

BUKS – Tidsskrift for Børne- og Ungdomskultur

Nr. 62 2018 • Årgang 35 • ISSN 0907-6581 • ISBN 978-87-999363-1-1 www.buks.dk

Mads Bønløkke Pedersen og Rikke Toft Nørgård

Familien Robot kommer forbi – robotter som legevæsner og legemedier i børns teknologiske legekultur

Resumé

Begreber som STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), Computational Thinking, Digital Dannelse, Teknologiforståelse og 'læring' om teknologier samt 'lære at' benytte teknologier er centrale i forhold til forskningen i, indsatserne for og forståelsen af børns teknologipraksis i børnehaver og skoler. Med et forskningsmæssigt afsæt forsøger denne artikel at udvide feltet og forståelsen gennem at anskue børns teknologipraksis dels i en legekulturel optik, dels med et fokus på mellem menneskelige og humanistiske dimensioner inden for 21st Century Learning Skills. Med udgangspunkt i et 4 måneder langt Design Based Research feltarbejde i 3 børnehaver, udført af Mads Bønløkke Pedersen, ser artiklen på, hvordan forskellige robotter som *Ozobot*, *BlueBot*, *Dash-and-Dot* og *Edison* 'kommer på besøg' i børnehaver og bliver til legevæsner og legemedier i børnenes legepraksisser på egen hånd og sammen med pædagoger. I artiklen forstås børnehavens robotkultur som børnenes egen kultur og samtidig undersøges det, hvordan børn og pædagoger gennem etableringen af en sådan kultur opøver og udfolder teknologisk forestillingskraft og deltagende fællesskaber, faciliteret af robotter og teknologisk mod. Gennem artiklen fremskrives et rammeværk for at begribe en sådan legekulturel tilgang til børns teknologipraksis samt en analyse af et feltarbejde, der fremhæver, hvad et sådant rammeværk bidrager med, når vi forsker i og praktiserer teknologiske lege- og lærings-kulturer med børn i børnehaver.

Nøgleord

robot; teknologi; leg; legekultur; børnehave; teknologisk forestillingskraft; teknologipraksis

Indledning: Familien robot kommer forbi

I et 4 måneder langt feltarbejde i 3 børnehaver, udført af Mads Bønløkke Pedersen, kommer forskellige robotter som *Ozobot*, *BlueBot*, *Dash-and-Dot* og *Edison* »på besøg« i de tre børnehaver og bliver til legevæsner og legemedier i børnenes legepraksisser på egen hånd og sammen med pædagoger. Børnenes oplevelse af robotteknologierne som legevæsner og legemedier blev tematiseret ved opstarten i hver børnehave. Inden *Familien Robot* kom forbi en børnehave, havde Jacob Knudsen (konsulent ved VIFIN i Vejle Kommune) sendt en lille sang til børnehaven (se nedenfor). Denne sang præsenterede *Familien Robot*, hvem de var, hvad de lavede, og hvad de godt kunne lide. De robotter, der kom forbi, var meget forskellige både i udtryk, funktionalitet og væsen (se beskrivelsen af robotterne neden for i afsnittet *At have robotter på besøg i børnehaven*), men ingen af robotterne var humanoide (menneskelignende) eller søgte at efterligne menneskelig interaktion. De var væsner i deres egen ret. Tre af robotterne havde dog »biologiske« karaktertræk såsom øjne (Dash, Dot og Bluebot), to af dem kunne »tale« og afspille lydoptagelser (Dash og Dot), mens andre robotter var mere »tekniske« i deres værensform (blinkende lys, hjul, kredsløb). Dog blev alle robotter, uanset udseende og handlemønstre, betragtet som ligeværdige væsner og inviteret indenfor af børnene, når de kom på besøg.



Foto: Mads Bønløkke Pedersen



Foto: Mads Bønløkke Pedersen

Jacob Knudsen, konsulent ved VIFIN i Vejle Kommune, fortæller her om *Familien Robot* som koncept, som fortælling, leg og eksperimenter og som læringsformat:

»I fortællingens verden er Familien Robot en storfamilie på omkring 140 mekaniske og digitale robotter. De har alle deres egen identitet og egne navne, deres særlige evner og interesser – og ikke mindst elsker de at lege med børnehavebørn og skolebørn. Nogle af dem spiller musik, andre rejser til Mars og igen andre interesserer sig for edderkopper, drømme, digitale eksperimenter, historier, filosofiske tanker og følelser. De har sågar deres egen Instagramkonto, 'Meet the Robots', hvor man kan følge deres hverdag og rejser ud i verden. Kort sagt en sammensat moderne robot-familie, der ofte kommer i problemer og har brug for børnenes hjælp.

I den pædagogiske og læringsmæssige verden er Familien Robot en række eksperimenterende, legende og samskabende projekter for børn i daginstitutioner og skoler samt deres pædagoger og lærere. Målet er at finde nye, mere legende måder at bruge teknologi på, som skaber rum for nysgerrige, producerende og kreative børn – og hvor der er plads til, at også de, der ikke umiddelbart interesserer sig for teknologi, kan møde robotter og lege, lære og være med dem.

Alle projekter bruger musik, skrevet til anledningen af Jacob Knudsen. Et eksempel er 'Familien Robots tur ud i det blå', der blev brugt til at kickstarte 'Familien Robot på tur', som denne artikel handler om, og som her kan høres sammen med en lille video fra robotternes besøg i børnehaven:

<https://www.youtube.com/watch?v=8bIps4ULDQc&t=62s>

Familien Robot er udviklet af Jacob Knudsen, Anne Charlotte Petersen og Noa Ankerstjerne fra VIFIN, med hjælp fra børn, pædagoger, lærere, studerende og forskere. Det startede som en del af »Digitalt – det er for børn«, Vejle Kommunes digitale tilbud til daginstitutioner; men nu er robotterne også begyndt at gå i skole, hvor nye fortællinger

som *Edderkoppepatruljen*, *Rejsen til Mars* og *Sange om robotter og følelser venter*. Man kan se mere om 'Familien Robot' her: <https://vifn.dk/index.php/da/forsidespots/611-familien-robot-artikel>.

Pædagogerne fortalte, hvordan robotternes »velkomst-sang« rammesatte robotterne som legevæsner snarere end som læringsteknologi, og hvordan dette havde været med til at skabe stor interesse blandt børnene for at få besøg af *Familien Robot*. Pædagogerne i børnehaven Asgård sagde endda, at sangen var blevet en af børnenes yndlingssange. Rammesætningen af de forskellige robotteknologier som en familie af robotter, der var på eventyr sammen, inden børnene overhovedet havde set dem, virkede til at skabe en form for forforståelse og oplevelse af, at *Familien Robot* rent faktisk var »legevæsner« med egne interesser, identiteter, praksisser og stemninger – sangen var i mange tilfælde med til at rammesætte konteksten for legen i børnehaverne.

Et andet nedslag i feltarbejdet, hvor robotterne trådte ind i børnehaven som levende væsner, var i børnehaven Bifrost, hvor robotterne blev medfortællere af historier, og hvor hver robot agerede skuespiller og indtog en rolle i et skuespil. Herefter indtalte børnene lyde og gav robotterne en egen stemme, så de kunne optræde med handlinger og replikker i fortællingen. Kulisser blev stillet op og robotterne indtog scenen med handlinger og replikker i børnenes eventyrverden.

I børnehaven Bifrost blev en historie, kaldet *Tryllebogen*, til en kontekstuel legeramme for robotterne. Historien handlede om en ond trolde og to små børn (en dreng og en pige). Robotten Dash spillede den onde trolde, som fik indtalt lyden »Jeg kommer og fanger jer!«, robotten Dot spillede drengen og kunne sige »Abracadabra« og »Gå din vej onde trolde!«. BlueBot spillede pigen i eventyret, som skulle bane vejen gennem landskabet og kulissen. Robotterne var således legevæsner i fortællingen på samme måde som børn, der opfører fortællinger på legepladsen eller i tumlerummet, som de forud har hørt pædagogerne fortælle. Robotterne legede en fortælling, som børnene kendte gennem tegninger og tekst i en bog. Børnene var legestyrere og skabte (lige som pædagoger ofte gør) rammerne for robotternes fælles fortællings-leg.

Med denne korte rammesætning af *Familien Robot* vender vi os mod den eksisterende forskning og praksis i forhold til børn og teknologier, dernæst præsenteres de konkrete robotter i *Familien Robot*, efterfulgt af sammenkoblingen mellem legeteori, legekultur og robotteknologi for at skabe et rammeværk, der er i stand til at begribe robotter som legevæsner og legemedier i børns teknologiske legekultur. Dette rammeværk muliggør samtidig en bevægelse væk fra robotter som STEM og læringsteknologi og hen mod robotter som med-legere og legeteknologi. Noget, der åbner op for ny praksis, når robotter og anden ny teknologi »kommer på besøg« i børnehaverne. Endelig præsenteres de konkrete cases, som viser, hvordan et sådant rammeværk ser ud i praksis samt forstår og beskriver, hvad der sker, når teknologi som *Familien Robot* kommer forbi.

Robotter i børnehaver

1. At forske i børns teknologipraksis med robotter i børnehaven

Mens makerspaces, digitale fabrikationsprocesser og nye fabrikations- og programmerings-teknologier, såsom 3D-printere, lasercuttere og robotter, i dag har vundet indpas i såvel det formelle uddannelsesliv (fx FabLab@SCHOOL, <http://fablabatschool.dk>) som det uformelle foreningsliv (fx Coding Pirates Denmark, <https://codingpirates.dk>) i Danmark, så har fokus indtil videre været på børn i folkeskolen, især fra mellemtrinnet og op. Skolebørns teknologipraksis er i dag forholdsvis velundersøgt, se fx (Caprani, 2016; Ejsing-Duun & Misfeldt, 2015; Giannakos, Divitini, & Iversen, 2017; Hansen, 2016; Nørgaard & Paaskesen, 2016; Paaskesen & Nørgård, 2016; Smith, Iversen, & Hjorth, 2015)). Anderledes forholder det sig, når det kommer til mindre børns teknologipraksis i formelle og uformelle læringskontekster. Danske børnehave- og vuggestuebørns omgang med disse nye fabrikations- og programmeringsteknologier er således, med enkelte undtagelser, i høj grad underbelyst i forskningslitteraturen, se dog fx (Caprani & Thestrup, 2010; Jessen, 2013; Jessen, Lund, & Klitbo, 2005; Toft & Nørgaard, 2015).

I udlandet er der efterhånden en rig forskningstradition omkring mindre børns teknologipraksis og brug af robotteknologier, dog især med fokus på STEM-orienterede tilgange (Science, Technology, Engineering, Mathematics) og udført af forskere fra design' og teknologifeltet. Et fremtrædende eksempel på dette er den årlige internationale *Interaction Design & Children Conference*, hvor forskere fra hele verden samles omkring forskning i samspillet mellem teknologier og børn. Et andet eksempel er *International Journal of Child-Computer Interaction*, hvor forskere inden for især teknologi, digital design og HCI publicerer forskning omkring teknologiske produkter og processer til børn og med børn, herunder også robotteknologier inden for formelle og uformelle læringskontekster.

