

**Nye teknologier
– nye potentialer.
Nye udfordringer
– nye didaktiske
designs**

11 **Learning Tech**

Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi

**Nye teknologier
– nye potentialer.
Nye udfordringer
– nye didaktiske
designs**

11 Learning Tech

Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi

Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi

Udgives af Læremiddel.dk

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

Redaktion

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

Bettina Buch, Professionshøjskolen Absalon

Hildegunn Juulsgaard Johannesen, UC Syd

Marianne Georgsen, Professionshøjskolen UCN

Ove Christensen, Professionshøjskolen Absalon

Rasmus Leth Vergmann Jørnø, Professionshøjskolen Absalon

René Boyer Christiansen, Professionshøjskolen Absalon

Thomas R.S. Albrechtsen, UC Syd

Redaktionssekretær

Trine Ellegaard, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Temareaktion

Anne-Mette Nortvig, Professionshøjskolen Absalon

Rasmus Leth Vergmann Jørnø, Professionshøjskolen Absalon

Stefan Ting Graf, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Thomas Illum Hansen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Design

Trefold

Grafisk tilrettelæggelse

Kamilla Bjørnskov Madsen

ISSN 2445-6810 (ONLINE)

Rettigheder

© 2022 Læremiddel.dk og forfatterne

Kontakt

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

www.laeremiddel.dk

LÆRE
MIDDEL
ODK

10 **Forord**

15 **Teknologi- forståelser i profes- sionerne**

Af Anna Marie Lassen & Thomas Kjærgaard

44 **Mellem design, didaktik og diskurs**

En analyse af det adaptive læremiddel
Rhapsode til matematikundervisning i
folkeskolen

Af Thomas Illum Hansen & Stig Toke Gissel

73 **Digitale artefakter i matematikunder- visningen**

Understøttelse af elevernes computationelle og
matematiske forståelse

Af Camilla Finsterbach Kaup & Susanne Dau

107 **Adoption of an Adaptive Learning Technology in Nurse Education**

Students' Expectations and Experiences

By Anne-Mette Nortvig, Rasmus Jørnø & Bjarke Lindsø Andersen

125 **Intra-aktiv fagdidaktik**

Teori-praksis i arbejdet med video i læreruddannelsens danskfag

Af Michael Peter Jensen & Thomas Roed Heiden

145 **Virtuelle laboratorier – redskaber at tænke med**

Af Sanne Lisborg

172 **Åbn** **undervisningens** **'black boxes'**

Fælles undersøgelses- og designprocesser af teknologibrug i omstillingen til online undervisning

Af Stine Ejsing-Duun, Laura Bøgelund Gravesen, Andreas Harboe Salskov Ager & Lone Dirckinck-Holmfeld

LÆRE
MIDDEL
ODK

Forord

I dette nummer af Learning Tech omhandler artiklerne både, hvilke spørgsmål nye teknologier kan rejse i uddannelsesmæssige kontekster, og hvilke svar de kan bidrage med. Mulighederne for at inddrage nye teknologier i uddannelse og undervisning kan give anledning til udvikling af nye didaktiske designs med konsekvenser, fordele og ulemper for både undervisere og lærende. Nogle af disse belyses i dette nummer af Learning Tech. Nummeret undersøger imidlertid ikke alene, hvilke potentialer nye teknologier kan udfolde; det undersøger også, hvordan kontekstuelle udfordringer og ændringer stiller krav tilbage mod teknologien – med nye spørgsmål til følge.

I nummerets første artikel, *Teknologiforståelser i professionerne*, undersøger Thomas Kjærgaard og Anna Marie Lassen med afsæt i kvalitativ empiri, hvorledes studerende i sundhedsuddannelserne er mere bevidste om teknologiernes rolle i deres professioner og opfatter dem som mulighedsskabende med betydning for deres professionsforståelse, mens lærer- og pædagogstuderendes til forskel herfra i højere grad opfatter teknologierne som dokumentationsredskaber og mulige faglige værktøjer, der ikke har direkte betydning for deres professionsforståelse. På denne måde bidrager undersøgelsen til et opdateret og forskningsbaseret syn på diversiteten i teknologiforståelsers betydning for professionsuddannelser.

Artiklen *Mellem design, didaktik og diskurs* af Thomas Illum Hansen og Stig Toke Gissel analyserer et såkaldt adaptivt læremiddel taget i anvendelse i grundskolen i faget matematik. Forfatterne går til analysen diskursivt og peger på diskursive kampe, dilemmaer og behovet for kritiske vurderinger i takt med, at disse læremidler tages i brug. Både helt konkret i forhold til design og brug af læremidlet, behovet for redidaktisering i praksis og ikke mindst i en overordnet samfundsbetragtning.

Camilla Finsterbach Kaup og Susanne Dau undersøger i artiklen *Digitale artefakter i matematikundervisningen*, hvordan digitale artefakter kan være med til at understøtte elevers computationelle og matematiske forståelse. Grundlaget er en case med 3 klasser på en skole, hvor Kaup undersøger brug af digitale artefakter i didaktiske iterative cyklusser med fokus på semiotisk mediering og brug af micro:bits som digitalt artefakt i den ene klasse.

I artiklen *Adoption of an Adaptive Learning Technology in Nurse Education* undersøger Anne-Mette Nortvig, Rasmus Jørnø og Bjarke Lindsø Andersen, hvordan sygeplejestuderende oplever og forholder sig til denne nye form for læremidler. Deres kvalitative pilotstudie viser, at de studerende reagerer meget forskelligt på et læremiddel, som de ikke er vant til. På denne måde kan man sige, at det adaptive læremiddel ikke kun skal tilpasse sig til den studerende, men at den studerende også skal tilpasse sig det nye læremiddels indbyggede logikker.

Intraaktiv fagdidaktik er skrevet af to ph.d.-studerende fra UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, Michael Peter Jensen og Thomas Roed Heiden. Artiklen arbejder med spørgsmålet om, hvordan lærerstuderende i deres diskussioner af videoer fra grundskolens danskundervisning kan overskride binariteten mellem teori og praksis. Hensigten i artiklen er at undersøge det fagdidaktiske rums tilblivelse gennem brug af begrebet intra-aktion.

