået som børns egen kultur (Mouritsen, 2002, s. 15–17). Legekultur handler om, hvordan børn sammen med andre børn kultiverer sig selv gennem materielle og immaterielle produktioner i sociale netværk og aktiviteter, baseret på deres omgivelser, hvor voksne også kan medvirke. Legekultur kan manifesteres som narrativer, der sammenblander fakta og fiktion, eller ved at kopiere og transformere fysiske objekter. Legekultur har ikke en fast form, men er et situeret fænomen, der fungerer som et medium »...*that comes to existence through the children's production in situations*« (Mouritsen, 2002, s. 23). Børn lærer af hinanden og

lærer om brugen af de materialer, der anvendes i en bestemt leg ved at lege sig frem til de færdigheder, der skal til for at kunne deltage i en leg.

Øvelse er en nødvendighed for at lære de færdigheder, der skal til for at blive god til at lege en leg. På den måde er læring et vilkår for at kunne lege, hvor børn lærer efter lyst og interesse. Det kan i princippet også udfolde sig i en undervisningskontekst gennem en rammesætning, der giver eleverne en høj grad af handlefrihed til at udforske et fagligt emne. Her er det grundlæggende mål for den uformelle tilgang at understøtte den formelle læring i de legende aktiviteter med faglige begreber. Processerne for de legende læringsstrategier synliggøres med legekulturelle begreber som råstof, formler og transformationer (Mouritsen, 1996, 2002). Råstof kan karakteriseres som den viden eller inspirationskilde, som anvendes til at informere legens indhold, tematik eller regler. Det kan være inspiration fra sociale netværk, populærkulturelle medier, hverdagskontekster eller skolefaglige emner. En eller flere råstoffer bearbejdes ved at blive kopieret eller transformeret, så det passer ind i legens kontekst til at udvikle legens handleforløb. Heri kombineres elementer fra virkeligheden med fiktive elementer i legens fortælling, som tillægger den mening og spænding. Derudover er der formler, der kendetegnes som bestemte ritualer i bestemte lege. Disse kan også transformeres ved at udvikle videre på lege med en ny fortælling, nye regler eller andre ændringer af legens form og indhold gennem improvisation. Disse kultiveringsprocesser kan eksempelvis tage form ved at den voksne deler ideer eller viden, som kan inspirere børnenes leg og øge dens kompleksitet. Det kan også være, at den voksne introducerer muligheder i legen, som de ikke selv havde tænkt på at udforske.

Nærværende legekulturelle begreber og begrebet computational tænkning bidrager til at identificere og analysere de pågældende kultiveringsprocesser, som kendetegner elevernes legende læringsstrategier med robotbyggesættet. Analysens genstandsfelt fokuserer således på, hvordan eleverne kultiverer deres forståelse af computerteknologiske begreber ved at designe computerbaserede løsninger med et robotbyggesæt gennem en legende læringstilgang.

### Robotbyggesættet LEGO WeDo 2.0

Undervisningsforløbet anvendte LEGO WeDo 2.0, som er udviklet af LEGO Education og er designet til at understøtte indskolingsbørns læring om computational tænkning (LEGO Education, 2017, 2021). Robotbyggesættet er en formbar robot, da dens hardware og software kan konstrueres forskelligartet. Robottens fysiske elementer består af almindelige og computerudstyrede klodser, og dens programmeringssprog er et grafisk bloksystem, som visualiserer de forskellige funktioner, som bruges til at skrive robottens handlemønstre (LEGO Education, 2021).

Robotbyggesættet afspejler en grundlæggende ambition om at gøre programmering børnevenlig ved at bygge med fysiske og digitale objekter, som trækker tråde tilbage til en af de første programmeringssprog for børn kaldet, LOGO. Her viste programmet en grafisk skildpadde på computeren, der var tilknyttet den fysiske robot, LOGO-skildpadden (Kafai, 2005). LOGO blev udarbejdet af Papert og hans forskningsgruppe ved MIT i 1970'erne, som etablerede et samarbejde med The LEGO Group i 1980'erne. I den forbindelse blev LOGO videreudviklet med computerudstyrede LEGO klodser, som er blevet til flere forskellige slags robotbyggesæt (Martin et al., 2000). Med tiden er der kommet en længere række af pædagogiske robotbyggesæt og færdigbyggede robotter målrettet forskellige aldersgrupper



(Majgaard, 2011). En forskningsgruppe ved Tufts University har eksempelvis udviklet et grafisk programmeringssprog, som gør WeDo lettere tilgængeligt for børnehavebørn, og et robotbyggesæt lavet af træ, så børnehavebørn også kan lære om programmering uden en skærm (Sullivan et al., 2013, 2017; Sullivan & Bers, 2016). Disse viser at man kan regulere eksempelvis LEGO WeDo's sværhedsgrad til bestemte aldersgrupper, men selvsamme peger også på, at det ikke kan stå alene uden en pædagogisk og didaktisk rammesætning, som er afstemt efter den enkelte faglighed og elevgruppe.