Der er ligeledes udgivet centrale bøger inden for feltet såsom Paperts *Mindstorms – Children, computers and powerful ideas* (Papert, 1980), Kafai og Resnicks *Constructionism in Practice – Designing, thinking and learning in a digital world* (Kafai & Resnick, 1996), Walter-Herrman og Büchings *Fablab: Of machines, makers and inventors* (Walter-Herrmann & Büching, 2013), Martinez og Stagers *Invent to learn – Making, tinkering, and engineering in the classroom* (Martinez & Stager, 2013), Peppler, Halverson og Kafais *Makeology vol. 1: Makerspaces as learning environments* og *Makeology vol. 2: Makers as learners* (Peppler, Halverson, & Kafai, 2016) eller Resnicks *Lifelong kindergarten – Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers and Play* (Resnick & Robinson, 2017). Endelig findes der også en lang række udenlandske forskningsartikler, der fokuserer specifikt på børnehalebørns teknologipraksis med robotter. Fælles for disse er deres overordnede fokus på programmerings- og robot-læringsdelen samt et mere generelt fokus på at skabe interesse for STEM-feltet allerede i børnehavealderen, se fx (Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014; Bers & Horn, 2010; Cejka, Rogers, & Portsmore, 2006; Sullivan & Bers, 2016; Wyeth, 2008).

Med grundlag i dette forskningsarbejde, udvider denne artikel perspektivet for at beskæftige sig med børns teknologipraksis med robotter. Dette sker dels gennem at arbejde med mere humanistiske, samskabende og mellem menneskelige perspektiver på børns teknologipraksis frem for et fokus på computational thinking, STEM og teknologiske færdigheder og kompetencer, der kan måles og testes, dels gennem at udvide selve forskningsfeltet ved at koble teknologi- og design-forskningen med de legekulturelle og pædagogiske felter.

Dette fokus opstod i et feltarbejde med observationer og interviews foretaget ved 3 deltagende børnehaver kombineret med Vejle kommunes IT-strategi for pædagogisk arbejde. I IT-strategien for Vejle Kommunes børneområde står der blandt andet, at:

»Digitale medier er en integreret del af vores liv og giver mange muligheder. I dagtilbud vil vi gerne udnytte disse muligheder og integrere digitale medier i børnenes leg og læring, så børnene får digital dannelse og lærer at bruge digitale medier på en kreativ og klog måde«. (Vejle Kommune, 2015, p. 2)

Dette konkretiseres i følgende 4 mål:

1. Digitale medier er en integreret del af det pædagogiske arbejde
2. Børnene er aktive digitale brugere og får digital dannelse
3. Digitale medier styrker fællesskabet – og vi får forældrene på banen
4. Vi er i øjenhøjde med den digitale udvikling

Da feltarbejdet bag denne artikel blev udarbejdet, var der således fra politisk side ved Vejle Kommunes børneområde fokus på et kreativitets- og dannelsesperspektiv på teknologier og ikke på, hvordan interessen for STEM-feltet eller »computational thinking« kunne fremmes i børnehaven. Ligeledes var de deltagende pædagoger på forhånd positivt stemte over for at få besøg af robotterne, og de tog sammen med børnene ejerskab over forløbene i børnehaverne. Der var således tale om pædagoger og børnehaver, som fra start af var interesserede i at afprøve og introducere teknologier i deres hverdag, og mange havde tidligere deltaget i kurser og arrangementer, hvor teknologisk og digital praksis var på dagsordenen. Observationer og samtale med pædagogen ved den første børnehave, som robotterne besøgte, Asgård, understregede ligeledes nødvendigheden af at undersøge de samskabende og mellem menneskelige perspektiver, der opstod ud af børnenes robotlege, herunder også pædagogens autonomi og virke i forhold til at skabe interessante lege og rammer for børnenes teknologipraksis. Det blev observeret, hvorledes robotterne var med til at sætte temaet for mange af børnenes lege i de tre uger de var ude i børnehaven, samt hvorledes der både blev danset som robotter, lavet robot-tegninger og robot-udklædninger. Ligeledes påpegede pædagogen i et interview, at denne kobling mellem det digitale (at styre robotterne på iPad'en) og analoge (robot-tegninger og danse), havde fanget flere børn, end hvis fokus alene havde været på at lære om teknologien. De deltagende børnehaver havde selv tilmeldt sig som test-børnehaver til at få besøg af robotterne.

Hvor børns teknologipraksis i den internationale forskning almindeligvist afdækkes via faste forløbsstrukturer med delmål, opgaver og tests for at kortlægge børns opøvede kompetencer og færdigheder (Bers m.fl., 2014; DevTech Research Group, 2016; Sullivan & Bers, 2016; Wyeth, 2008), vælger artiklen i højere grad at undersøge de emergerende roller, relationer, interaktioner og oplevelser, der opstår, når robotter, børn og pædagoger deltager i ikke-planlagte eller ikke-læringsmålsorienterede aktiviteter. Ud fra feltarbejde og Design-Based Research i de tre børnehaver fremkom tre centrale dimensioner i børnenes og pædagogernes udforskning, eksperimenter og leg med robotterne:

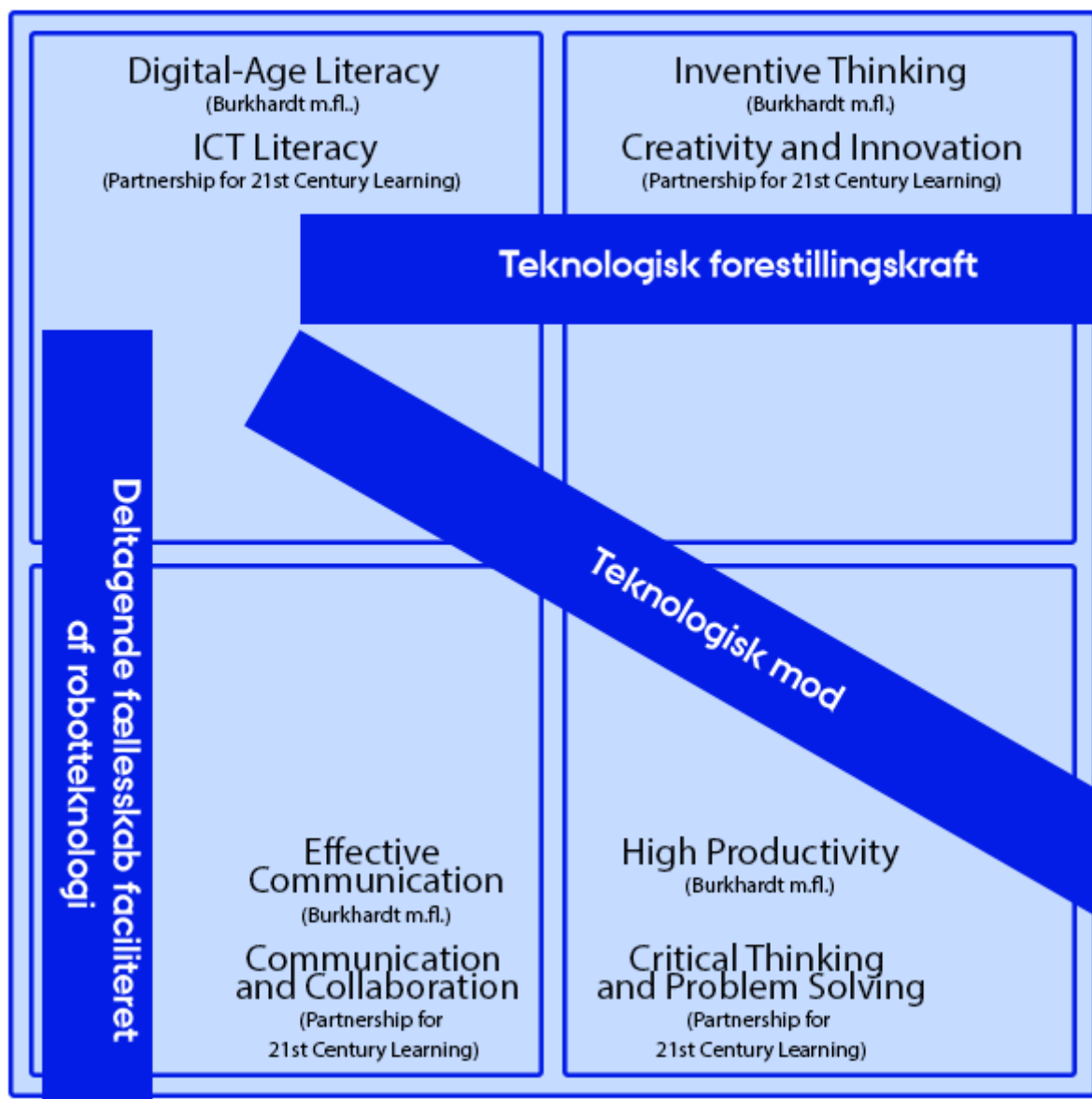
1. *Teknologisk forestillingskraft*: At forstå teknologien og være nysgerrig og kreativ med den – at bruge teknologien som legemedie og legevæsen samt indtænke den i eksisterende lege eller udforske, hvordan den kan medvirke til at skabe helt nye lege
2. *Deltagende fællesskab faciliteret af robotteknologien*: Robotter, og leg med dem, medvirker til at skabe et deltagende fællesskab mellem børn, pædagoger og robotter. I det deltagende fællesskab står teknologisk forestillingskraft og legekultur i centrum gennem robotter, børns og pædagogers legeeksperimenter, -udforskninger og -former
3. *Teknologisk mod*: Samspelet mellem forestillingskraft, fællesskab og legekultur samt evnen til at forløse disse i interaktionen med robotterne giver teknologisk mod. At være fri til at eksperimentere med robotterne, le og lege løs snarere end at løse opgaver og lave fejl, giver såvel børn som pædagoger mod på at være teknologiudøvende og turde lege med robotter på nye måder.

De tre dimensioner træder frem, når børns teknologipraksis med robotter undersøges ud fra en sammenskrivning af forskning i *21st Century Learning Skills* (i en modificeret udgave), i læring i deltagende fællesskaber samt i legeoplevelser, -interaktioner og -kulturer. *21st Century Learning Skills* omhandler udviklingen af kompetencer i en fremtid, der er præget af usikkerhed grundet den hurtige udvikling af det digitale samfund – en udvikling der gør, at det ikke er til at vide, hvilken fremtidig verden, børnene vokser op i, herunder hvilke »skills« (egenskaber), der er behov for (Burkhardt m.fl., 2003, p. 4-7; Jan, Lin, Sazali, & Tam, 2012, p. 14-15; *Partnership for 21st Century Learning*, 2015). De tre dimensioner blev rammesat, defineret, og deres indbyrdes relationer blev i første omgang konkretiseret med udgangspunkt i Burkhardt m.fl. (2013) og *Partnership for 21st Century Learning* (2015):

	<i>Hovedområder i relation til Burkhardt m.fl.</i>	<i>Hovedområder i relation til Partnership for 21st Century Learning</i>	<i>Definition af element for designet</i>
<i>Teknologisk forestillingskraft</i>	Eksisterer i samspillet mellem Digital-Age Literacy (omhandler brugen af og forståelsen for teknologier) og inventive thinking (omhandler nysgerrighed og kreativitet) (Burkhardt m.fl., 2003, p. 15,22,33,38-40)	Eksisterer i samspillet mellem ICT (Information, Communications and Technology) Literacy (evnen til at bruge og forstå teknologier) og Creativity and Innovation (omhandler kreativitet for sig selv, og sammen med andre) (Partnership for 21st Century Learning, 2015, p. 3-4,5-6)	Teknologisk forestillingskraft handler således både om at forstå (viden om) teknologien, samt at være nysgerrig og kreativ med den (i fællesskab og alene).
<i>Deltagende fællesskab faciliteret af robotteknologier</i>	Befinder sig i spændet mellem Digital-Age Literacy, samt Effective Communication (omhandler bl.a. evnen til at indgå i et fællesskab og samarbejde) (Burkhardt m.fl., 2003, p. 15,22,47-50)	Eksisterer mellem Creativity and Innovation og Communication and Collaboration (omhandler evnen til at kommunikere, forklare og samarbejde) (Partnership for 21st Century Learning, 2015, p. 3-5)	Deltagende fællesskab faciliteret af robotteknologier handler om at lade teknologierne sætte rammerne og skabe et fællesskab mellem børn, pædagoger og robotter, hvor viden, kommunikation og kreativitet kan eksistere.
<i>Teknologisk mod</i>	Et samspil mellem tre af områderne: Digital-Age Literacy, Inventive Thinking samt High Productivity (forstået som evnen til at gøre brug af forskellige robotter til forskellige formål – at forstå fordele/ulemper ved teknologi) (Burkhardt m.fl., 2003, p. 15,22,33,38-40,59,62).	Eksisterer i samspillet mellem områderne: ICT Literacy, Creativity and Innovation samt Critical Thinking and Problem Solving (forstået som evnen til at forstå en situation og løse problemet) (Partnership for 21st Century Learning, 2015, p. 3-6).	Teknologisk mod betragtes her som værende samspillet mellem viden, nysgerrighed og kreativitet, samt evnen til at gøre brug af disse elementer. Det handler således om, at børnene er trygge nok til at turde begå fejl – samt overhovedet at interagere med robotterne.