Sanne Lisborg behandler i artiklen *Virtuelle laboratorier – redskaber at tænke med* potentialer og udfordringer ved at anvende virtuelle laboratorier i naturfagsundervisningen. I artiklen ses på de læringspraksisser, der opstår ved brug af henholdsvis PhET Interactive Simulations og Labster, to forskellige virtuelle laboratorier der henholdsvis lader brugeren simulere isolerede naturvidenskabelige fænomener og iscenesætter eksperimentelt arbejde i en laboratoriekontekst.

Nummerets sidste artikel *Åbn undervisningens 'black boxes'* af Stine Ejsing-Duun, Laura Bøgelund Gravesen, Andreas Harboe Salskov Ager og Lone Dirckinck-Holmfeld plæderer for en gentænkning af undervisningen ud fra erfaringerne med teknologi i forbindelse med et online kursus under den anden bølge af Covid-19. De studerende på kurset "IKT, interaktion og organisation" fik til opgave at undersøge og videreudvikle læringsplatformen Moodle som et fælles grænseobjekt i kontekst af problembaseret læring. Forfatterernes analyse af tre design-cases identificerer gensidigt usynlige processer, såkaldte 'black boxes'

i relation til undervisernes tilrettelæggelse af og de studerendes forberedelse til undervisningen. Undersøgelsen bidrager til et sprog for at åbne og eksplicitere de usynlige processer gennem en model med fire orienteringer for læringsplatformationer.

God læselyst!

Temareaktionen

Rasmus Leth Jørnø, Stig Toke Gissel, Thomas Illum Hansen,
Stefan Ting Graf og Anne-Mette Nortvig

LÆRE
MIDDEL
ODK

LÆRE
MIDDEL
ODK

Abstract

Denne undersøgelses formål er at belyse de studerendes forskellige forståelser af, hvad teknologi er, samt at belyse forbindelsen mellem profession/erhverv, professionsidentitet og teknologiforståelse i forskellige bacheloruddannelser på Professionshøjskolen UCN. Derudover undersøges, hvorledes de studerende vurderer teknologi i relation til deres egen professionsudvikling. Det undersøges, hvilke forskellige teknologier de studerende anvender under uddannelsesforløbet, og hvilken betydning teknologi har for de studerendes professionsudvikling. De forskellige professionsstudieordninger og semesterbeskrivelser beskriver sparsomt, hvilke kompetencer de studerende skal have i relation til teknologi, ligesom der er meget forskelligrettede perspektiver på praksis og forståelser af teknologi. Formålet er således at få en større viden om, og indsigt i, hvilken betydning teknologi har for de studerendes forståelse af professionernes udvikling. Undersøgelsen peger i retningen af, at teknologiforståelsen i en specifik praksis har betydning for teknologiers betingelsesskabende muligheder for de studerendes refleksion i, over og med praksis. Ligesom den kontekstafhængige teknologiforståelse kan være med til at forme professionsidentitet.

This article presents a qualitative investigation of University College students' understanding of technology in relation to their profession. It is the aim of the investigation to shed light on the context-dependency of technology and practice and its significance in various bachelor programmes at University College North (DK). Furthermore, we investigate how students evaluate technology concerning their professional identity development. The study investigates the different technologies that the students use during their studies at University College and in internships/placements, and what significance technology may have for the student's professional identity development. The purpose of this investigation is, thus, to gain greater knowledge of the significance of technology for the student's professional development and professional identity formation in professional education programmes. The study suggests that the students' understanding of technology in a specific practice is important for creating good conditions for the students' reflection in, above, and with technology in practice.

Teknologiforståelser i professionerne

Af Anna Marie Lassen, Professionshøjskolen UCN,
& Thomas Kjærgaard, Professionshøjskolen UCN

Introduktion

Når vi bruger ordet 'teknologi' i dagligdagstale, tænker vi måske ikke så meget over, hvad 'teknologi' er, og hvordan det kan defineres. Det har afstedkommet misforståelser i mange samtaler på tværs af uddannelserne på UCN og på tværs af fagene i Undervisningsministeriets forsøg med Teknologiforståelse i skoler og på læreruddannelsen. Disse misforståelser bunder i, at professionerne og skolefagene bygger på forskellige forståelser af, hvad teknologi er. Derfor kigger vi nærmere på professionernes teknologiforståelser i denne artikel.

Vi bruger begrebet teknologiforståelse til at beskrive den enkelte professions anvendelse af teknologier i forhold til professionens historie og udvikling. Vi ser det som en både analytisk og handlende kompetence og dermed ikke kun som en passiv analyse af teknologi (Møller, Schrøder & Rehder, 2019, s. 129). Netop handleperspektivet er med til at adskille professionerne, som de følgende analyser vil vise. Vi ser teknologiforståelse som evnen til at forstå, analysere og til at anvende teknologi i professionens praksis og ligger dermed tæt på definitionen af 'technological literacy' (Wallace, 2011). Vi kigger også på den analytiske forståelse af begrebet teknologi, men så benævner vi det 'forståelse af teknologi'.