#### Et legebaseret undervisningsforløb om plastikaffald i havet

Den første undervisningsgang præsenterede eleverne for en virkelighedsnær fortælling om, hvordan plastikaffald i havet ødelægger livet for havets dyr. Den virkelighedsnære problemstilling fungerede som en tematisk ramme for hele undervisningsforløbet arbejde med robotbyggesættet. Under den første undervisningsgang brugte eleverne tid på at tegne, og bygge med pap og limpistoler, hvor de skitserede deres ideer og byggede prototyper til løsninger på den virkelighedsnære problemstilling. Til den anden undervisningsgang blev LEGO WeDo robotbyggesættet præsenteret for eleverne. Her fik de vist eksempler på, hvordan man kunne designe den ydre og indre del af ens robot, og en gennemgang af, hvordan programmeringen hang sammen med robotens handlinger. Efter gennemgangen blev eleverne henvist til at vælge mellem forskellige skabeloner, så de kunne følge en vejledning til at designe deres robot. Da de gik ud i grupper på to, demonstrerede de forskellige legende læringsstrategier til at designe deres robot. Her hjalp to lærere med løbende inputs og mindre instruktioner, så eleverne kunne blive hjulpet videre med deres robotprojekt.

Første undervisningsgang	Anden undervisningsgang	Tredje undervisningsgang
<i>Intro til problemstilling om affald i havet</i>	<i>Intro til WEDO med konkrete eksempler på design</i>	<i>Robotprojekter færdiggøres og testes i fælles aktiviteter</i>
<i>Tegner scenarier og bygger prototyper med forskellige redskaber og affaldsmaterialer som pap og plastik</i>	<i>Designer med robotbyggesæt i grupper på 2:2</i>	<i>Robot catwalk hvor eleverne viser deres robotprojekter frem</i>

#### Design med fantasi

I begyndelsen af undervisningen med robotbyggesættet havde flere af eleverne tendens til at opfatte vejledningen som en begrænsning for at kunne udtrykke deres egne kreative ideer. Derfor valgte de, som de selv beskrev, at bruge deres fantasi til at designe deres robot. Dette kom til udtryk flere steder i empirien, hvor eleverne anvendte deres personlige ideer og fiktive greb til at skabe en fortælling om robotens design til at give robotens funktioner mening. I praksis demonstrerede grupperne flere legekulturelle træk, som kendetegnede den legende læringsstrategi baseret på fantasi. For eksempel improviserede de sig frem til deres design gennem eksperimenter med robotbyggesættets forskellige fysiske og digitale objekters

funktioner. Gruppen af elever som praktiserede denne strategi, havde også tendens til at søge hjælp hos de grupper som havde succes, så de kunne kopiere elementer til at designe deres egen robot.

Den strategi kom eksempelvis til udtryk i designprocessen af robotten kaldet fantasidelfinen: »En gruppe har lavet en fantasidelfin, som de kalder det, men de kan ikke finde ud af, hvordan man kan få den til at køre. En anden gruppe har fået deres til at køre frem og tilbage. (...) Robotten fantasidelfinen får hjul på, og eleverne får den til at køre rundt« (Feltdagbog). Frem for at hente hjælp fra lærerne eller vejledningen, opsøger gruppen viden fra en anden gruppe elever som har succes med at få deres robot til at køre, da de ønsker at deres robot også skal kunne køre. Det sociale netværk af elever har betydning for, hvordan grupper som fantasidelfinen, begriber de computerteknologiske begreber i deres legende og skabende aktiviteter med robotbyggesættet.



Fotoserie 1: Gruppen blev først inspireret til at lave fantasidelfinen, da de opdagede en delfinlyd på programmet. Fotoet til venstre viser, at gruppen starter med at designe robotens fysiske elementer før de begynder at programmere den. Fotoet til højre viser robotten får et hjul på, da de bliver inspireret af andre grupper med succes. Med hjælp fra en af disse grupper, erfarer de at robotten skal have to hjul på og programmeres for at kunne køre.

Undervejs gør gruppen sig overvejelser om, hvordan de skal designe videre, hvor ideen om at bruge vejledningen afvises af den ene elev i gruppen: »... fordi hun vil hellere lave deres egen« (Feltdagbog). Ifølge eleven bliver designet ikke deres eget ved at bruge hjælpemidler. Det gør at gruppen designer videre på robotens programmering uden brug af en vejledning eller hjælp fra en lærer, men gennem improvisation. På den anden side deles viden fra lærerne og vejledningen om de computerteknologiske begreber indirekte, da de grupper ligesom fantasidelfinen, der ikke direkte opsøger lærerne, i stedet opsøger deres kammerater, der har fået lærerhjælp og gør brug af vejledningen.