Figur 1: De tre dimensioner af robotleg

Hvis vi dernæst stiller de tre dimensioner i relation til de fire hovedområder inden for *21st Century Learning Skills*, sådan som de er beskrevet i Burkhardt m.fl. (2013) samt *Partnership for 21st Century Learning* (2015), får vi følgende model, som illustrerer, hvordan de tre dimensioner går på tværs og strækker sig ud over hovedområderne:



Figur 2: Overblik over de tre dimensioner i relation til Burkhardt m.fl. (2013) samt partnership for 21st century learning (2015).

De tre dimensioner rækker ud over den gængse forståelse inden for *21st Century Learning Skills* af børns læring med teknologier i formelle og uformelle læringskontekster. For det første er de tre dimensioner primært placeret inden for det kollaborative og kreative hovedområde i *21st Century Learning Skills* (Burkhardt m.fl., 2003, p. 5; *Partnership for 21st Century Learning*, 2015, p. 2-3). De tre dimensioner har alle rod i figur 2's øverste venstre hjørne, men har til formål at kunne lege kreativt og kollaborativt sammen med robotterne. Det vil sige, at 'skills' og kompetencer aldrig er det primære formål med aktiviteterne, men snarere

et startpunkt for legen. Børn og pædagoger erhverver basale »skills« og kompetencer for at kunne starte legen med robotterne, holde legen i gang, udvikle legen og sørge for, at legen ikke går i stå eller i stykker på grund af manglende indsigt, viden eller færdigheder.

For det andet strækker de tre dimensioner sig ud over hovedområderne og deres mere STEM-orienterede fokus, fordi hverken børnenes eller pædagogernes teknologipraksis havde til formål at opøve *21st Century Learning Skills*; den udfoldede sig i højere grad som robotleg i deltagende fællesskaber, hvor det var de legendes oplevelser, interaktioner og kulturer, der var i centrum. Dermed bliver det nødvendigt at flytte fokus fra at undersøge og beskrive børnehavebørns teknologipraksis som computational thinking, teknologiforståelse og målstyret læring til at undersøge og beskrive teknologipraksis i dannende praksisfællesskaber (Jenkins, 2009; Thomas & Brown, 2011; Wenger, 2010) og som emergerende teknologisk legekultur (Jessen, 2001; Karoff, 2013a, 2013b; Sicart, 2014; Toft & Nørgaard, 2015).

For det tredje er det nødvendigt at sammenkoble den internationale STEM-orienterede forskning med nordisk forskning i børnekultur, med et holistisk børneperspektiv, altså at se på, hvordan sådanne teknologier kan bidrage værdifuldt og meningsfuldt til børns legende hverdagsliv i danske børnehaver.

2. At have robotter på besøg i børnehaven

Robotter defineres sædvanligvis som maskiner, der kan udføre en række forud-programmerede opgaver automatisk, har sensorer til at sanse omverdenen med og manipulatorer til at interagere med og reagere på verden. I denne artikel forstås *robot* i en lidt bredere forstand, da en række af de teknologier, der blev introduceret i børnehaverne, falder uden for ovenstående definition af en robot. En *Børstebot* er eksempelvis blot en skurebørste med en påsat motor, som dernæst kan dekoreres. Andre af de afprøvede teknologier kunne ligeledes anvendes uden nogen forud-programmering, eksempelvis kunne *Dash-and-Dot* programmeres, men også blot leges med præcis som en fjernstyret racerbil og *Ozo-botter* kan programmeres med såvel kode som med sprittusser og køre på forud-programmerede baner på papir eller iPad.

De teknologier, der blev brugt i forbindelse med besøgene i de tre børnehaver, blev altså ikke valgt ud fra deres evne til at opøve computational thinking, teknologiforståelse eller STEM-færdigheder, men derimod udvalgt med henblik på at skabe et bredt lege-kartotek af forskellige robotlignende teknologier – dog bliver de alle betegnet som robotter i denne artikel.

Forud for besøg og feltarbejde i børnehaverne blev der afholdt en workshop sammen med konsulenter fra VIFIN ved Vejle Kommune, som var samarbejdspartnere i forbindelse med udarbejdelsen af det kandidatspeciale, artiklen bygger videre på. Som resultat heraf blev der skabt en intuitiv rangliste i forhold til forventet sværhedsgrad af robotterne. Rangeringen var baseret på, hvor umiddelbare robotterne var at gå til – både i forhold til robotens design og udtryk og til det interface, der skulle anvendes til at interagere med robotten. Denne umiddelbare vurdering og rangering var løseligt baseret på Don Normans seks designprincipper indenfor HCI (Human-Computer Interfaces) med fokus på det, Norman definerer som *Visibility* og *Affordance*. Disse to begreber omhandler, hvorvidt funktionerne på interfacet er til at se (visible) eller ej, og hvorvidt funktionerne er forståelige uden yderligere forklaringer, altså hvad interface og funktioner lægger op til, »afforder« (Norman, 2002, p. 10-30). Interfacet blev i denne forbindelse defineret som interaktionsfeltet mellem robot

og menneske; således dækker begrebet over såvel analog interaktion, fx BlueBots fysiske knapper oven på robotten, som over digital interaktion, fx Dash-and-Dots interaktion over iPad. Begge interaktionsformer får robotten til at 'handle'. En oversigt over og rangering af robotterne ud fra disse principper ser således ud:

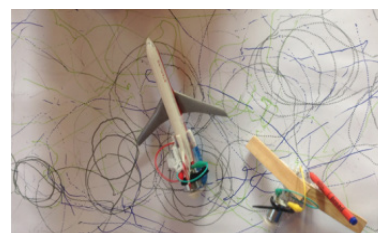
1. *Ozobot*: Kan følge streger på papir/iPad'en uden yderligere opsætning og er derfor klar til leg så snart den er ude af æsken. Børnene kan selv tænde robotten og tegne ting, som robotten så følger. Robotten kan programmeres gennem programmeringssproget/-værktøjet Blockly på computeren/iPad'en eller gennem farvekombinationer/-koder på papir.



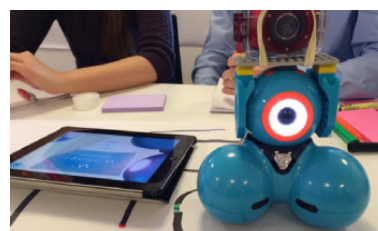
2. *BlueBot*: Programmeres gennem brug af trykknapper oven på robotten, som er store og giver en god repræsentation af, hvad robotten gør, når de enkelte knapper bliver trykket på. Robotten kan ligeledes give auditiv feedback i form af et bip efter hver aktion samt ved afslutning af den programmerede sekvens.



3. *Børstebot*: Er ikke en egentlig robot, men kan dog gennem udsmykning og fantasi fremstå som autonomt robot-væsen. Kan være lidt vanskelig at samle, hvorfor det kan være nødvendigt, at pædagogen hjælper til med såvel samling som udsmykning.



4. *Dash-and-Dot*: Kræver brug af en iPad i forbindelse med leg. Interfacet i den medfølgende app, *Go for Dash-and-Dot*, virker intuitivt og nemt at bruge med store ikoner og tegninger, der illustrerer, hvad de forskellige knapper gør. Kan både bruges som en racerbil, hvor robotten styres med iPad'en, men kan også udføre programmerede opgaver gennem det medfølgende programmeringsværktøj på iPad'en. Dash-and-Dot har derudover mulighed for at afspille indtalt lyd.



5. *Edison*: Robotten skal programmeres gennem en app på iPad'en, hvor elementer trækkes ind og sammensættes i den rækkefølge, robotten skal afspille dem. Elementer og tekst er på engelsk, dog består de forskellige programmeringsblokke af store ikoner, der kan aflæses visuelt. Efter at et program til robotten er blevet sammensat af programmeringsblokke, skal programmet overføres til robotten via et kabel, der kobles til iPad'ens lydudgang og indsættes på undersiden af robotten.



Navnene på robotterne vil løbende blive brugt i forbindelse med nedslag i specifikke situationer i børnehaverne.

3. At forstå børns leg med robotter i børnehaven

Artiklen bygger som omtalt ovenfor sin forståelse af børns leg med robotter i børnehaven på en sammenkobling af forskning i børns leg og legens natur, sådan som den er fremstillet hos bl.a. (Mouritsen, 1996; Jessen, 2001; Karoff, 2013a, 2013b; Sicart, 2014; Toft & Nørgaard, 2015). Samlet set udgør dette fokus et skifte fra at betragte og beskrive børns teknologipraksis som et led i udviklingen af kompetencer og færdigheder over til at udforske og give sprog til de følelser, oplevelser, erfaringer og kulturer, der opstår på baggrund af samvær og møder mellem robotter, børn og pædagoger i børnehaven. Det er med legeforsker Carsten Jessens ord en undersøgelse af spørgsmålet: »*Hvad er legen for den legende?*« (Jessen, 2001, p. 149) med udgangspunkt i samværets dimensioner og kvaliteter. Artiklen skriver sig dermed ind i en forståelse og analyse af børns legekultur som deres egen kultur i den forstand, at den rummer selvstændige fænomener med egne rammer, former og værdier (Jessen, 2001, p. 150). Beskrivelsen af samvær mellem robotter, børn og pædagoger sker desuden med et særligt legekulturelt blik for de »legemedier«, »legepraksisser« og »legestemninger« (Karoff, 2013a, 2013b), der er på færde i dette samvær. Artiklen udvider dermed design- og teknologifeltets forståelse af, hvad børns teknologipraksis med robotter er og har som formål, samtidig med at den udvider de legekulturelle og pædagogiske felters forståelse for, hvordan børn kan blive teknologiske væsener, og hvordan robotter kan lege og opleve sammen med børn i børnehaven. Hvis man kigger på tværs af de nævnte forskeres centrale legekulturelle værker, konkretiserer artiklen følgende parametre for leg:

1. *Børns legemedier* (materialer, teknologier og redskaber til børns leg) i børnehaven: Robotter som nyt legemedie i børnehaven, der muliggør nye legestemninger, legepraksisser og legekulturer
2. *Børns legepraksisser* (børns legeformer og legehandlinger) i børnehaven: Robotter som medskabere af nye legeformer og legepraksisser i børnehaven og robotter som noget, der sætter børn i gang med leg og skaber nye måder at være sammen på i leg gennem de praksisser, de materialiserer
3. *Børns legestemninger* (børns tilstedevær og oplevelse i leg) i børnehaven: Robotter som legemedie, der stemmer til leg og skaber nye legestemninger i børnehaven gennem de måder, hvorpå de er til stede i leg, og de måder, hvorpå de får børn til at være til stede i leg
4. *Børns legekulturer* (børns samvær og samskabelse i leg) i børnehaven: Robotter som medskabere af legekultur og som virksomme medaktører i leg i børnehaven gennem at indgå som samskabende væsner, partnere og kammerater i legen og gennem at skabe samvær, selskab og kammeratskab i legen