Vi lægger os dermed op ad den definition Cathrine Hasse og Jamie Wallace udviklede i 2012 i Technucationprojektet (Søndergaard & Hasse, 2012):

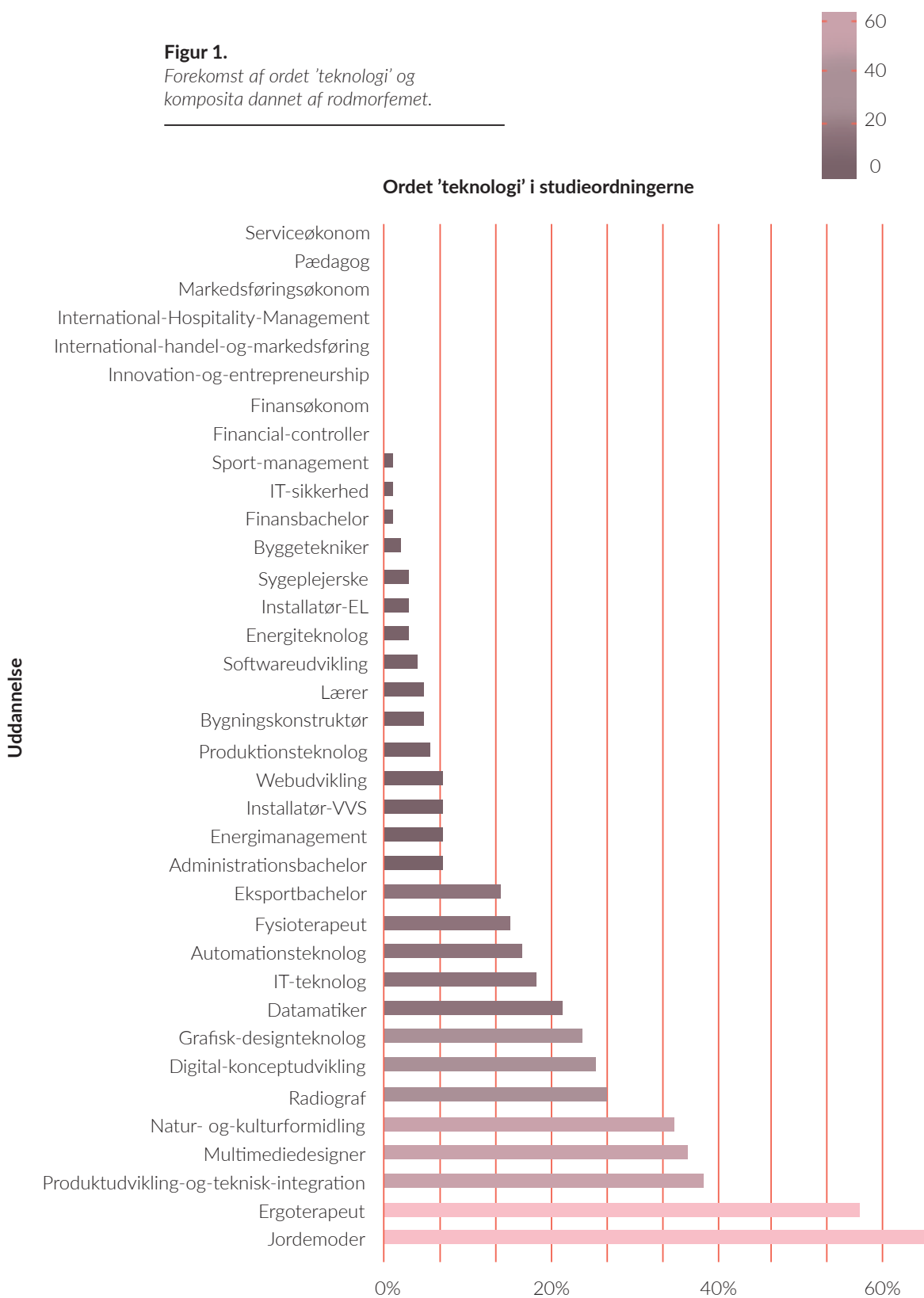
- ” Den tillærte evne til at tilegne sig og kombinere teknisk handleviden med andre former for social og kulturel forståelse, som gør professionsuddannede i stand til at hjælpe hinanden med at identificere og kvalificere muligheder for brug, anvendelse og innovation af og alternativer til teknologiske løsninger, der forandrer praksis i en professionskontekst. (Søndergaard & Hasse, 2012, s. 23)

Foranalysen og dokumentstudier

Inden den egentlige dataproduktion til dette studie påbegyndtes, er der foretaget et dokumentstudie af relevante styringsdokumenter for uddannelserne. Dokumentstudierne er udført på baggrund af forekomstanalyser af forskellige morfemer og sammensætninger. Dokumentstudiet er lavet ved at en automatiseret søgning på tværs af alle dokumenter i dokumentkorpus. Algoritmen for forekomstanalysen er udarbejdet af Christian Wahl, adjunkt på UCN, som et led i forstudiet til UCNs arbejde med Refleksiv Praksislæring og teknologiforståelse (Horn et al., 2020).

I foranalysen til dette studie, undersøgte studieordninger fra alle UCNs udbudsområder (Sundhed, Pædagogik, Teknologi og Business). I gennemgangen af disse dokumenter er det tydeligt, at hvis ordet 'teknologi' (og komposita af rod morfemet) optræder mange gange, er det oftest, fordi den pågældende uddannelse ikke er drevet af specifikke teknologier og at brugen af teknologi er en sekundær og paralleludviklet praksis. Analysen viser, at det gælder for lærer-, pædagog- og administrationsbacheloruddannelserne. Altså noget man kobler på en eksisterende praksis, der har en lang historisk kultur.