Gennem deres praktiske eksperimenter med de fysiske og digitale elementer, peger udforskningen på at give eleverne mulighed for at matche deres intentioner med, hvad de faktisk var i stand til at designe. Eksempelvis udforsker fantasidelfingruppen programmeringens muligheder ved at teste forskellige kombinationer af funktioner, som efterhånden gør, at robotten skifter karakter: »Nu er delfinen blevet en snegl, fortæller gruppen. Den kan køre racerfart, så derfor er det en hurtig-snegl, fortæller de mig. De har nemlig lavet programmeringen om« (Feltdagbog). Et gennemgående karakteristisk træk for denne

legende læringsstrategi er, at de computerteknologiske funktioner italesættes og tillægges mening ud fra fantasi. Meningen med funktionerne træder frem, fordi eleverne benytter sig af legens symbolske og metaforiske kraft, der gør dem i stand til at forestille sig, at delfinen transformeres til en snegl, der i den virkelige verden er langsom, men i legens verden bliver til en hurtigsnegl. Her udvikles det fiktive scenarie i overensstemmelse med handlingerne på softwaren, der viser at fortællingen bruges på legende vis til at begrebsliggøre, hvordan softwaren og hardwaren hænger sammen.

I en af gruppesamtalerne beskrev en elev, hvorfor de havde valgt at bruge deres fantasi: »Vi havde faktisk først bygget en [robot] efter vejledningen, men det gik faktisk ikke særlig godt. Så måtte vi bygge den om tre gange. Så begyndte vi at lave den efter vores egen fantasi, og det var faktisk det der gik bedst« (Citat fra gruppesamtale). Ifølge eleven resulterede brugen af fantasien i succes. Fantasien tillod eleverne at udforske og udfolde deres ideer på egne præmisser i samspil med robotbyggesættets komponenter. Hvorimod vejledningen syntes at udfordre deres udfoldelsesrum til at realisere deres ideer i designet af robotten. En anden elev supplerede med sin forklaring: »Jeg tror godt jeg ved hvorfor. Fordi ved vejledningen, der skulle man gøre nogle bestemte ting. Med fantasi, der bygger man bare« (Citat fra gruppesamtale). Fantasi betones som et centralt gennemgående element for elevernes legende læringsstrategi. Særligt da det forstås som den dimension, der gør råderummet for robottens design åbent for eleverne til både at udforske og udfolde deres egne kreative ideer. Dette bekræftes af den første elev: »Det er det der er det gode ved fantasi, man kan bare bygge, eller bare opdage ting, end bare at lave ting. Man kan alt med fantasien. Det er tit man faktisk er bedre med sin egen fantasi end alle de der ting man kigger efter« (Citat fra gruppesamtale). Med fantasi peger eleven på at få mulighed for at gøre opdagelser ved at bygge uden et specifikt og forudbestemt mål, men ud fra egne interesser gennem praktiske eksperimenter med robottens software og hardware.

Elevernes praksis og udsagn peger på, at den legende læringsstrategi for konceptudviklingen af robotten underbygges af et fiktivt narrativ, som gør det til et spændende og meningsfuldt projekt at udvikle kreative løsninger på den virkelighedsnære problemstilling med robotbyggesættet. Frem for at følge vejledningen, vælger de at opbygge deres egen fortælling i grupperne, der giver robotprojektets designproces og design mening. Strategien afspejler også elevernes udfordring med at erkende eller tilkendegive deres behov for hjælp, da de ikke nødvendigvis har begreb om deres egen udfordring. Det betoner vigtigheden af at være opmærksom på, at elevens leg med et robotbyggesæt kræver en aktiv pædagogisk-didaktisk understøttelse af læreren.

### Design med vejledning

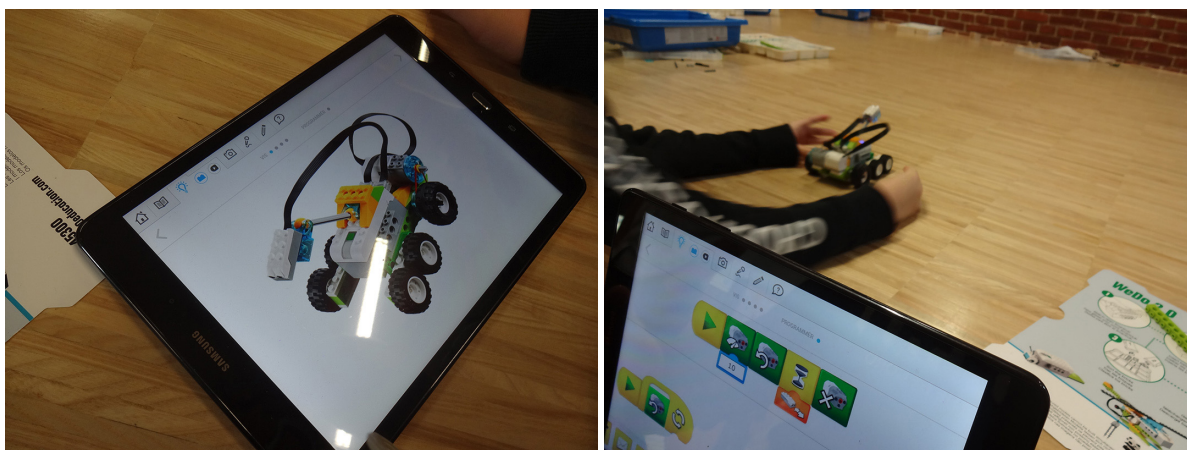
Over tid valgte flere af grupperne at bruge en vejledning, da de havde udfordringer med at realisere deres ideer. Her fik de hjælp til at følge en vejledning af lærerne og løbende forklaringer på, hvordan de forskellige computerudstyrede enheder på robotbyggesættet fungerede sammen med softwaren. Lærerne havde tendens til at henvise til vejledningen, når eleverne stødte på udfordringer: »Eleverne henvender sig til den ene lærer, hvis de synes det er svært og har spørgsmål eller siger 'vores gider ikke'. Læreren sætter sig ned og viser, hvordan man kan løse det. Læreren går ind på vejledningen« (Feltdagbog). Når lærerne henviste til vejledningen, ville de ofte demonstrere for den pågældende gruppe, hvordan