Robotter indtager en dobbeltrolle i børns lege. De er aktører, der på én og samme tid er hhv. legemedie *for* børns leg og legevæsen *i* børns leg. Børn tilgår da også på én og samme tid robotterne som materiale og som venner. Nye legepraksisser, -stemninger og -kulturer opstår i børnehaven, når robotter, børn og pædagoger begynder at *lege sammen* og *lege med hinanden*. Robotterne »om-kultiverer« leg i børnehaven, lige som de skaber mulighedsrum for, at børn kan 'om-kultivere' sig selv og deres omgivelser, når de leger med og er sammen med robotter. Det er således i den mouritsenske betydning af at være medie, vi skal forstå robotter:

»Legekulturen er et medie, hvorigennem børn sættes i stand til at 'kultivere' sig selv og deres omgivelser, de skaber form og mønstre, de former materiale (sprog, krop, bevægelser, hinanden) æstetisk. Enkle former er det nødvendige grundlag for en kompleks og artistisk performance«. (Mouritsen, 1996, p. 18, vores fremhævning)

Gennem de roller, robotterne indtager i feltarbejdets tre børnehaver, sådan som vi beskriver det nedenfor, bliver det tydeligt, at robotter udgør et særligt børnekulturelt legemedie og legevæsen. Denne dobbelttydige position ved robotter som teknologisk legemedie kan med Sicarts filosofiske begreb om leg som livsvigtigt materiale indfanges således:

»...what computer programs do is appropriate a machine and express themselves to it – hence the natural relations between play and computation. [...] Programming a computer is making it play – that is, be another machine. So let's be bold: all computation is play«. (Sicart, 2014, p. 100).

Robotter er noget, der på en gang *leger med* og *leges med*. De er til stede som særligt legemedie og legevæsen i verden i kraft af de måder, hvorpå de *iværksætter* leg. De konkretiserer Sicarts 7 generelle og definerende karakteristika for leg (Sicart, 2014, p. 6-18):

1. *Leg som kontekstuel*: Robotter træder frem i legen gennem de måder, hvorpå de formår at indgå som legemedie og legevæsen i børnehavens praksisfællesskab og være deltagere i børns og pædagogers legekultur. Det kræver, at både robotter, børn og pæagoger er parate til at indgå som medier og væsener for leg, samt at den etablerede kontekst kalder på leg
2. *Leg som karnevalesk*: Robotter træder frem i legen gennem deres evne til at kunne udtrykke legepraksisser og legestemninger og være åbne for legehandlinger, som hhv. konstruerer, dekonstruerer og rekonstruerer dem. Robotter påkalder således leg gennem deres evne til ikke at bestemme eller sætte legen, men tværtimod frisætte legen og bortvise læringen. Det kræver robotter, der som legevæsner inviterer latter og frihed ind i legen og selv er frie til at le og være åbne for at lege med og blive leget med
3. *Leg som tilegnelse*: Robotter træder frem i legen gennem de måder, hvorpå de ikke overtager, men tilegner sig legen. Som legemedie og legevæsen er robotter i stand til at tilegne sig børnehaven, børnene og pædagogerne og stemme dem til leg. Omvendt kan robotter også destruere leg i børnehaven gennem at overtage og omskabe legen til noget andet, som fx tilegnelse af færdigheder eller lukkede kredsløb for indlæring. Robotter må *ikke overtage legen, men skal tværtimod tilegne sig den og lade den overtage dem*
4. *Leg som forstyrrelse*: Robotter bliver legevæsner gennem deres evne til at forstyrre børnehaven og skabe latter og leg. De sætter børnehavens konventioner i spil og forstyrrer hverdagen gennem at lege med pæagoger og børn, være medarbejdere eller modarbejdere i forhold til de etablerede rammer og stille spørgsmålstegn ved, hvornår noget tæller som medie eller væsen, som karnevalesk leg eller nyttig læring, som teknologi eller medmenneske. Det kræver, at robotterne får lov til at sætte spørgsmålstegn ved, hvem der *er i kontrol, og hvem der egentlig leger med hvem*

5. *Leg som autotelisk*: Robotter kan indtræde som legevæsner i legen, hvis de legende tillader dem at have deres egen legevilje, lige som de kan indgå i leg i den udstrækning, legen mellem robotter, børn og pædagoger får lov til at bære målet i sig selv. Robotter er dermed kun i stand til at være legemedier i den udstrækning, de kan udtrykke og påkalde leg som noget, der har egenverdi – børnene leger med robotter for at lege med robotter. Ligeledes er robotter kun i stand til at være legevæsener i den udstrækning, de får lov til at lege med på deres egne præmisser – robotterne leger med børnene for at lege med børnene. Det kræver at robotterne bærer legen i sig, at leg med robotter er sit eget formål, og at børn møder robotter som autoteliske legende væsener gennem leg
6. *Leg som kreativ*: Robotter kan leges med og være med i legen i den udstrækning, de er åbne for leg. Det vil sige at robotter ikke har determinerede interaktionsstrukturer eller fastlagte forløb, men *kan* leges med og *kan* lege med. Robotter er legevæsner i den udstrækning, de er kreative medspillere og medfortællere i børns legekultur. De er legemedier i den udstrækning, de er kreative teknologier, der er åbne for at blive leget med gennem eksperimenter, udforskninger og konstruktioner
7. *Leg som personlig*: Robotter indgår i legen som selvberørende legevæsner. Selv om de er åbne for at blive leget med og gerne leger med, så er forskellige robotter forskellige legevæsner, der leger med og bliver leget med på forskellige måder. Det vil sige, at forskellige robotter har forskellige iboende legepraksisser, legestemninger og legekulturer. Hvem robotten er, er også hvem der leger og leges med. Forskellige robotter udgør forskellige legemedier, legevæsner og legekammerater, og sammen med børn og pædagoger skaber de forskellige legeverdener, legefotællinger, legeformer og legekulturer. En robot er ikke blot en robot, men en *særegen* legekammerat, medfortæller og samarbejdspartner i legen

Når robotter bliver set som en samtale mellem teknologi/design og legekultur/pædagogik, fremhæves de som særlige legemedier og legevæsner i børnehaven, der deltager i fællesskabet, inviterer til særlige legepraksisser og legestemninger og indtræder som medlemmer af legekulturen. I dette perspektiv fremprovokeres et ontologisk skifte fra robotten som programmerbar indlæringsmaskine til robotten som kultiverende legemedie og fra legetøj, børn kan lege med, til et legevæsen, der leger med børn:

»Computers can help play take over the world. For its part, play needs to demand from computers more than the capacity to store and manipulate and move data: computers should take their place in the world and play with us – not for us, not against us, but together with us. Computation and play share some ontological traits, and so they should work together creating the beautiful spaces for play«. (Sicart, 2014, p. 99)

Der er nu etableret et rammeværk, som beskriver børns teknologipraksis med robotter i børnehaven gennem *dimensionerne* teknologisk forestillingskraft, deltagende fællesskab og teknologisk mod, gennem *teorier* for 21st Century Learning Skills, praksisfællesskaber og legekultur, gennem *elementerne* legemedier, legepraksisser, legestemninger og legekulturer samt gennem *karakteristikaerne* kontekstuel, karnevalesk, tilegnelse, forstyrrelse, autotelisk, kreativ og personlig. Med sådan et rammeværk vil man kunne undersøge, hvorvidt bestemte robotter, børn og pædagoger indgår i meningsfulde samskabende interaktioner og

mellemmenneskelige relationer med hinanden, og hvordan teknologiske legekulturer også kan være dannende.

Case: Når Familien Robot kommer forbi

Den resterende del af artiklen vil bestå af nedslag i feltarbejdet, der konkretiserer ovenstående teoretiske rammeværk, og baserer sig på observationer, interviews og Design Based Research foretaget i de tre børnehaver i Vejle Kommune. Feltarbejdet var en del af et speciale i samarbejde med Vejle Kommune, og det strakte sig over 4 måneder fra februar til maj 2016, hvor der blev indsamlet 1GB (995MB) billed- og videomateriale over perioden, fordelt på 120 billeder og 17 videofilm. Derudover blev der foretaget 3 interviews (med den ledende pædagog i hver børnehave) ved det afsluttende besøg. Børnene i to af børnehaverne fik ligeledes mulighed for at udtrykke sig gennem en såkaldt *Cultural Probe* (Gaver, Dunne, & Pacenti, 1999, p. 22, 24-25). En Cultural Probe er en metode, der bruges inden for designverdenen til at skabe indsigt i og inspiration omkring den kontekst, der er i fokus, og derigennem kvalificere designet. I artiklens kontekst skabte det endvidere mulighed for at børnene kunne udtrykke sig omkring robotteknologierne uden nødvendigvis at kunne italesætte deres følelser, inspireret af (Iversen & Nielsen, 2003; Riekhoff & Markopoulos, 2008; Wyeth & Diercke, 2006). Dataindsamlingen kan opsummeres i nedenstående model, hvor X indikerer, hvilke metoder der er blevet brugt i børnehaverne. Derudover blev der efter hvert besøg ført en feltdagbog, hvor tanker og observationer, opstået i løbet af besøgene, blev nedskrevet. Børnehaverne er opstillet i rækkefølge fra øverst til nederst ud fra, hvilken børnehave der fik besøg først.

Børnehave	Observationer	Cultural probe	Interviews
Asgård	x	-	x
Bifrost	x	x	x
Midgård	x	x	x

Figur 3: Overblik over den indsamlede empiri

Af hensyn til børnene er navne på børnehaver, pædagoger og børn anonymiseret. De deltagende børnehaver har givet tilladelse til at bruge billeder og videofilm.

Som resultat af feltarbejdets Design Based Research tilgang blev der udarbejdet et produkt med henblik på at understøtte fremtidig integration og brug af robotter i børnehaver. I artiklen her er fokus dog lagt på, hvordan det teoretiske rammeværk konkret kom til udtryk gennem robotternes besøg i de tre børnehaver, altså på at fremstille, *hvad der sker*, og *hvordan det opleves* fra børn og pædagogers perspektiv. Denne fremstilling vil ske i to omgange:

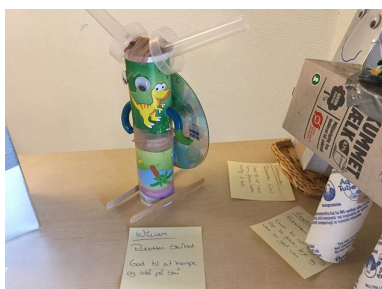
Del 1 beskriver robotter som selvberørende legemedier – robotter som noget, man kan lege med eller lege, at man er. Ligeledes fremstiller *Del 1* børnenes og pædagogernes umiddelbare tilgang til og indtryk af robotterne i forbindelse med optakt til og besøg af *Familien Robot*. Hvordan robotter indgår i børnehaver og som legevæsner i børns leg fremstilles altså gennem en række konkrete nedslag i feltarbejdet fra de tre børnehaver

Del 2 beskriver emergerende legekulturer med baggrund i robotterne som særlige legemedier, børn og pædagoger kan lege med. Denne del indeholder andre konkrete nedslag i

feltarbejdet med det formål at fremanalysere nogle af de konkrete legepraksisser, -stemninger og –kulturer, der opstod, når robotter, børn og pædagoger legede sammen.