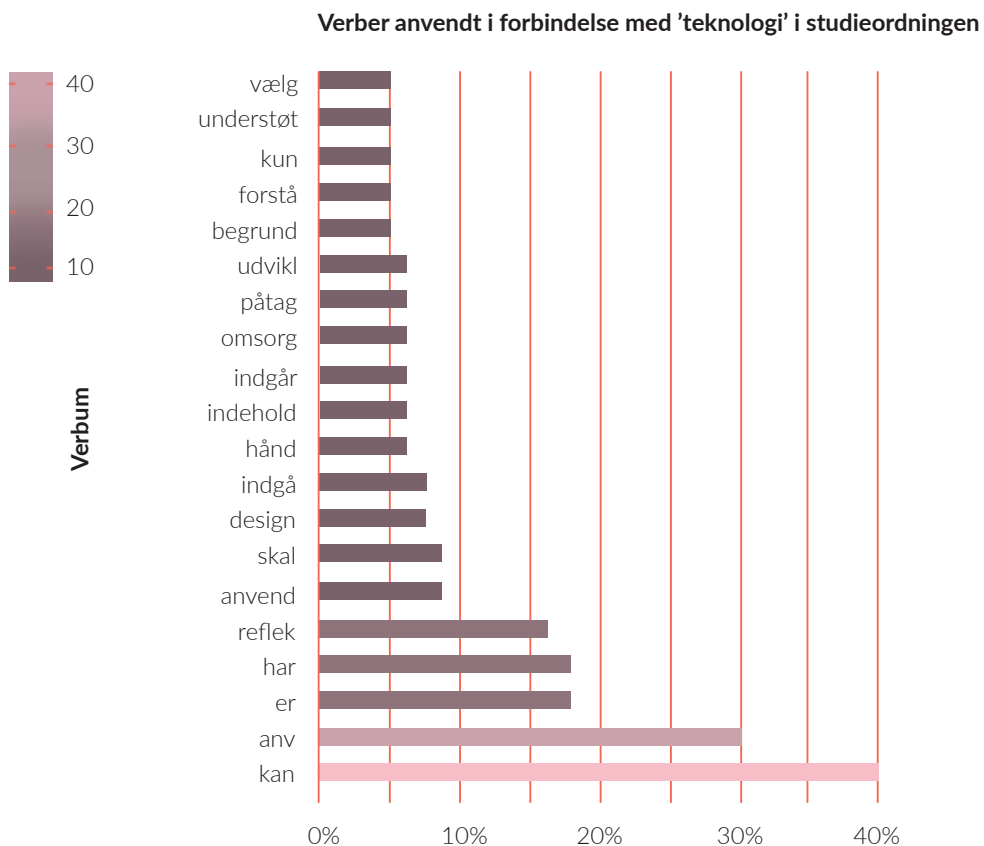
Figur 1.
Forekomst af ordet 'teknologi' og
komposita dannet af rod morfemet.



Det bemærkelsesværdige er, at jordemoder- og ergoterapeutuddannelserne topper listen, og at pædagoguddannelsen er i bunden af listen over forekomst af ordet 'teknologi' i studieordningerne. Alle tre uddannelser uddanner til professioner, der fokuserer på en fronetisk, etisk og værdibaseret praksis, hvor et barn, en borger med funktionsnedsættelse eller en fødende kvinde har brug for hjælp, vejledning og støtte. Det er måske et udtryk for, at pædagogens praksis primært er et fysisk møde mellem barn/borger og pædagog, og at teknologier ikke ses om et specifikt kompetenceområde for en pædagog. I modsætning hertil har jordemoderens og ergoterapeutens praksis i stigende grad indlemmet teknologier i professionernes praksis over en længere periode. Som vi senere vil præsentere i analysen af den empiriske data, så vælger ergoterapeutstuderende ofte ordet 'hjælpemiddel' som synonym for 'teknologi'. De udtrykker også, at de ser teknologi som noget, der understøtter og giver muligheder. Når ordet 'teknologi' kobles med det handlende verbum i sætningen fremkommer følgende forekomster:

Figur 2.

Verber i kollokation til ordet 'teknologi' i studieordninger.



Den højeste forekomst af rodformer [kan] at kunne og at [anv/ anvend] anvende indikerer, at studieordningerne har et pragmatisk og utilitaristisk syn på relationen mellem teknologier og den pågældende profession. Verberne at designe og at udvikle er også højt repræsenterede, hvilket vi tolker som sammenhørende med det innovationsfokuserede teknologibegreb, som datamaterialet peger på. Det bliver dermed relevant at kode de empiriske data for forskellige teknologiforståelser.

Det leder os til følgende forskningsspørgsmål:

Hvilke teknologiforståelser fremkommer i interviews med studerende fra UCNs områder: Teknologi, Business, Pædagogik og Sundhed?

Hvorledes indvirker teknologi på de studerendes udvikling af professionsforståelse og -identitet?



De to forskningsspørgsmål udfoldes og analyseres i artiklens to analytiske afsnit.

Metodologi

Vores tilgang til produktion af ny viden bygger på antagelsen, at vi dybest set ikke kan se, hvordan de studerende forstår teknologi i forhold til deres professionsidentitet. Vi kan derfor kun få adgang til de studerendes oplevelse og beretning om deres forståelse af teknologi og professionsidentitet gennem sproglige udsagn. Disse udsagn er individuelle og kvalitative og derfor ikke generaliserbare, men hvis vi kan etablere en situation, hvor et massivt datamateriale kan kodes, så det peger i fælles retninger, så kan vi måske se nogle fællestræk. Altså at man ikke kun kan iagttage på et epistemologisk plan, men at man potentielt set får en ontologisk indsigt. Derfor er det bagvedliggende videnskabsteoretiske afsæt funderet i 'kritisk realisme' (KR) (Bhaskar, 1979; Bhaskar, 2008, s. 56). Det var hensigten med KR allerede fra de første formuleringer (1975-1979) fra den britiske filosof Roy Bhaskar at anerkende undersøgelser af sociale systemer og social interaktion som noget særligt, der både er en sproglig, social konstruktion og en dybere, ontologisk struktur (Bhaskar, 1979; Bhaskar, 2008).

Dermed lægges op til brug af metoder, der kan kvantificere kvalitative data eller omvendt (Scott, 2005, s. 634). I denne undersøgelse har metodevalget visse sammenligningspunkter med 'Grounded Theory' (GT) (Glaser & Strauss, 1967; Lee, 2012) og koblingen mellem KR og GT er også udbredt, men i dette tilfælde er den forudgående proces og designet af dataproduktionen ikke så åben, at det kan kaldes GT. Det er dog med afsæt i principperne bag GT, at vi finder begrundelsen for, at vi har anvendt samme interviewguide til alle interview i denne undersøgelse, selvom respondenterne kommer fra forskellige uddannelser, og selvom de potentielt set kunne have

bidraget med mere specialiserede indsigter i professions-specifikke teknologier. Vi vurderede, at i dette tilfælde var det analysen på tværs af professioner, der var vigtigst, "Critical realists make the assumption that an ontological theory presupposes an epistemological theory; and further to this, that this meta-theory influences the way data are collected and analysed about the social world" (Scott, 2005, s. 634).