den kunne bruges til at finde løsninger på deres udfordringer. Generelt gav lærerne færre instruktioner undervejs for at støtte elevernes legende læringstilgang, men de havde stadig behov for støtte, der forholdt sig direkte til de enkelte robotprojekter. Både lærerhjælpen og vejledningen havde betydning for elevernes designproces. Elevernes brug og behov for lærerhjælp og vejledningen anses som en logisk konsekvens, da de fleste på forhånd var ubekendte med programmering, robotteknologi og robotbyggesættet LEGO WeDo.

Når grupperne fik succes med at realisere deres ideer, blev de ofte opsøgt af andre grupper. Her blev lærernes råd om vejledningen givet videre blandt eleverne. Eksempelvis udtrykte en elev til en gruppe som søgte hjælp: »[Eleven] foreslår at bruge vejledningen, da en gruppe sidder fast med deres robotprojekt. [Ideen] spredte sig til de andre grupper. Den pågældende elev sagde, at når man fulgte vejledningen kunne man bygge, hvad man ville« (Feltdagbog). Ifølge denne elev skal vejledningen forstås som et hjælpemiddel, der gør det muligt at designe den robot som man ønsker, frem for en begrænsning for at kunne udfolde ens kreativitet. Efterhånden spredte denne opfattelse sig mellem flere af grupperne. I praksis startede de med at designe en robot som var mere eller mindre identisk med skabelonen. Med tiden blev der foretaget flere ændringer, som var baseret på elevernes egne ideer. Her havde de stadig tendens til at beskrive robotternes design ud fra deres fantasi i et fiktivt narrativ, men hvor robotternes koncept i højere grad afspejlede kreative løsninger til den virkelighedsnære problemstilling om plastikaffald i havet.

Nedenstående robot var designet efter en skabelon, hvor gruppen gav sig tid til at designe programmeringen efter deres fantasifulde fortælling om, hvad robotten skulle kunne gøre for at hjælpe med problemet om plastikaffald i havet. I dette tilfælde var robotten designet som en skraldeforsker, der kunne studere affaldet i havet.



Fotoserie 2: Fotoet til venstre viser skabelonen som gruppen har designet efter. Fotoet til højre viser gruppen i aktion med at teste robotternes programmering.

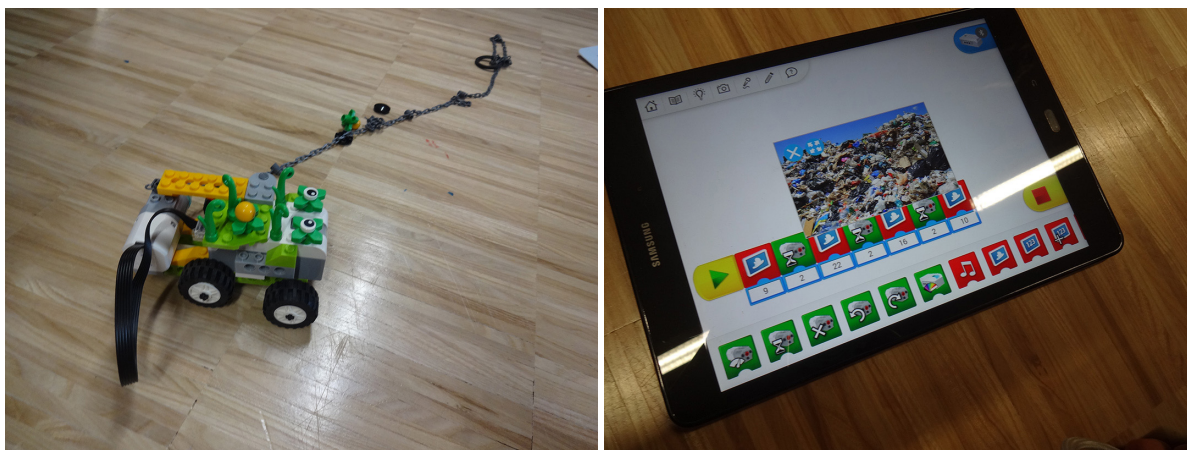
På fotoet til højre ses gruppens eksperimenter med, hvad de kan få robotten til at gøre. Her styrer den ene elev tabletten, mens den anden følger robotternes handlinger med sin krop. I fællesskab gør gruppen sig overvejelser om, hvad de vil have robotten til at kunne gøre ved at sammenholde, hvad der skrives af handlinger på softwaren med robotternes fysiske handlinger. Hertil forklarer gruppen meningen bag designet: »Det er en fisk der bruger en skraldeundersøger. Det er en skraldeforsker, indskyder eleverne. Den undersøger al

*skraldet i skraldeøen. Den har det lange hoved, så den kan kigge nedenunder*» (Feltdagbog). Gruppen demonstrerer, at de i fællesskab forholder sig aktivt til problemstillingen om plastikaffald i havet. Det legende aspekt kommer til udtryk i fortællingen bag designet, som kombinerer fakta om problemstillingen med deres fiktive ideer. Derudover demonstrerer gruppen, at brugen af vejledningen, giver dem mulighed for at fordybe sig i udforskningen af de computerteknologiske funktioner for at kunne realisere deres koncept med robotten.