Del 1: Robotter som legevæsner & børns robotleg

Robotter som legevæsner



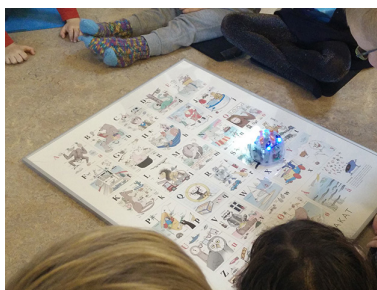
Fotos: Mads Bønløkke Pedersen

Det første fund, der trådte frem på baggrund af rammeværket og med udgangspunkt i observationer af børnenes møde med robotterne, var tilsynekomsten af robotter som legevæsner i deres egen ret. Robotterne forstyrrede rammesætningen af legetøj og legeredskaber i børnehaven, da de insisterede på at eksistere, være personlige og autoteliske væsner i den måde, hvorpå de indgik i børnenes lege. En central tematik i alle tre børnehaver var således »robotternes eksistens« – ikke på et dybt filosofisk eller eksistentielt niveau – men på et hverdagsligt og mellem menneskeligt niveau for børn. Der blev blandt andet stillet og diskuteret spørgsmål som:

- Hvad laver robotterne, når vi ikke er i børnehave?
- Sover robotter? Hvad drømmer robotterne om?
- Er robotter levende? Hvad spiser de?

Disse spørgsmål og svarene på dem dannede dernæst udgangspunkt for emergende legepraksisser og -stemninger mellem robotter og børn.

Når Familien Robot kommer på besøg



Fotos: Mads Bønløkke Pedersen

Gennemgående for børnehaverne var, at robotter blev til et overordnet legetema for børnehaven i perioden op til, og imens *Familien Robot* var på besøg. Robotterne i sig selv og som tema var interessant nok til at holde børnenes opmærksomhed over en længere periode, selv inden teknologien var blevet introduceret og udfoldet. Som pædagogen ved Bifrost udtrykte det, da

han blev spurgt om legene med robotterne ofte gik i stå: »Haha, med robotter går man ikke helt i stå!« (Bifrost, L87). På den måde er robotter i sig selv stærke legevæsner, der udgør en magtfuld legekultur, som let gennemsyrrer og griber »forstyrrende« ind i den etablerede orden i børnehaven. Robotter er stærke legemedier, der let »overtager« børns leg og skaber nye stemninger og praksisser i børnehaven, allerede inden de er kommet på besøg:

Asgård: I den første børnehave byggede børnene robotter af pap, papir, ståltråd osv., inden *Familien Robot* overhovedet havde været på besøg. Robotterne havde således allerede etableret en ny kontekst og legepraksis i børnehaven. Børnene lavede også en afsluttende video omkring robotterne, deres væsen, og hvad de kunne. Robotterne var ligeledes på besøg hen over fastelavn, hvor en af pædagogerne klædte sig ud som en stor robot, sådan at robotterne helt bogstaveligt kunne siges at have overtaget børnehaven.

Bifrost: I den anden børnehave dansede børnene som robotter, og der blev talt meget om, hvad robotter var for nogle væsner, og hvad de kunne. Robotterne og børnene havde lege, hvor børnene lavede labyrinter til robotterne, skabte fortælleuniverser med robotterne som hovedpersoner og tegnede baner til dem, så Ozobotter kunne rejse rundt på store stykker papir. Børnene afleverede også deres egne bud på alternative robotvæsner med egne personligheder, som de mente, der skulle optages i *Familien Robot* næste gang, den kom på besøg. Her opstod således en ontologisk udforskning af robotter som livsform og legevæsen, der så igen kunne fremkalde nye legepraksisser og -stemninger.

Midgård: Her blev robotterne ligeledes til et gennemgående tema, der »forstyrrede« hele børnehaven. Der blev lavet ontologiske udforskninger af robotten som særligt legevæsen gennem fremstillingen af store og små robotter af pap, papir og klister. Børnene brugte deres teknologiske forestillingskraft og tegnede sig selv som robotter ved at lægge sig på et stort stykke papir, få deres kropsomrids aftegnet og omskabe sig selv til robotvæsner. De byggede forhindringsbaner til robotterne, tegnede baner til Ozobotten og indtalte lyde til Dash-and-Dot (»Nu skal vi danse«, »Vi skal synge en sang«), så de kunne være med til at lege med børnene.

Pædagogen ved Midgård beskrev, hvor spændende dette overordnede tema havde været for børnene og gav indtryk af, at uden besøg af robotterne ville temaet ikke have været bragt på banen. Midgård er en specialbørnehave, og pædagogen havde været nervøs for, om robotterne ville være for vanskelige og fremmedgørende for børnene. Dette viste sig dog på ingen måde at være tilfældet, som det vil blive tydeligt senere i artiklen, hvor der gives et nedslag i den legekultur, der opstod mellem to piger i lige netop denne børnehave.

Ved børnehaven Bifrost var der fra pædagogens side et klart fokus på at understøtte børnenes legende eksperimenteren med robotterne. Dette blev italesat i et interview og understøttet af observationer under feltarbejdet omkring børnenes adgang til robotterne. I Bifrost havde børnene mulighed for på egen hånd at tage robotterne i brug i løbet af formiddagen, og de fik derigennem en autonomi til selv at bestemme og styre de kontekster og praksisser, robotterne indgik i. Børnene kunne dermed selv undersøge, hvordan robotterne var som legevæsen, og hvilke praksisser og stemninger, de hidkaldte. Senere på eftermiddagen blev robotterne sat ind i bestemte legekontekster, struktureret af pædagogen, som f.eks. Eventyr-fortællinger og bygningen af labyrinter eller baner til robotterne. Der blev skabt en vekselvirkning mellem de to tilgange til robotterne, hvor børnene om morgenen skabte egne teknologiske legekulturer,

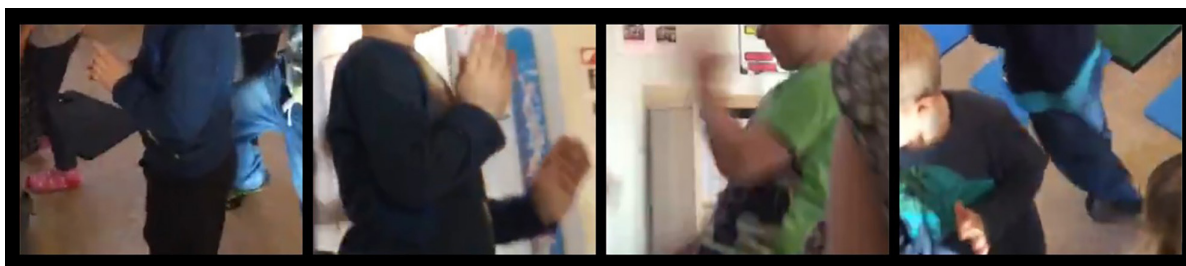
som de satte i verden gennem deres teknologiske forestillingskraft (ideer) og teknologiske mod (teknologipraksis), og om eftermiddagen kunne pædagogerne så gribe fat i og strukturere til mere avancerede eller udfoldede lege med robotterne, hvor flere børn kunne deltage og afprøve deres teknologiske forestillingskraft og mod.

I børnehaven Asgård havde pædagogen stort fokus på at skabe motoriske lege gennem sang og dans. Som afslutning på Familien Robots besøg i børnehaven lavede børnene og pædagogerne derfor en video sammen, hvor de havde lavet en masse robotter af pap, papir og lim og havde fået dem til at se ud, som om de talte gennem anvendelse af app'en *Chatterpix*. Til sidst i videoen danser børnene rundt som små robotter til Kraftwerks sang *We Are the Robots*.

Fælles for de tre børnehaver var, at der i forbindelse med besøget af *Familien Robot* blev forestillet og fremstillet robotter af forskellige materialer og med forskellige eksistenser. Der var et karnevalesk virvar af robotter af pap, papir og lim, robotter der var tegnet og malet på papir, robotterne selv og sågar også »robot-børn« og »robot-pædagoger«. Disse vil blive beskrevet nærmere i næste afsnit.

I de tre børnehaver har pædagogerne intentionelt og reflekteret etableret frirum til, at børnene selv har kunnet initiere, undersøge og eksperimentere med samspillet mellem robotter, leg og dem selv. Børnehaverne har også det til fælles, at de har bygget, tegnet og opfundet verdener, som robotterne skulle interagere i, uanset om det har været i fællesskab med en pædagog gennem fortællingen om *Tryllebogen* eller gennem børnenes eget virke. Ud fra såvel observationer i børnehaverne som gennem interviews med pædagogerne er det gennemgående indtryk, at robotterne er med til at udfordre og »forstyrre« både børn og børnehaver. Gennem deres virke som legevæsen skabte robotterne nye kontekster og karnevaleske udbrud, de overtog børnenes forestillinger og handlinger og skabte nye kreative udtryk og identiteter. Som pædagogen ved Bifrost sagde: »De [børnene] havde lavet de vildeste ting sådan generelt, med baner de selv havde tegnet«.

Når børn bliver til robotter



Fotos: Mads Bønløkke Pedersen

I børnehaverne forestillede børnene sig, hvordan det er at være robot, hvordan man agerer som robot, hvordan det føles at være robot, og de overvejede, hvad robotter kunne eller kunne blive til. Det kom til udtryk i både robot-danse, robot-snakke og robot-tegninger:

Robot-dans (Asgård): Børnene og pædagogerne skabte en video, hvor de robotter, børnene havde lavet, får stemme og taler, og hvor børnene afslutningsvis danser rundt som små robotter til Kraftwerks *We Are the Robots*. I og med pædagogerne havde fokus på denne form for interaktion og leg, hvor sang og musik er et centralt element, skabte det overvejelser over og indsigt i pædagogens autonome virke i det pædagogiske arbejde. Robotterne var således

stadig den overordnede tematik, men deres virke som legevæsner kom til udtryk gennem dans, kropslighed og væren. Her var et performativt fokus.

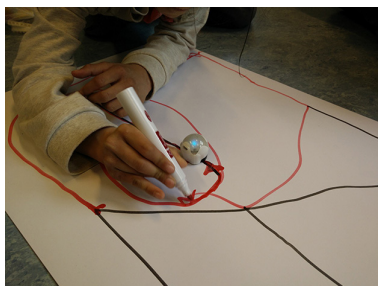
Robot-tegninger (Bifrost): Ved Bifrost forestillede og tegnede børnene nye og alternative former for robotter, som de syntes skulle være en del af *Familien Robot*, næste gang den kom på besøg. Der var robotter, som kunne spille fodbold, robotter, som var onde og gode, og robot-babyer. Robotterne var en gennemgående tematik, men deres virke som legevæsner kom til udtryk gennem forestillinger, tegninger og koncepter. Her var et visuelt fokus.

Robot-børn (Midgård): I denne børnehave blev børnene selv til fysiske robotter. De lagde sig på store stykker papir og fik omridset af deres krop tegnet op. Denne tegning blev derefter farvet, og gjort »robot-agtig« (firkantede arme, antenner osv.). Robotterne blev her tilegnet gennem at lade dem »overtage« børnene som legevæsner og kom til udtryk gennem legemliggørelse, robot-lighed og identitetsleg. Her var et eksistentielt fokus.

Fælles for børnene i de tre børnehaver var en nysgerrighed omkring robotterne som legevæsner – og til tider virkede det svært at skabe en struktur eller et fokus på en enkelt robot, en særlig tematik eller fortælling. Under eventyrfortællingen om *Tryllebogen* med robotterne ved børnehaven Bifrost fik et barn øje på Ozobotten, som ikke blev brugt i forbindelse med den igangværende historie. I løbet af fortællingen vendte pigen flere gange tilbage til Ozobotten, som stod for sig selv i en kasse ovre i hjørnet sammen med andre robotter, der heller ikke blev brugt. Løsningen blev, at robotten kom til at indgå i den større fortælling om *Tryllebogen*, og pigen satte sig med et stykke papir og Ozobotten, så hun kunne tegne baner, som den kunne bevæge sig rundt i i eventyrverdenen. Temaer og idéer til lege med robotterne indgik i en balancegang, hvor eksempelvis en fast rammefortælling kunne være med til at skabe et fokus og mål med robotterne og legen, mens børnenes egne idéer og eksperimenter ikke blev tilsidesat, men derimod indtænkt og understøttet inden for rammen.