Vi vil altså forsøge at få et indblik i de underliggende strukturer og mekanismer, der afstedkommer professionernes teknologiforståelser.

Metode

Feltet undersøges ved at interviewe studerende fra alle uddannelsesområder på UCN. Interviewguiden designes ud fra rammerne for det semi-strukturerede livsverdensinterview (Kvale & Brinkmann, 2009, s. 22-45). Vi vælger denne tilgang til design af interviewguide, da vi er interesserede i at få de studerendes eget narrativ om teknologiforståelse i lyset af professionel identitetsopbygning. Kvale fremhæver: "Et semistruktureret livsverdensinterview forsøger at forstå temaer fra den daglige livsverden ud fra interviewpersonens egne perspektiver" (Kvale, 2009, s. 45).

Det vil sige at hvert interview i princippet repræsenterer en individuel case, som, når den kodes for fremtræden og udvalgte temaer, bliver kvantificerbar. Derved bliver sammenlignelige udtryk fra forskellige individuelle cases samlet til få teoretiske udsagn om teknologiforståelser i professionsuddannelserne.

Kvale og Brinkmann (2009) præsenterer 7 generiske trin fra tematisering af interview til rapportering af resultater. Interviewguiden er designet ud fra disse trin og det empiriske materiale bag denne artikel er analyseret ud fra samme model.

1. Tematisering

- 1.1. Tese: de forskellige professionsuddannelser forstår ikke det samme ved lægmandsbegrebet 'teknologi'. Det afstedkommer misforståelser, når vi har dialoger på tværs af uddannelser.

2. Design

- 2.1. Interviewene er designede ud fra en spørgeguide, der lægger op til at forfølge spørgsmål i den retning, der giver relevante svar dybde (probing).
- 2.2. Interviewene er rammesat til 55 minutter.

3. Interview

3.1. Interviewene er fortaget over videokonference.

4. Transskription

4.1. Interviewene er optagede og transskriberede.

5. Analyse

5.1. Transskriptionerne er analyserede med fokus på udtryk for professionens teknologiforståelse.

6. Verifikation

6.1. Fortolkningen af interviewene kunne være blevet verificerede ved at lade interviewpersonerne genlæse analyserne. Det har vi ikke gjort endnu.

7. Rapportering

Interviewundersøgelsen har genereret ca. 1800 siders transskriptioner og 30 timers optagelser. Den store datamængde er behandlet ved hjælp af strategiske søgninger i det samlede transskriptionskorpus og ved søgning i de enkelte interviews.

Teknologi i professionsuddannelserne

Empirien belyser, hvorledes studerende på UCNs fire uddannelsesområder; Sundhed, Pædagogik, Teknologi og Business oplever og erfarer teknologi i de teoretiske og de praktiske dele af uddannelsen. I forbindelse med vores indledende review har vi søgt efter undersøgelser, strategier og evalueringer, der beretter om teknologianvendelse i professionerne. Reviewarbejdet viste, at der findes en del undersøgelser, strategier og evalueringer af teknologianvendelse i sundhedsuddannelserne og i de pædagogiske uddannelser, men det er ikke lykkedes os at finde generelle undersøgelser for teknologianvendelse i webdesigner, bygningskonstruktør og administrationsbacheloruddannelserne. Derfor tager denne gennemgang afsæt i sundhedsuddannelserne og de pædagogiske uddannelser. Teknologianvendelse og undervisning i, med og om teknologi er ligeledes en politisk dagsorden inden for uddannelsesområdet. Allerede i 2011 skrives om, særligt, digitale teknologier i uddannelses- og sundhedssektoren i den Offentlige Digitaliseringsstrategi 2011-2015 (Digitaliseringsstyrelsen, 2011, s. 22). I denne strategi forlyder det, at arbejdet med digitale teknologier

skolen har til formål: ”ruste dem [eleverne] bedre til fremtiden” og at ”digitale læremidler således vil kunne højne kvaliteten af undervisningen” (Digitaliseringsstyrelsen, 2011, s. 22). Strategien (2011-2015) beretter også om et ønske, om øget individualisering af læreprocesserne gennem større udnyttelse af digitale teknologier,

” It har et stort potentiale til at frigøre ressourcer til mere og bedre undervisning samt til at give læreren mere tid til de enkelte elever (...) [og de [digitale læremidler] gør det muligt at lære på den måde, i det tempo og på det niveau, der passer bedst til den enkelte elev.
(Digitaliseringsstyrelsen, 2011, s. 22)

Denne hensigt efterfølges også i den efterfølgende strategi, Den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi 2016-2020. Her er individualiseringen rettet mod både sundhedsområdet og uddannelsesområdet: ”Læreren kan med de digitale læremidler gøre undervisningen i folkeskolen mere målrettet den enkelte elev. Og sundhedsteknologi giver borgerne mulighed for selv at monitorere deres sygdom i hjemmets trygge rammer” (Digitaliseringsstyrelsen, 2016, s. 6). Og i samme strategi udtrykkes følgende: ”Offentligt ansatte skal være rustet til fremtidens digitale krav. Derfor følges der op på Professionshøjskolernes mål for digitalisering” (Digitaliseringsstyrelsen, 2016, s. 31). Disse strateginedslag peger ind i Danske Professionshøjskolels handleplan: ”10 ambitioner for en bedre læreruddannelse” fra 2018. Særligt ambition 7 peger i retning af et øget politisk ønske om at fokusere mere på digitale teknologier: ”Læreruddannelsen skal være på forkant med teknologi i folkeskolen” (Digitaliseringsstyrelsen, 2011, s. 6).