Med den legende læringsstrategi antyder eleverne, at lærerhjælpen og vejledningen har betydning for at inspirere og støtte deres designproces og realiseringen af deres kreative designs. Brugen af disse hjælpemidler viser sig at understøtte en dybere udforskning af, hvad og hvordan eleverne kan designe deres robot til at gøre det de ønsker. Lærernes hjælp til at forklare de computerteknologiske funktioner og vejledningen tyder også på at spille en betydningsfuld rolle. De balancerer mellem at understøtte den faglige læring og samtidig bibeholde elevernes råderum til at eksperimentere med deres egne ideer om, hvordan en robot kan designes til at løse den virkelighedsnære problemstilling. Det sociale netværk mellem eleverne havde også betydning for at understøtte deres designprocesser, da der heri blev udvekslet ideer og viden med øje for at hjælpe hinandens designprocesser videre.

#### Genbrugsmaskiner og levende væsener

Den tredje og sidste undervisningsgang viste, at tid og råderum havde betydning for elevernes fordybelse til at indarbejde deres kreative løsninger i robotternes design. Over tid blev flere af robotternes designs mere komplekse og repræsenterede forskellige computerbaserede løsninger på at begribe den virkelighedsnære problemstilling. De afspejlede en gennemgående kreativ brug af de computerteknologiske funktioner til at give deres løsning form. Nedenstående viser et eksempel på tiden og råderummets betydning for at udvikle et kreativt robotdesign.



Fotoserie 3: Fotoet til venstre viser robotens fysiske design mens fotoet til højre viser robotens indre design.

Gruppen havde designet robotten, som de kaldte Mischa. Meningen bag robotens design forklarede de på følgende vis:

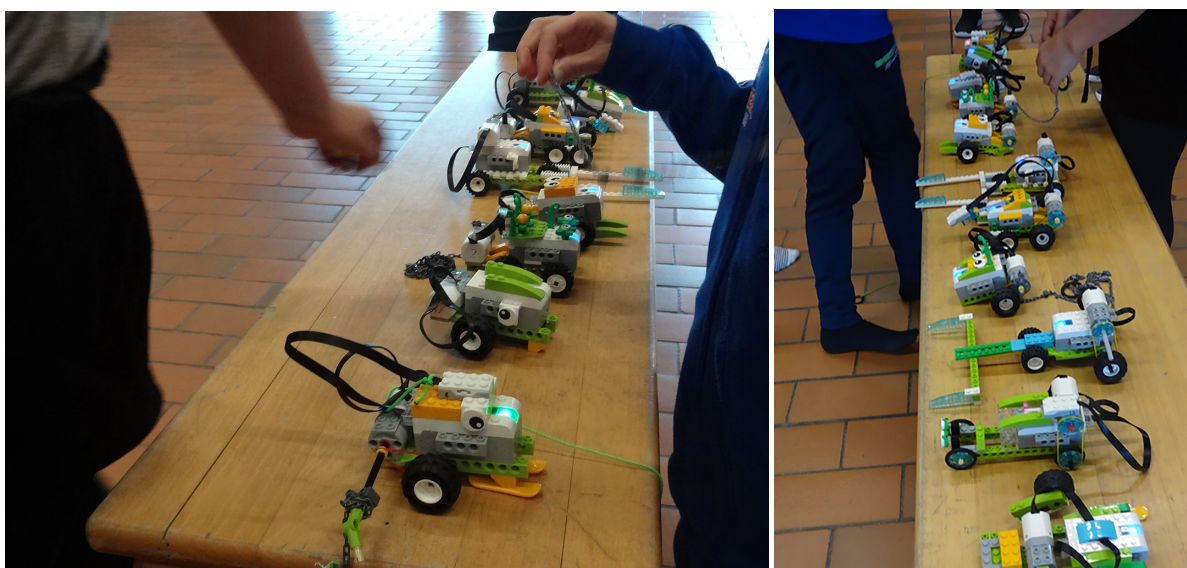
*»Eleverne demonstrerer for mig, at der vises billeder på tabletten. Der vises billeder af skovbrande og skrald. Eleverne fortæller mig at robotten spiser skrald og så bliver det til planter. Så skal robotten vise gode billeder med natur, hvor naturen er flot. (...) Elev 1: 'den kører, når der er billeder (...) Nu kommer jeg og fanger jer skrald'. Denne replik skal indtales til robotten, fortæller den ene elev sin makker« (Feltdagbog).*