Robotter som legevæsner og børns robotleg står i et dialektisk forhold til hinanden, hvor teknologisk legepraksis, legestemning og legekultur fremkommer gennem den »ontologiske indfiltrethed«, der opstår mellem robotter og børn som væsner, der leger med og gennem hinanden. Børnehaven og dens legekulturelle praksisser bliver »forstyrret«, når robotter som legevæsner træder ind og overtager børn, pædagoger og børnehaver idet de skubber til og sætter gang i den teknologiske forestillingskraft og mod. »Overtagelsen« kommer til udtryk som karnevalesk overskud, kreative konstruktioner, nye biologiske og teknologiske personligheder og nye former for mellem menneskelige og mellem maskinelle lege-møder i børnehavens emergerende teknologiske legekultur. Det er dette dialektiske forhold som artiklens Del 2 udfolder nærmere i det følgende afsnit.

Del 2: Robotter som legemedier & børns teknologiske legekultur Teknologisk mod og eksperimenteren



Fotos: Mads Bønløkke Pedersen

I børnehaven Midgård var der to piger, som var enormt interesserede i robotterne. De opstillede baner, undersøgte og eksperimenterede med robotternes muligheder (hvad de kunne, hvor hurtige de var), og de var generelt optaget af dem som legemedie. Ved en af observationerne i børnehaven fortabte disse to piger sig fuldkommen i robotterne. Pigerne byggede forhindringer af madrasser og andre materialer og konstruerede labyrinter og forskellige baner i flere timer. Pædagogen fortalte i interviewet om denne dag:

»Der er simpelthen to piger som der får rigtigt meget ud af det, og de skal bare have ro til det, og så kan de have en rigtig god leg, og kunne lege sådan meget – det der med at prøve at programmere en vej og bygge nogle baner den kunne køre udenom«.

Hun fortsætter sine betragtninger over de to piger og deres legekultur med robotterne som legemedie, idet hun beskriver hvordan:

»[den ene af de to piger] havde svært ved det, men så spurgte hun så, 'kom og hjælp mig' spurgte hun en anden pige, som hun godt vidste havde nemmere ved det, end jeg har. Så det har også, altså hun kendte sådan hendes egne begrænsninger. Og det har jo været ... ok, det havde vi aldrig nogensinde set før, at hun vidste at 'ok, det her er simpelthen for svært for mig så jeg be'r om hjælp'«. (Midgård, L79)

Ud fra observationerne fremstod børnenes leg med robotterne som legemedie autotelisk, og legen udfoldede sig som en balancegang mellem kontrol og kaos. Nedslaget omkring de to piger viser robotternes indpasning som legemedie i forhold til legens rammer og formler. Robotteknologierne, i dette tilfælde BlueBot- og Edison-robotterne, indgår som legemedie i pigernes leg på lige fod med de klodser og madrasser, som de bruger til at bygge forhindringer og baner. Dog afkræver robotterne pigerne en bestemt teknologisk viden, førend de bevæger sig og fungerer i pigernes leg. Pigerne forsøger af og til at omgå denne afkrævede viden gennem at skubbe robotterne (men robotterne kan ikke trille), lige som de kan finde på at give dem et lille puf, hvis en robotterne er ved at køre af banen (men robotter fortsætter i den retning, de nu engang er programmeret til). Pigernes manglende teknologiske viden gør, at de ikke kan forløse deres ideer som teknologisk forestillingskraft. Hvis robotterne kører af banen eller kører ind i ting, de ikke burde, og vælter en pind eller sidder fast i en mur, bliver det mødt af et råb eller et hvin, og robotterne bliver italesat som »dumme« eller »irriterende«. Pigerne

giver dog ikke op, de prøver i stedet forfra og sætter robotterne på banen igen for at aflure eller tillære sig de kompetencer, de har brug for, førend deres ide kan blive forløst som robotlegepraksis.

Robotterne indtager en central rolle som legemedie og bliver omdrejningspunktet i pigernes legepraksis. De eksperimenterer med, hvilken robot der er bedst og hurtigst til at køre op ad en skrå madras, de forsøger at få robotterne til at køre igennem en tunnel, de konstruerer baner af opretstående pinde, som robotterne ikke må vælte. Observationerne af de to pigers leg med robotterne giver indtryk af en mangfoldig og kreativ eksperimenteren og undersøgelse af robotterne som dynamo for pigernes teknologiske forestillingskraft og mod. Madrasserne, pindene og puderne opstilles i forsøg på at afdække og presse grænserne for: *»Hvad kan robotten egentlig?«* frem for et mere vidensorienteret og programmeringsdrevet spørgsmål som: *»Hvordan får jeg robotten til at gøre præcis det, jeg vil have den til?«*. Som en af pædagerne noterer sig i interviewet:

»Hvis formålet med hele konceptet var at lære børn at programmere, altså, det er for højt niveau for vores børn. Men det har været rigtig sjovt at lege med. Og det har jo gjort sådan et skærpet fokus på emnet robotter, det ville vi ikke have haft, hvis ikke I var kommet med det«.

Der er to interessante fund på færde her i forhold til teknologiens rolle i de to pigers legepraksis med robotterne:

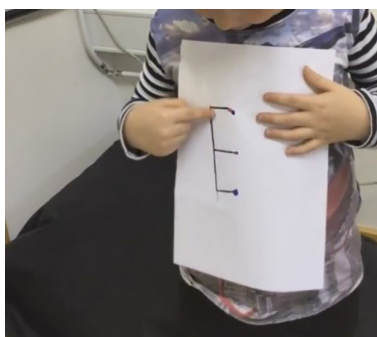
For det første er der, set ud fra et spørgsmål om computational thinking og teknologiforståelse, en basal og nødvendig viden, som pigerne må besidde, førend robotterne overhovedet kan indgå i legen – dvs. viden om, hvordan man starter robotterne og får dem til at bevæge sig. Omend pigerne af og til *»snyder«* (puffer, trækker og skubber robotterne), har de stadig en overordnet forståelse for, hvordan teknologien virker, og hvilke knapper, de skal trykke på for at få robotten til at gøre, som de ønsker. De besidder stort teknologisk mod til at give sig i kast med robotterne som legemedie, hvilket på sin side skaber vilje til at tilegne sig tilstrækkelig teknologisk forestillingskraft til at kunne forløse de legeideer, der dukker op mellem dem.

For det andet betragter pigerne robotterne i deres leg som teknologiske entiteter med egen vilje, der kan gøre ting *»forkert«* i forhold til de mål og intentioner, pigerne har. For en observatør af deres teknologipraksis kan det let opfattes, som om pigerne selv er skyld i, at robotterne kører galt – at de mangler teknologiforståelse og kompetencer inden for computational thinking. Løsningen på problemet med den fejlagtige opfattelse af robotten som identitet og med de forkerte input synes måske umiddelbart at være, at de *lærer*, hvordan teknologien virker og bliver *undervist i*, hvordan de kan programmere robotten korrekt. Men i legen er det ikke pigerne, men robotten, der er galt på den, og dermed bliver pigerne *»modige«*, kreative og karnevaleske i deres teknologipraksis – de leger løs og tilegner sig robotten gennem at overtage den. De kan ikke gøre noget forkert, hvilket åbner op for værdifulde og dybe teknologiske legepraksisser og -stemninger hos pigerne.

Gennem sådanne legekulturelle og pædagogiske tilgange til robotter bliver det muligt for pigerne at etablere nye teknologiske indsigter, handlinger og kulturer; der er tale om en teknologipraksis, som ifølge pædageren aldrig ville have været en mulighed for børnene, hvis tilgangen i stedet havde været fokuseret på STEM, computational thinking

og teknologiforståelse. De to piger deler ubekymret deres ideer om, hvordan robotten mon *egentlig* fungerer, de eksperimenterer løs, spørger hinanden til råds, hvis der er noget, der driller, og bruger robotten som produktivt legemedie i deres konstruktionslege. Observeret over tid bliver pigerne gradvist bedre til at få robotterne til at agere på den ønskede måde, og de kører med sjældnere frekvens forkert og ind i ting. Men hvorvidt pigerne registrerer eller forstår denne fremgang som noget, de selv er skyld i qua deres øgede teknologiforståelse, eller som noget, robotten er blevet »bedre« til at forstå qua dens forbedrede menneskeforståelse, ja det er vanskeligt at afgøre. I et legekulturelt perspektiv er det heller ikke nødvendigvis vigtigt. Det er den gode teknologiske legepraksis og legestemning, der er i fokus og skaber grobund for frugtbar teknologisk legekultur, for teknologisk mod og forestillingskraft.

Superbrugere og deltagende 'robotfælleskab'



Fotos: Mads Bønløkke Pedersen

»Superbrugerne« var et begreb, der blev anvendt af pædagogerne i forbindelse med et besøg i børnehaven, hvor to af børnene havde lært at bruge Edison-robotten. Denne robottype virkede umiddelbart som den mest vanskelige at bruge, idet den kører en programmeret sekvens, der er indlæst på forhånd fra iPad til robot. Under et besøg i børnehaven ville børnene gerne vise, hvad de havde lært, men da de afprøvede robotten, virkede den ikke. I denne situation blev observatørens rolle ændret fra passiv iagttager til aktiv deltager. Der blev oprettet et improviseret »robotværksted« for at undersøge, hvad der kunne være galt. Det viste sig, at børnene i store træk havde forstået, hvordan robot og iPad snakkede sammen, og hvordan den skulle tilgås, men de havde besvær med at forstå det engelske i programmeringen på iPad'en.

Programmeringsdelen til Edison-robotten består af ikoner for forskellige egenskaber (drej, brug motor #1-2, loop osv.), hvorefter variabler og værdier vælges (kør motor, stop motor, 1 sekund, 20 sekunder osv.). Børnene havde på korrekt vis valgt ikonet for »Kør begge motorer«, og de havde fortalt robotten, den skulle gøre dette i 5 sekunder, men de havde valgt »Stop« som variabel i stedet for »Forward« med det resultat, at robotten ikke rykkede sig.



Figur 4: Eksempel på interfacet ved Edison robotten (Billede fra www.meetedison.com)

Da »robotværkstedet« var etableret, var det først efter en række spørgsmål og granskning af observatørens tekniske kunnen, at han fik lov til at hjælpe. Børnene ville være sikre på, at den voksne og udefrakommende overhovedet vidste, hvad han lavede, og hvorvidt han overhovedet havde brugt en iPad før. Det var også børnene, der hele tiden styrede og havde hænderne på robotten og iPad'en, og den voksne var blot en teknisk assistent på sidelinjen, som kunne få lov til at komme med gode råd. Børnene tog ejerskab over teknologien og agerede eksperter eller superbrugere i forhold til netop denne robot. Det var ud fra deres ekspertise og præmisser for observatørens tilstedeværelse i robotværkstedet, robotten blev ordnet. Under reparationsarbejdet var det udelukkende børnene, der interagerede med den og afprøvede forskellige variabler og kombinationer for at få hjulene til at køre. Til sidst løste de problemet, Edison-robotten kørte igen, og de viste stolt de andre børn, hvordan de havde fået den til at virke, og hvilke kombinationer af programmerings-variabler, de havde brugt.