For sundhedsuddannelserne gælder ligeledes, at man har et øget fokus på teknologi herunder digitale teknologier i sundhedssektoren. I 2018 publicerede Danmarks evalueringsinstitut (Danmarks Evalueringsinstitut, 2018) en rapport som afdækkede sundhedsuddannelsers teknologifokus (Danmarks Evalueringsinstitut, 2018, s. 5). Rapporten havde til formål at afdække sundhedsuddannelsernes teknologifokus for at igangsætte en udvikling af sundhedsuddannelsernes fokus og undervisning i, om og med teknologi, da aftagerne herunder Kommunernes Landsforening og Regionerne påpeger et voksende behov for viden og kompetencer i forbindelse med håndtering af fremtidige arbejdsopgaver, hvor teknologi bliver en langt større del af fremtidssceneriet for sundhedsvæsenet. Der forventes blandt andet en fremtid, med flere og mere avancerede teknologier i praksis herunder nye sundheds- og velfærdsteknologier som skal anvendes af forskellige faggrupper. Rapporten fremhæver blandt andet, at sundhedsuddannelserne har forskellige teknologifokus. Disse forskellige måder

at have fokus på teknologi, hænger sammen med de enkelte professionsuddannelsers kerne- og arbejdsområder. For eksempel har radiografuddannelsen det som benævnes som et primært anvendelsesorienteret teknologifokus, hvor teknologi betragtes som et helt centralt element i professionsudøvelsen. Her er forskellige typer teknologi for eksempel røntgen- og scanningsteknologi det, som er udgangspunktet for radiografen i praksis. Og ergoterapeut-, fysioterapeut-, sygeplejerske-, og jordemoderuddannelsen har det som benævnes som et kritisk anvendelsesorienteret teknologifokus (Danmarks Evalueringsinstitut, 2018, s. 6). Disse uddannelser erfarer teknologi som et understøttende element for professionsudøvelsen. Her inddrages og anvendes teknologi oftest med udgangspunkt i en vurdering af de konkrete kontekster herunder den konkrete borger eller patients almentilstand. For eksempel anvender en sygeplejerske et blodtryksmåleapparat for at få viden om patientens blodtryk og puls. Viden fra blodtryksmåleteknologien vurderes og anvendes sammen med den viden, som sygeplejersken ellers har om patienten. Er det en ung eller ældre patient, har patienten i forvejen dårligt hjerte, eller har patienten lige udført fysisk aktivitet, og får patienten medicin for andre lidelser. Her vurderes teknologien og den viden som teknologien leverer kritisk i forhold til helhedsbilledet af patienten. Det er her centralt i professionsarbejdet at foretage kritiske vurderinger i forhold til den viden og de informationer, professionsudøveren har til rådighed med og uden teknologi. Et andet eksempel kunne være online kommunikation mellem ergoterapeut og borger i socialpsykiatrien, hvor pc-skærmen (online hjemmebesøg) kun giver en afgrænset mulighed for at observere borgerens tilstand og omgivelser, her vil ergoterapeuten kontinuerligt vurdere om teknologien er med til at give den nødvendige viden om borgeren, eller om et hjemmebesøg er påkrævet. Danmarks Evalueringsinstitut (2018) påpeger også, at sundhedsuddannelserne generelt har mange erfaringer med teknologi, da teknologi er påkrævet både som dokumentations- og undersøgelsesredskaber inden for sundheds- og handicapområdet generelt (Danmarks Evalueringsinstitut, 2018, s. 6-7). Rapporten viser overordnet set, at fortolkningen af et relevant teknologifokus er overladt til den enkelte uddannelse på det enkelte uddannelsesudbudssted, herunder hvilken måden teknologi bliver en del af undervisningen, og hvorledes teknologi integreres i eksisterende undervisning. Rapporten fremhæver ligeledes forskellige mulige udviklingsretninger i forbindelse med inddragelse af teknologi og teknologiforståelse i uddannelsen. På baggrund af rapportens pointer igangsatte sundhedsuddannelsernes nationale følgegruppe i 2018 projektet: Teknologi i sundhedsprofessioner og sundhedspraksis, støttet af Styrelsen for Forskning og Uddannelse. Dette projekt havde til formål at accelerere

implementeringen af professionsrelevant teknologi i sundhedsuddannelserne for at øge relevante teknologikompetencer. Projektet startede således i 2018 og forløb frem til 2020. De seks professionshøjskoler, UCN Professionshøjskolen, Københavns Professionshøjskole, VIA University College, Professionshøjskolen Absalon, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole og UC Syd har igangsat lokale udviklings- og forskningsprojekter, som har til formål at generere viden om implementering af ny teknologi og pege på teknologididaktiske kompetencer, der skal løftes hos ansatte på sundhedsuddannelser og pege på nye fremadrettede forsknings- og udviklingsprojekter, som kan kvalificere og forbedre teknologiforståelse i sundhedsuddannelserne. Et af de lokale forskningsprojekter, som UCN har igangsat i 2020 som videreudvikling af teknologifokus på alle professionsuddannelserne, er forskningsprojektet: Refleksiv praksislæring med teknologi i professionsuddannelserne. UCN har med dette projekt et ønske om at belyse, hvorledes studerende erfarer teknologi i uddannelserne, herunder hvorledes de studerende reflekterer i, over og med teknologi i praksis. Og om en kontekstafhængig teknologiforståelse er med til at forme professionsforståelsen hos de studerende.

Forskningsspørgsmålene adresserer, om de studerendes forskellige forståelser af begrebet teknologi påvirker deres udvikling af professionsidentitet. I datamaterialet ser vi professioner, der er identificerbare direkte på 'hardwareniveau' og professioner, der umiddelbart ikke kan identificeres på deres brug af teknologi, fordi de bruger generiske teknologier (computer, tablet og smartphone), som alle potentielt set kan bruges, men som først bliver identitetsskabende på 'softwareniveau'. Denne forskel mellem generel og specifik teknologi og mellem hardware- og softwareniveauet benyttes om analysekategorier i analysen.