Gruppen har her skabt en meningsfuld og kreativ sammenhæng mellem softwaren og hardwarens design, der afspejler deres bud på, hvordan computerteknologien bruges til at løse den virkelighedsnære problemstilling. Derudover udtrykker robotten et fiktivt scenarie gennem sit design. Heri anvendes flere fysiske og computerteknologiske effekter til at udtrykke elevernes fortælling, blandt andet gennem et samspil af flere modaliteter. Dette samspil kommer til udtryk i robotens program. Først afspilles billeder af naturødelæggelser og derefter af natur som trives. Denne visuelle repræsentation har eleverne tænkt sammen med robotens evne til at løse den virkelighedsnære problemstilling, da det skal ligne transformationen fra skrald til natur, som foregår, mens den kører. Desuden har de designet robotens fysiske ydre med planter, og vil tilføje en lyddimension så den italesætter sine handlinger. Dette samspil viser, hvordan eleverne bruger fortællingen til at give de computerteknologiske funktioner mening. Hvilket peger på at fortællingen bruges som meningsgivende for den legende udforskning af computerteknologien.

Eleverne beskrev også selv, at tid til fordybelse havde betydning for deres udforskning af robotbyggesættet: *»Elev 1: Jeg lærte også at det er rigtig let at bygge med LEGO. Elev 2: Nej, det er ikke let. Det kommer an på, hvad for en LEGO du bygger med. Elev 3: Hvis man tager sig tid. Elev 4: Og hvis man koncentrerer sig«.* Tiden til at fordybe sig havde for eleverne betydning, da det gjorde det lettere at arbejde med robotbyggesættet. De var også opmærksomme på sværhedsgraden ved forskellige typer af LEGO, hvor de oplevede det pågældende robotbyggesæt som let tilgængeligt at designe med, men det krævede tid til fordybelse.

Tiden og råderummets betydning kom også til udtryk, da grupperne præsenterede deres forskellige robotter. De havde designet mange forskellige kreative løsninger på, hvordan deres robotter kunne håndtere plastikaffald. Her bestod deres designs af genbrugsmaskiner og levende væsener ud fra deres egen fortælling om plastikaffald i havet, som blev præsenteret og testet for hele klassen. Dette ses på nedenstående fotos.





Fotoserie 4: Eleverne samler deres robotprojekter, der præsenteres og demonstreres for klassen.

Generelt kunne robotterne køre, afspille lyde og vise billeder, der udtrykte robotternes evner til at håndtere plastikaffaldet i havet. En del af grupperne havde givet robotterne øjne, hvortil de beskrev det som et levende væsen med et navn. Eleverne besjælede dermed robotten ved at give den lighedstræk med et levende væsen, selvom det stadig var en maskine. Man kan sige, at deres robotdesigns havde træk af forskellige forsøg på at begribe, hvad kunstig intelligens er og kan, ved at besjæle de computerteknologiske egenskaber, som blev understøttet af det fysiske udseende med eksempelvis brug af øjne-klodser. Det var dog ikke et emne som blev taget op af lærerne. På den anden side kunne det være relevant at tage op for at bidrage til en dybere forståelse af fænomenet.

#### Legende læringsstrategier som historiefortællere og ingeniører

Nedslagene viser, at eleverne over tid demonstrerede forskellige legende læringsstrategier til at designe robotterne. Disse strategier afspejler tidens betydning for, at eleverne kunne øve sig i at designe robotten gennem praktiske eksperimenter. Generelt demonstrerede deres designprocesser og designs af robotterne en tiltagende lethed ved at realisere kreative løsninger med computerteknologien, i takt med forløbets varighed. Overordnet set, bevæger deres kreative udfoldelser med robotbyggesættet sig fra at kopiere til at transformere deres egne designs, der kendetegner en høj grad af kreativ tænkning (Resnick, 2017). Forskning har tidligere peget på, at mængden af tid har betydning for at lære programmering, men ikke som en enkeltstående faktor. Det kræver en pædagogisk og didaktisk facilitering, som tager højde for tid til at udfolde kreative og praktiske eksperimenter med computerteknologien (Kafai, 2005). Papert har også selv peget på, at tiden til at øve sig er central for at raffinere ens computational tænkning, men at det kræver en anden læringskultur end den traditionelle undervisning, som skolen har tradition for at facilitere (Kafai, 2005; Papert, 1972, 2020; Papert & Solomon, 1972). Det betyder, at eksempelvis et konsistent forløb over længere tid med kreative og praktiske øvelser med computerteknologi, som for eksempel et robotbyggesæt, med sandsynlighed vil have væsentlig betydning for elevers læringsudbytte, men som kræver nærmere undersøgelse i en dansk skolekontekst.