Denne situation illustrerer ikke alene børnenes opøvelse af teknologiforståelse gennem at lege computational thinking ind. Den viser også, at fokus på opøvelse af teknologisk forestillingskraft bliver vigtigt, når teknologien »ikke makker ret«, eller når det er bestemte legepraksisser, som bliver vigtige for børnene at kunne udfolde. Samtidig tydeliggjorde situationen, at selv om Edison-robotten ikke virkede efter børnenes intention, skabte det blot rum for en ny legepraksis – robotværkstedet – hvor legens omdrejningspunkt nu var at reparere robotten gennem at regne ud, hvordan de fik den til at virke efter hensigten. Legemediet var i stykker og skulle fikses gennem afprøvning af forskellige antagelser om teknologien og dens virkemåde. Da dette lykkedes, kunne børnene vende tilbage til den oprindelige legepraksis, hvor robotten indgik som legemedie i deres køre-lege.

Den nye identitet som superbrugere, der interesserer sig for teknologiens funktionalitet og programmering som legepraksis i sig selv, var også tydelig i et andet nedslag fra børnehaven. Da robotterne drog videre fra Asgård og dens superbrugere, fulgte børnene med i robotternes videre rejse til børnehaven Bifrost gennem en fælles Google+ gruppe. I forbindelse med en video, som børnene fra Bifrost lagde op, og som viste, hvordan de havde fået Ozobotterne til at køre en bane igennem, kom der respons fra en af superbrugerne fra Asgård. I denne video-respons tegnede og forklarede superbrugeren fra Asgård til børnene i Bifrost, hvordan de kunne få Ozobotterne til at vende om, når de nåede enden af banen – der skal nemlig en særlig farvekombination til, forklarede han. Han havde identificeret et problem i Bifrost-

børnenes Ozobot-praksis, nemlig at robotterne ikke kom længere, når de nåede enden af banen – og her kunne superbrugeren hjælpe dem med en løsning. På den måde blev der etableret en teknologisk legekultur og teknologipraksis blandt børnene, som endda formåede at gå på tværs af børnehaverne. Emergerende teknologiske legekulturer og fællesskaber kan altså sagtens danne grobund for både teknologiforståelse, computational thinking og *21st Century Learning Skills*, uden at pædagogerne på noget tidspunkt underviser i det, uden at teknologipraksissen har det som formål, og uden at børnene ser det som noget, der har værdi ud over at 'hjælpe til' i legen.

Design Based Research som kulturundersøgende og -skabende:
en særlig måde at være på feltarbejde blandt børn

Artiklens indsigter, fund og resultater er, som tidligere nævnt, baseret på et 4 måneder langt feltarbejde i form af Design Based Research i tre børnehaver:

»Design-based research is a systematic but flexible methodology aimed to improve educational practices through iterative analysis, design, development, and implementation, based on collaboration among researchers and practitioners in real-world settings, and leading to contextually-sensitive design principles and theories«.

(Wang & Hannafin, 2005, p. 6-7)

Inden for denne forskningsmetode (DBR) er der en række varierende tilgange, dog er der enighed om, at den forskningsproducerende designproces er det centrale element (Brown, 1992; Collins, 1992; Hoadley, 2002). I artiklen *»Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments«* opstiller Feng Wang & Michael J. Hannafin 5 grundlæggende karakteristika for DBR, som også kendetegner denne artikels forskningsmetode og feltarbejde (Wang & Hannafin, 2005, p. 7):

1. DBR er pragmatisk: Designprocessen betragtes som et essentielt led i udviklingen af teori til praktiske problemstillinger. Igennem designprocessens skabelse af en intervention til og i konteksten opstår og udvikles teori for praksis (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer, & Schauble, 2003, p. 9; Edelson, 2002, p. 106; Wang & Hannafin, 2005, p. 8)
2. DBR er en dialog mellem teori og praksis: Designprocessen er teoridrevet og teoriproducerende i relation til den kontekst, der undersøges og designes til. Det er en kollaborativ proces, hvor fagfolk fra og deltagere i konteksten gøres til en vigtig del af designprocessen (*The Design-Based Research Collective*, 2003, p. 8; Wang & Hannafin, 2005, p. 8-9)
3. DBR er interaktiv, iterativ og fleksibel: DBR er en interaktiv metode grundet på kollaborationen mellem forsker, fagfolk, deltagere og praksis. Denne kollaboration er vigtig for udviklingen og designet af intervention til konteksten, men samtidigt er den med til at gøre interventionen og dens forskningsindsigter relevante for de fagfolk, der skal bruge den. DBR er iterativ, da ny design og teori opstår, afprøves og vurderes løbende gennem hele processen. Det er denne iterative, reflektive og vurderende tilgang ved designprocessen, der nødvendiggør fleksibilitet i undersøgelsesmetoden og gentagne besøg i praksis, da nye data, teorier eller rammer konstant må tænkes i relation til designet (Cobb m.fl., 2003, p.

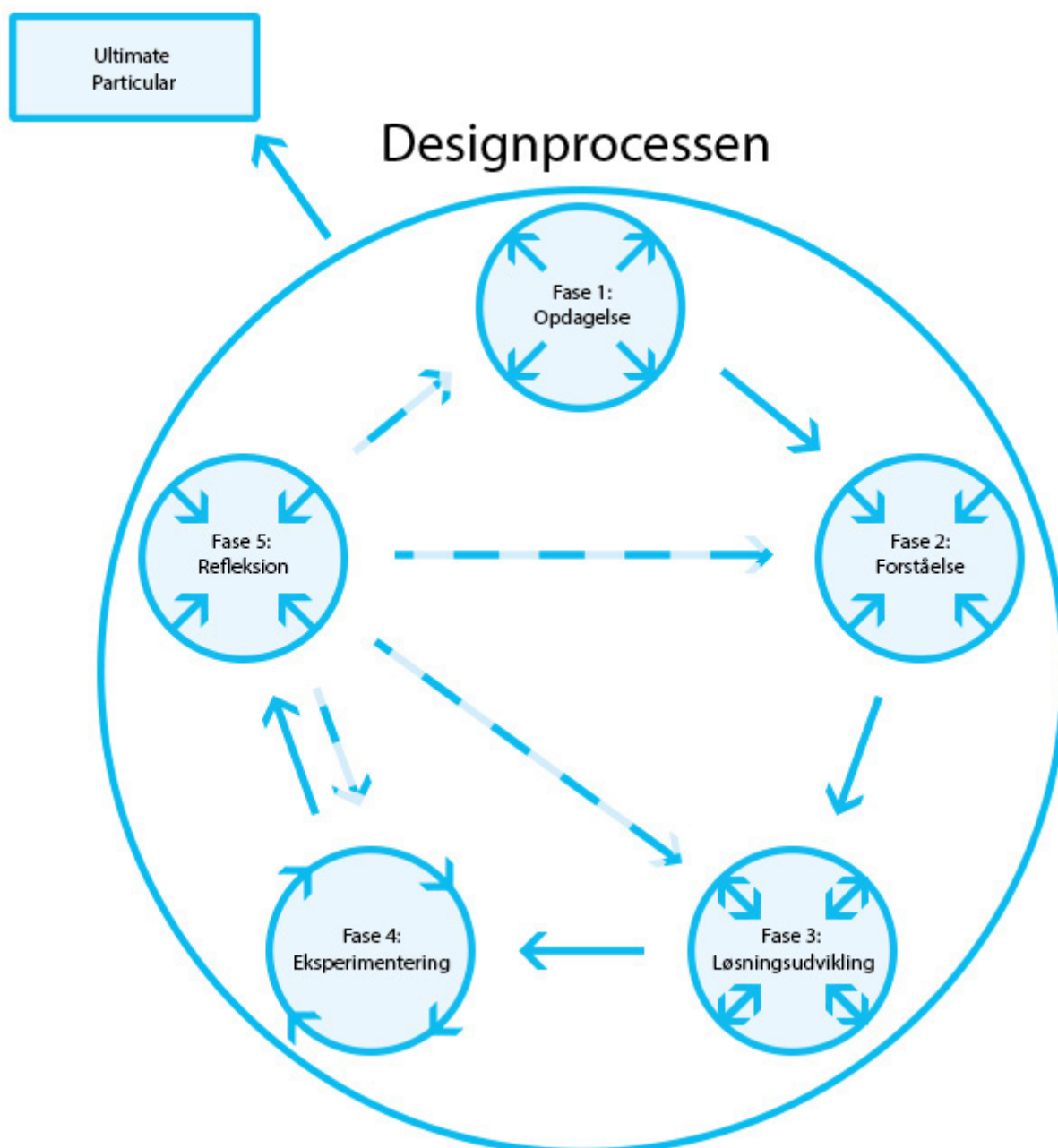
- 10; Edelson, 2002, p. 109-110; *The Design-Based Research Collective*, 2003, p. 7-8; Wang & Hannafin, 2005, p. 9-10)
4. DBR er metode-integrerende: DBR betragtes som værende »integrativ« i den forstand, at der bruges flere forskellige metoder til at undersøge og udfolde design-interventionen i praksis på en sådan måde, at dyb og mangfoldig empirisk indsigt opnås (*The Design-Based Research Collective*, 2003, p. 7; Wang & Hannafin, 2005, p. 10-11). Metoderne for indsamling af empirien til denne artikel var henholdsvis observationer (Blomberg, Giacomi, Mosher, & Swenton-Wall, 1993; Raudaskoski, 2010), ustrukturerede og semi-strukturerede interviews (Blomberg m.fl., 1993; Tanggaard & Brinkmann, 2010) samt cultural probes (Gaver m.fl., 1999; Iversen & Nielsen, 2003; Riekhoff & Markopoulos, 2008; Wyeth & Diercke, 2006)
 5. DBR er kontekstuel: Den viden og teori, der opstår ud af DBR som forskningsproces, betragtes som værende kontekstuel, da den vokser ud af og hænger tæt sammen med designprocessen, -interventionen og -konteksten (Nelson & Stolterman, 2012, p. 27-30; Wang & Hannafin, 2005, p. 11-12)

DBR som design- og forskningsproces er således det centrale element for skabelsen af indsigt og teori omkring den kontekst, der designes til (Cobb m.fl., 2003; Edelson, 2002; *The Design-Based Research Collective*, 2003; Wang & Hannafin, 2005).

Ligeledes betragtes en DBR-proces som bestående af divergerende og konvergerende faser, som gennem deres vekselvirkning genererer, udfolder og syntetiserer indsigt, designhandlinger og ny viden, som igen virker tilbage og øver indflydelse på processen (Amiel & Reeves, 2008, p. 34-35; Löwgren & Stolterman, 2004, p. 21-30). Jonas Löwgren og Erik Stolterman sætter det på spidsen i deres bog *Thoughtful Interaction Design – A Design Perspective on Information Technology*, hvori de beskriver forskellen på en forsker og en designer:

»*Crudely stated, a researcher is interested in reality whereas a designer is interested in what reality could become*«. (Löwgren & Stolterman, 2004, p. 31)

Ved at øve indflydelse på konteksten gennem DBR-processer skabes ny viden, indsigt og herunder også nye parametre og problemer, som processen må forholde sig til. Det er derfor ikke muligt med sikkerhed at sige, hvor en designproces leder hen, før den er afsluttet (Löwgren & Stolterman, 2004, p. 9). En designproces tager udgangspunkt i en unik situation, hvortil der udvikles en unik forståelse og løsning. DBR er således en bevægelse fra det generelle (artiklens teoretiske rammeværk) mod det unikke (artiklens nedslag i feltarbejdet), hvor hver iteration, intervention og refleksion skaber ny indsigt i konteksten og en unik forståelse udvikles. Harold G. Nelson og Erik Stolterman betegner design-artefaktens unikke natur som et såkaldt *ultimate particular* (Nelson & Stolterman, 2012, p. 29-32). Nedenstående model sammenfatter DBR-processen og dens undersøgelser af robotteknologi i børnehaver, sådan som den blev udført over de 4 måneder, feltarbejdet varede:



Figur 5: Designfasen og dbr-forløbet bag artiklen

Bevægelsen gennem DBRs faser bestående af forskningshandling og designhandling for at forstå børns teknologipraksis med robotter i børnehaver resulterede i:

1. en opdagelse af, dels hvordan forskningen på området var indsnævret og fokuseret på en STEM-orienteret teknologipraksis, dels hvordan et stærkere legekulturelt blik kunne udvide denne forståelse
2. en forståelse for, hvad der sker, når robotter kommer på besøg som legemedier og legevæsner i børnehaver og faciliterer teknologisk forestillingskraft, fællesskab og teknologisk mod gennem leg

3. en løsningsudvikling af et andet perspektiv, der fokuserer på børns egen teknologipraksis og robotleg og på, hvordan de sammen med pædagoger etablerer deres egen teknologiske legekultur
4. en refleksion over, hvordan centrale dimensioner i dette perspektiv udvider og bidrager til vores syn på børn og teknologier, samt hvordan det kalder på en tættere sammenkobling af og samarbejde mellem design-, teknologi-, pædagogik- og lege-felterne.