Selvom det umiddelbart virker som om, der er store forskelle mellem professionernes forståelse af teknologi, så udtrykker alle interviewene en forståelse af teknologi som noget, der er nyt. Derfor har vi undersøgt teknologibegrebet ud fra det vilkår, at datamaterialet peger på en smal forståelse af teknologi, som ikke stemmer overens med diskursen om definition af teknologi i mere akademiske sammenhænge. Vi konsulterer derfor teknologihistoriker, David Edgerton, som, med brug af Eric Schatzberg, siger følgende om teknologibegrebets betydning og udvikling:

” As recent work by Eric Schatzberg makes clear, the term ‘technology’ is a much-changing, fluid concept; its widespread use in something like the modern sense dates only from the interwar years, and though it was closely connected to the idea of progress it was not then conflated with novelty.
(Edgerton, 2011, s. 683)

Edgerton siger, at efterkrigstidens teknologibegreb har været ‘innovationscentreret’ (Edgerton, 2011, s. 688), det oplever vi er en meget relevant betegnelse for det teknologibegreb, der optræder i datamaterialet. Det medfører i hans udlægning, at begrebet teknologi altid peger fremad i den almindelige borgers bevidsthed. Ifølge Edgerton medfører det også, at de ting/fænomener, der er kommet til i den tid, vi kan huske opfattes som teknologi, mens de ting/fænomener, der allerede var i verden, da vi kom til, ikke opfattes som teknologi. Denne betragtning bekræftes i datamaterialet, som denne artikel bygger på.

Schatzberg antyder, at det innovationscentrerede teknologibegreb kan være med til at blande forståelsen af teknologi sammen med det, vi opfatter som noget nyt. Denne sidste betragtning kan spores i de mere kritiske røster i datamaterialet, men den er ikke fremtrædende. Det er primært det innovationscentrerede teknologibegreb, der ses i datamaterialet, altså at teknologi er nyudviklede hjælpemidler, måle-redskaber, værktøjer, materialer, digitale interaktionsformer (SoMe, web), teknologiunderstøttede metoder og så videre. Da vi påbegyndte arbejdet, havde vi en bred udgangsdefinition af teknologi, der lød: ‘Teknologi er menneskeskabte midler til at ændre livsbetingelser’. Men det viste sig, at den var alt for bred, og at de studerende ikke anerkender denne definition.

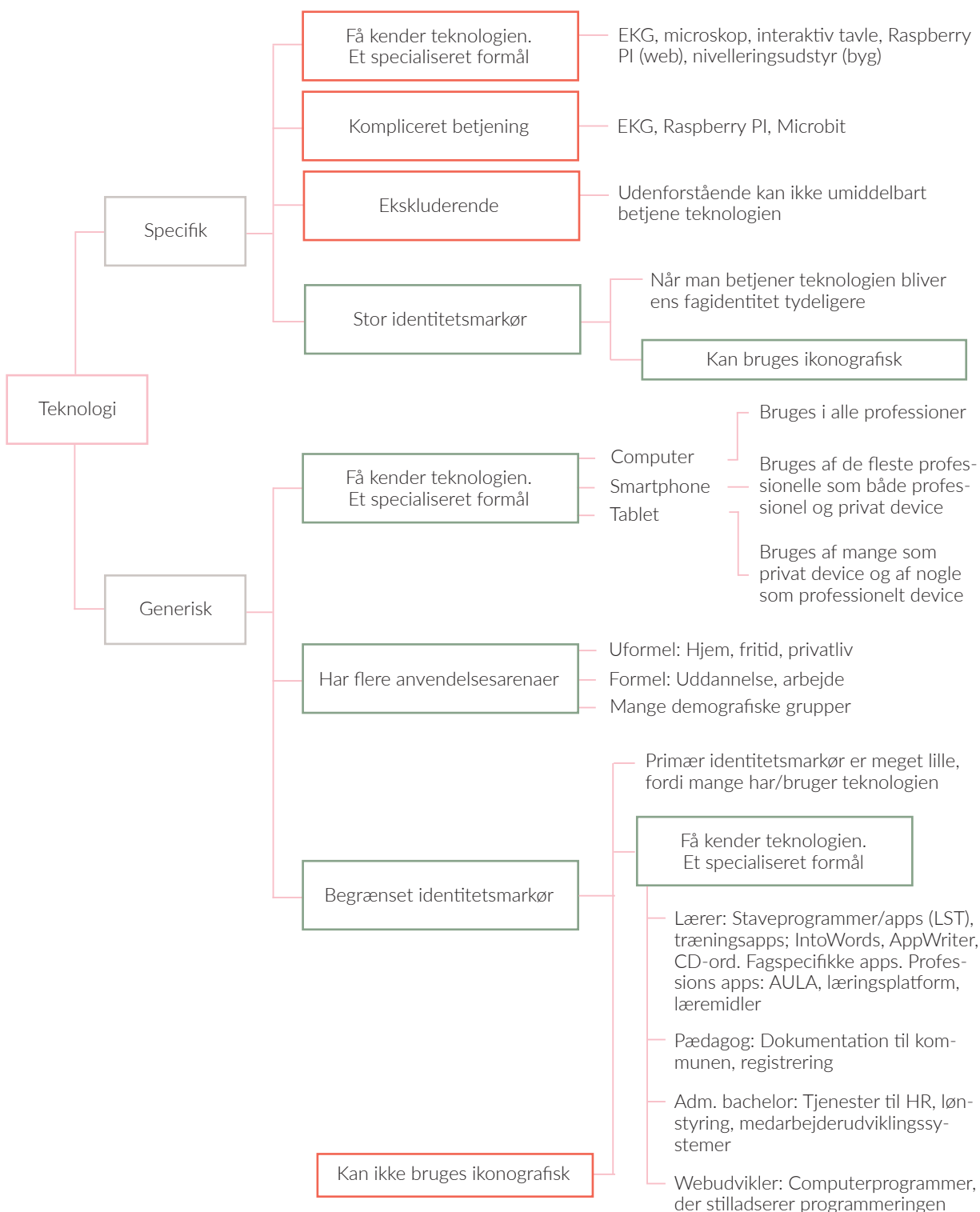
I vores forundersøgelse af teknologibegrebet viste sig andre tilgange til forståelsen af teknologi, men datamaterialet peger entydigt på, at respondenternes forståelse af teknologi er, at teknologier er: ‘nyudviklede ting/fænomener med strøm til’. Flere af respondenterne taler ikke om en dikotomi mellem digital og analog, men snarere om med eller uden strøm.