Elevernes strategier antyder til dels, at undervisningens råderum også havde betydning for, at de kreativt kunne udfolde og teste deres ideer gennem praktiske eksperimenter med robotbyggesættet. Her inspirerede den tematiske ramme om plastikaffald eleverne til at indarbejde den virkelighedsnære problemstilling som en meningsfuld del af deres designs. Eleverne italesatte også, at fantasi udgjorde en væsentlig drivkraft for deres motivation til at udforske sammenhænge og muligheder i robotternes computerteknologiske funktioner. Dette kan forstås at afspejle deres måde at udtrykke deres lyst til at lære. Råderummet kom også til udtryk i robotbyggesættets fleksibilitet, som havde betydning for, at eleverne som ellers var ubekendte med robotter, kunne udforske robotens bestanddele ved at forme dens digitale indre og fysiske ydre. Deres legende læringsstrategier minder om en vekslen mellem en historiefortæller og ingeniør, som et amerikansk studie før har sammenlignet med, i forhold til børns legende tilgange til at lære computational tænkning med et robotbyggesæt (Bers, 2008). Eftersom de pågældende elever gennemgående forklarede deres kreative computerteknologiske løsninger som en fortælling, synes dette at være en væsentlig måde at anskue elevens legende læringsstrategier.

For at opnå en dybere forståelse af elevernes læringsstrategier og læringsudbytte med et robotbyggesæt, vil det være frugtbart at lade sig inspirere af analytiske fremgangsmåder, som næranalyserer elevernes programmeringssekvenser og sammenholde disse med robotternes design (Brennan & Resnick, 2012). På den måde vil man tæt kunne følge de enkelte elevs progression over tid, som eksempelvis kunne bruges til en dybdegående vurdering af, hvordan legebaseret undervisning med robotbyggesæt har betydning for elevens læring af computational tænkning. Denne analytiske fremgangsmåde kunne eksempelvis være relevant i fremtidige systematiske undersøgelser af forskellige robotbyggesæts pædagogiske kvaliteter, og komparative undersøgelser af robotbyggesæt og færdigbyggede robotter for at blive klogere på deres forskellige pædagogiske kvaliteter og begrænsninger.

#### Referencer

Andersen, I. H., Møller, H. H., Kristensen, K. B., & Rasmussen, C. S. (Red.). (2018). *Leg i skolen, en antologi* (1. udgave). Unge Pædagoger.

Bers, M. U. (2008). Engineers and storytellers: Using Robotic Manipulatives to Develop Technological Fluency in Early Childhood. *Contemporary Perspectives on Science and Technology in Early Childhood Education* (s. 105–125). Information Age Publishing.

Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge, Taylor & Francis Group.

Borgnakke, K. (2013). *Etnografiske metoder i uddannelsesforskningen: Mellem klassiske traditioner og senmoderne udfordringer*. Institut for Medier, Erkendelse og Formidling, Københavns Universitet.

[https://static-curis.ku.dk/portal/files/148572663/Karen\\_Borgnakke\\_Rapport\\_.pdf](https://static-curis.ku.dk/portal/files/148572663/Karen_Borgnakke_Rapport_.pdf)

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada.

[https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan\\_Resnick\\_AERA2012\\_CT.pdf](https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf)

Caprani, O. (2015). Mangfoldige læringsaktiviteter: Ét robotbyggesæt. *Læring og Medier (LOM)*, 14. <http://ojs.statsbiblioteket.dk/index.php/lom/article/view/22074/20129>

- Ejsing-Duun, S., & Skovbjerg, H. M. (2016). Copycat or Creative Innovator? Reproduction as a Pedagogical Strategy in Schools. *Electronic Journal of E-Learning*, 14(2), 83–93. 2016, Vol.14(2), 83–93.
- Esbensen, G. L., Hasse, C., Gudmundsen, L., Mathiasen, M., Breum, M., Pumali, K., Brinks, E., Harrekilde, S., Arason, N., Rieland, S., Mathisenn, L. L., & Sayedmirza, A. (2016). *Robotter i folkeskolen: Begrundelser, visioner, faktisk brug og udfordringer i normalklasser*. DPU, Aarhus Universitet.
- Gulløv, E., & Højlund, S. (2003). *Feltarbejde blandt børn: Metodologi og etik i etnografisk børneforskning*. Gyldendal.
- Holm Sørensen, B., & Tweddell Levinsen, K. (2019). *Den hybride skole: Læring og didaktisk design, når det digitale er allestedsnærværende*. Klim.
- Jessen, C. (2000). Det kompetente børnefællesskab: Leg og læring omkring computeren. I: B. H. Sørensen & B. R. Olesen (Red.), *Børn i en digital kultur* (s. 147–159). Gads Forlag.
- Kafai, Y. B. (2005). Constructionism. I R. K. Sawyer (Red.). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (s. 35–46). Cambridge University Press; Cambridge Core.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.004>
- Kampmann, J. (2003). Ethiske overvejelser i etnografisk børneforskning. I: E. Gulløv & S. Højlund (Red.). *Feltarbejde blandt børn: Metodologi og etik i etnografisk børneforskning* (s. 167–183). Gyldendal.
- Krogstrup, H. K., & Kristiansen, S. (2017). *Deltagende observation*. Hans Reitzel.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2014). *Interview: Det kvalitative forskningsinterview som håndværk* (3. udgave). Hans Reitzels Forlag.
- Københavns Professionshøjskole. (2021). *Teknologiforståelse hitter hos forsøgsskoler*.  
<https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/teknologiforstaelse-hitter-hos-forsogsskoler?publisHerId=13559518&releaseId=13624543>
- LEGO Education. (2017). *Computational Thinking with WeDo 2.0*.  
<https://www.youtube.com/watch?v=LfnUyg9MSIo>
- LEGO Education. (2021, april 4). *WeDo 2.0 | Elementary School STEAM Solution*. LEGO® Education. <https://education.lego.com/da-dk/products/lego-education-wedo-2-0-core-set/45300#in-the-box>
- Majgaard, G. (2011). *Læreprocesser og robotsystemer: Design af læreprocesser med robotter som medier og børn som med-designere* (PhD-afhandling) Syddansk Universitet.
- Majgaard, G., Hansen, J. J., Bertel, L., & Pagh, A. (2014). Fra digital design til fysisk udtryk: Anvendelse af 3-d printere og NAO-robotter i folkeskolen. *MONA-Matematik- og Naturfagsdidaktik*, 4.
- Martin, F., Mikhak, B., Resnick, M., Silverman, B., & Berg, R. (2000). To Mindstorms and Beyond: Evolution of a Construction Kit for Magical Machines. *MIT Media Lab*.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/6aaa/a8b74d5a50effa37519c5954fb7aed8f76ae.pdf>
- Mouritsen, F. (1996). Børns kulturproduktion. *Legeskultur* (s. 63–76). Odense Universitetsforlag.
- Mouritsen, F. (2002). Child culture: Play culture. I: F. Mouritsen & J. Qvortrup (Red.), *Childhood and Children's Culture* (s. 14–42). University Press of Southern Denmark.
- OECD. (2019). *Play! 18*. <https://doi.org/10.1787/a4115284-en>