Konklusion: Teknologi i institutioner

Gennem undersøgelsen af et Design Based Research feltarbejde i 3 børnehaver viser artiklen, hvordan et legekulturelt blik på teknologi i institutioner kan bidrage kvalitativt til forskning i og forståelse af børns teknologipraksis. Der sker et skifte i optik fra forståelse af og læring i teknologier over til børns og pædagogers eget blik. Robotter fremstår som katalysatorer for nye teknologiske legemedier, legepraksisser, legestemninger og legekulturer, hvilket skaber et mulighedsrum for opøvelse og udfoldelse af teknologisk forestillingskraft, deltagende fællesskaber og teknologisk mod – også hos børn, der ellers ikke ville være gået med i (robot) legen.

Børn inviteres til at blive robotter, og robotter indtager rollen som legevæsen og legemedie. Dermed »forstyrres« og »overtages« børnehaven som institution, der skabes rum for en emergerende teknologipraksis og robotkultur, som er drevet af forestillingskraft, eksperimenter, leg, undersøgelse, kreativitet og teknologimod også på tværs af børnehaver.

Ved at veksle mellem at tilgå robotter som teknologimedie *for* leg og teknologivæsen i leg sættes fantasien i sving på tværs af materialer som pap, musikvideoer, bøger, farver, lim og robotter i alle afstøbninger. Ved at lege på tværs af materialer, ved at lade robotter være medier og væsner og ved at lade institutionen blive forstyrret og overtaget opstår en kreativ drivkraft, der åbner for nye praksisser i en balancegang mellem destruktion og orden; praksisser som handler om at blive leget med og at lege med som robot, barn, pædagog og institution. Gennem en sådan legekulturel tilgang til teknologipraksis erstatter robotter ikke leg, men udvider legefeltet, lige som legepraksis ikke erstatter teknologilæring men udvider teknologiers muligheder, rammer og roller i institutioner.

Referencer

- Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Educational Technology & Society*, 11(4), 29-40.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bers, M. U., & Horn, M. S. (2010). Tangible Programming in Early Childhood: Revisiting Developmental Assumptions Through New Technologies: Childhood in a Digital World. Information Age Publishing. Hentet fra <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/tangible-programming-in-early-childhood-revisiting-developmental->
- Blomberg, J., Giacomi, J., Mosher, A., & Swenton-Wall, P. (1993). Ethnographic Field Methods and Their Relation to Design. I *Participatory Design: Principles and Practices* (p. 123-155). <http://doi.org/10.1007/BF01305846>

- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178. http://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Burkhardt, G., Monsour, M., Valdez, G., Gunn, C., Dawson, M., Lemke, C., ... Martin, C. (2003). *enGauge – 21st Century Skills: Literacy in the Digital Age*. Hentet fra <http://pict.sdsu.edu/engauge21st.pdf>
- Caprani, O. (2016). Tema 1: Mangfoldige læringsaktiviteter – ét robotbyggesæt. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 8(14).
- Caprani, O., & Thestrup, K. (2010). Det eksperimenterende fællesskab – Børn og voksnes leg med medier og teknologi. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 3(5). <http://doi.org/10.7146/lom.v3i5.3956>
- Cejka, E., Rogers, C., & Portsmore, M. (2006). Kindergarten Robotics: Using Robotics to Motivate Math, Science, and Engineering Literacy in Elementary School. *International Journal of Engineering Education*, (22), 711-722.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9. <http://doi.org/10.3102/0013189X032001009>
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. *New directions in educational technology*, 15-22.
- DevTech Research Group. (2016). Tangible Programming in Early Childhood: Revising Developmental Assumptions through New Technologies. Hentet 4. marts 2016, fra <http://ase.tufts.edu/DevTech/tangible/>
- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121. http://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101_4
- Ejsing-Duun, S., & Misfeldt, M. (2015). Tema 1: Programmering af robotenheder i grundskolen. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 8(14). <http://doi.org/10.7146/lom.v8i14.21615>
- Gaver, B., Dunne, T., & Pacenti, E. (1999). Design: Cultural probes. *Interactions*, 6(1), 21-29. <http://doi.org/10.1145/291224.291235>
- Giannakos, M. N., Divitini, M., & Iversen, O. (2017). Introduction for the Special issue on 'Maker technologies to foster engagement and creativity in learning'. *Entertainment Computing*, 18, 143-144. <http://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.11.001>
- Hansen, J. J. (2016). Tema 1: Robotdidaktik. Læringsrobotter som indhold i undervisningen. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 8(14).
- Hoadley, C. P. (2002). Creating context: Design-based research in creating and understanding CSCL. *Engineering Education*, 453-462.
- Iversen, O. S., & Nielsen, C. (2003). Using digital cultural probes in design with children. *I Interaction Design And Children: Proceeding of the 2003 conference on Interaction design and children* (Bd. 1, p. 154).
- Jan, M., Lin, A., Sazali, N., & Tam, J. (2012, November). Learning in and for the 21st Century. I CJ Koh Professorial Lecture Series No. 4. *Symposium and Public Lecture by Professor John Seely Brown* Hentet fra <http://www.johnseelybrown.com/CJKoh.pdf>
- Jenkins, H. (2009). *Confronting the challenges of participatory culture: media education for the 21st century*. The MIT Press. Hentet fra <https://mitpress.mit.edu/books/confronting-challenges-participatory-culture>

- Jessen, C. (2001). *Børn, leg og computerspil*. Odense: Syddansk Universitetsforlag.
- Jessen, C. (2013). Leg, digitale medier og legekulturens forandring. I J. Z. Eyermann (Red.), *Leg gør os til mennesker – en antologi om legens betydning* (p. 52-62). 55° Nord.
- Jessen, C., Lund, H. H., & Klitbo, T. (2005). Playware – Intelligent Technology for Children's Play. *Technical Report TR-2005-1*.
- Kafai, Y. B., & Resnick, M. (1996). *Constructionism in practice: designing, thinking, and learning in a digital world*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Karoff, H. S. (2013a). *Om leg: Legens medier, praktikker og stemninger*. København: Akademisk Forlag.
- Karoff, H. S. (2013b). Play practices and play moods. *International Journal of Play*, 2(2), 76-86. <http://doi.org/10.1080/21594937.2013.805650>
- Löwgren, J., & Stolterman, E. (2004). *Thoughtful Interaction Design: A Design Perspective on Information Technology*. MIT Press.
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn: making, tinkering, and engineering in the classroom*. Constructing Modern Knowledge Press.
- Mouritsen, F. (1996). *Legekultur: essays om børnekultur, leg og fortælling*. Odense: Odense Universitetsforlag.
- Nelson, H. G., & Stolterman, E. (2012). *The Design Way: Intentional Change in an Unpredictable World* (2nd udg.). Cambridge: MIT Press.
- Nørgaard, R. T., & Paaskesen, R. B. (2016). Open-ended education: How open-endedness might foster and promote technological imagination, enterprising, and participation in education. *Conjunctions. Transdisciplinary Journal of Cultural Participation*, 3 (1), 1. <http://doi.org/10.7146/tjcp.v3i1.23630>
- Norman, D. A. (2002). *The Design of Everyday Things. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing* (Bd. 16). <http://doi.org/10.1002/hfm.20127>
- Paaskesen, R. B., & Nørgård, R. T. (2016). Designtænkning som didaktisk metode: Læringsdesign for teknologisk forestillingskraft og handlekraft. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 9 (16). <http://doi.org/10.7146/lom.v9i16.24201>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Partnership for 21st Century Learning. (2015). P21 Framework Definitions. Hentet 18. juni 2016, fra http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015.pdf
- Pedersen, M. B. *Robotteknologi i børnehaver*. Speciale. Aarhus Universitet: ARTS, Digital Design.
- Peppler, K. A., Halverson, E., & Kafai, Y. B. (2016). *Makeology. Volume 1, Makerspaces as learners environments*. Routledge.
- Raudaskoski, P. (2010). Observationsmetoder (Herunder Videoobservationer). I. S. Brinkmann & L. Tanggaard (Red.), *Kvalitative metoder: En Grundbog* (p. 81-96). København: Hans Reitzels Forlag.
- Resnick, M., & Robinson, K. (2017). *Lifelong kindergarten: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. The MIT Press.
- Riekhoff, J., & Markopoulos, P. (2008). Sampling young children's experiences with cultural probes. *Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children – IDC '08*, 145. <http://doi.org/10.1145/1463689.1463742>

- Sicart, M. (2014). *Play matters*. MIT Press.
- Smith, R. C., Iversen, O. S., & Hjorth, M. (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5(C), 20-28. <http://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.10.002>
- 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. <http://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Tanggaard, L., & Brinkmann, S. (2010). Interviewet: Samtalen som Forskningsmetode. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (Red.), *Kvalitative metoder: En Grundbog* (p. 29-55). København: Hans Reitzels Forlag.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Research*, 32(1), 5-8. <http://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Thomas, D., & Brown, J. S. (2011). *A new culture of learning : cultivating the imagination for a world of constant change*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Toft, H., & Nørgaard, R. T. (2015). Tema 1: Pla(y)ceskabelse: når børn og robotteknologi mødes. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 8 (14). <http://doi.org/10.7146/lom.v8i14.22069>
- Vejle Kommune. (2015). Digitalt – det er for børn: IT-strategi på dagtilbudsområdet i Vejle Kommune. Hentet fra <https://digitale-born.vejle.dk/media/4789/it-strategi-2015.pdf>
- Walter-Herrmann, J., & Büching, C. (2013). *FabLab: of machines, makers and inventors*. Transcript.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *Educational Technology, Research and Development*, 53(5).
- Wenger, E. (2010). *Praksisfællesskaber: læring, mening og identitet*. København: Hans Reitzel.
- Wyeth, P. (2008). How young children learn to program with sensor, action, and logic blocks. *Journal of the Learning Sciences*, 17, 517-550.
- Wyeth, P., & Diercke, C. (2006). Designing Cultural Probes for Children. *Proceedings of the 18th Australia Conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, artefacts and Environments*, 385-388.

Mads Bønløkke Pedersen, *Play Designer ved Funday Factory*. MSc i Digital Design. Bestyrelsesmedlem ved Coding Pirates Aarhus. mads@fundayfactory.com

Rikke Toft Nørgård, *lektor, Center for Undervisningsudvikling og Digitale Medier, Aarhus Universitet*. Fagkoordinator for IT-Didaktisk Design. Leder af Forskningsenheden for Educational Design: Thinking & Practice. Formand for Coding Pirates Aarhus. Leder af House of Game//Play. rtoft@tdm.au.dk