- Papert, S. (1972). Teaching Children to be Mathematicians Versus Teaching About Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 3(3), 249–262. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0020739700030306>
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks.
- Papert, S. (2000). What's the big idea? Toward a pedagogy of idea power. *IBM Systems Journal*, 39(3/4), 720–729.
- Papert, S. (2020). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Papert, S., & Solomon, C. (1972). Twenty Things to Do with a Computer. *Educational Technology*, 12(4), 9–18. JSTOR. [www.jstor.org/stable/44417821](http://www.jstor.org/stable/44417821)
- Pink, S. (2013). *Doing visual ethnography* (3rd edition). SAGE.
- Rasmussen, K. (2014). Forskerens fotografiske feltnoter: Et bidrag til »thick description«. I: *Visuelle tilgange og metoder i tværfaglige pædagogiske studier: En antologi baseret på erfaringer og indblik fra forskning, udviklingsarbejde og undervisning*. Roskilde Universitetsforlag.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.
- Riise, A. B. (2021). *Lærere: Derfor skal teknologiforståelse både have eget fag og integreres i fagene*. Folkeskolen.dk. <https://www.folkeskolen.dk/1880556/laerere-derfor-skal-teknologiforstaelse-baade-have-eget-fag-og-integreres-i-fagene>
- Skovbjerg, H. M. (2016). »This is a Really Funny Game«: Children Making Games for Each Other in a School Context. *European Conference on Games Based Learning*, 627–633. <http://search.proquest.com/docview/1859715634/>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Sullivan, A., Kazakoff, E. R., & Bers, M. U. (2013). The Wheels on the Bot Go Round and Round: Robotics Curriculum in Pre-Kindergarten. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12.
- Sullivan, A., Strawhacker, A., & Bers, M. U. (2017). Dancing, Drawing, and Dramatic Robots: Integrating Robotics and the Arts to Teach Foundational STEAM Concepts to Young Children. I: M. S. Khine (Red.), *Robotics in STEM Education* (s. 231–260). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9_10)
- Sørensen, B. H. (2005). Information and Computing Technology and the Gap between School Pedagogy and Children's Culture. *Pedagogy, Culture and Society*, 13(1), 43–57.
- Toft, H., & Nørgård, R. T. (2015). Tema 1: Pla(y)ceskabelse: når børn og robotteknologi mødes. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 8(14). <https://doi.org/10.7146/lom.v8i14.22069>
- Undervisningsministeriet. (2018). *Undervisningsministeren vil gøre teknologiforståelse obligatorisk i folkeskolen*. <https://www.uvm.dk/global/news/uvm/2018/jan/180126-undervisningsministeren-vil-goere-teknologiforstaelse-obligatorisk-i-folkeskolen>
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–36. <http://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

### Biografi

*Louisa Haugaard Pedersen er cand.mag. i pædagogik fra Københavns Universitet med speciale i digital leg og læring. Hendes interesse bevæger sig indenfor pædagogisk og didaktisk materialitet i formelle og uformelle lege- og læringsmiljøer. Hun har udført flere empiriske studier om blandt andet kendetegn, ligheder og forskelle i børns digitale og ikke-digitale legekultur i både børnehaver og skoler. Derudover har hun erfaring med udvikling og brug af makerspaces i indskolingen i national og international kontekst fra EU-projektet »Makerspaces in the early years: enhancing digital literacy and creativity« (MakeEY) ledet af professor Jackie Marsh ved University of Sheffield, og erfaring med forskningsprojekter indenfor vuggestue- og dagplejeområdet.*