Vores undersøgelser viser, at introduktionen af ny teknologi kan have fremmedgørende konnotationer for den studerende, men hvis teknologierne var til stede, før den studerende blev bevidst om professionen, så omtales det ikke ved brugen af ordet ‘teknologi’, men snarere som noget specifikt (hjertestarter, CT-scanner, tablet, hjælpemiddel, projektor, tavle og så videre) og dermed mindre fremmedgørende.

Analyse: Generisk og specifik teknologi

Forskningsundersøgelsen har blandt andet til formål at undersøge hvilke teknologiforståelser, der fremkommer i interviews med studerende fra UCNs områder: Teknologi, Business, Pædagogik og Sundhed. Og som indledning på besvarelsen af dette spørgsmål undersøges, hvilke teknologier de studerende har stiftet bekendtskab med under uddannelsesforløbet. Her viser undersøgelsens datamateriale, at der er forskellige kategorier for teknologier alt efter profession og kontekst. Nogle teknologier indikerer tydelig hvilken profession, som betjener teknologien (Sygeplejersken, blodtrykmåleren. Radiografen, røntgenteknologien og så videre). Andre teknologier er mere generiske så som smartphonen, tablet'en, pc'en, som ikke umiddelbart indikerer hvilken profession, som anvender denne som fagredskab. Professioner, som anvender sådanne generiske teknologier, er eksempelvis lærer- og pædagogstuderende. Teknologi er således i sig selv en bred betegnelse, der kan lede til fejlfortolkning af hvilke professioner, der får identitet gennem hvilke teknologier. Derfor har vi fremlæst en typologisering af teknologier på baggrund af datamaterialet. Typologiseringen bygger på en opdeling af teknologi i 'generisk' og 'specifik' teknologi. Typologiseringen visualiserer, at teknologi kan være specifik eller generisk, og at disse typologiseringer indeholder både muligheder og begrænsninger.

Figur 3.
Teknologitypologisering.



Ved første øjekast er det kun den specifikke teknologi, der fungerer som identitetsmarkør for professionen, men når man undersøger indholdet af de generiske teknologier nærmere, kan de ligeledes indeholde identitetsskabende programmer og apps, der markerer en given profession på lige fod med den specifikke røntgenteknologi for radio- grafen. Det vil sige, at der er specifikke teknologier, der direkte på hardwareniveauet viser et professionstilhørsforhold. Derudover kan der forekomme generiske teknologier, der først, når man ser på tekno- logiens softwareniveau, angiver en identitet og en professionstilknyt- ning. Interviewene viser, at de forskellige uddannelser har forskel- lige teknologifokus og forskellige teknologiforståelser, men fælles for dem er, at de er innovationscentrerede og fremadrettede. Studerende fra for eksempel teknologiuddannelserne og sundhedsuddannelserne har forholdsvis nemt ved at give eksempler på specifikke/professionsret- tede teknologier, som de arbejder med under uddannelsen. Mens de lærer-, pædagog- og administrationsbachelorstuderende har sværere ved at identificere teknologier, som de anvender i deres professions- arbejde, at de alle bruger computere nævnes først ved nærmere 'probing' fra interviewerens side.

Interviewene viser, at der er en distinktion mellem generiske og specifikke teknologier. I lærer- og pædagogprofessionerne anvendes generiske teknologier i den pædagogiske praksis, det er computere/chromebook (hyppigste forekomst i data (forekomster: 384)), smartphone (næsthypigste forekomst i data (forekomster: 330)) og tablets (tredjehyppigste forekomst i data (forekomster: 21)), som for de flestes vedkommende bruges til at afvikle webbaserede tjenester (portaler, platforme og funktionelle læremidler). I lærernes fagdidaktiske praksis bruges fagenes specifikke teknologier, de er generelt nedarvede fra videnskabsfagene, det vil sige, at eksempelvis faget 'fysik' anvender videnskabsfaget 'fysiks' teknologier til at måle og visualisere og så videre. Hos lærerne optræder altså endnu en distinktion mellem pædagogisk teknologi, der er relevant for de fleste fag og fagdidaktisk teknologi, der er knyttet til et bestemt fag.

Derudover skal man have for øje, når man taler om teknologi- fokus inden for en konkret profession, at det kan variere mellem de forskellige specialområder inden for samme profession, eksempelvis vil specifikke teknologier have en vigtig og dominerende plads i arbej- det hos en sygeplejerske på en intensivafdeling, hvorimod specifikke teknologier stort set kan være fraværende for sygeplejestuderende, der er i praktik inden for psykiatriområdet i kommunen. Her vil der ofte benyttes generiske teknologier (computer, smartphone og tablet) til dokumentation. Teknologi og teknologifokus er således kontekstaf- hængige, og vi må derfor have blik for, hvilken kontekst en given teknologi anvendes i inden for de forskellige professionsområder.

Der er ligeledes nogle teknologier som er tværfaglige og relaterer sig til den organisation / institution man er ansat i som for eksempel journaliseringsystemer, kvalitetssikringsystemer, kommunikerings-systemer med mere, som anvendes til at kommunikere og understøtte kvalitetssikringen på det arbejdssted, man er tilknyttet. De professionsstuderende er generelt bevidste om, at de anvender forskellige typer teknologi både som professionel og som studerende, hvor teknologi kan være et redskab, som anvendes til at samarbejde med andre studerende og undervisere med og til for eksempel at søge litteratur og informationer med.

Analyse: Undervisning i, om eller med teknologi

Undersøgelsen viser, at det er meget forskelligt fra uddannelse til uddannelse, hvorledes teknologi anvendes og inddrages i undervisningen. Nogle uddannelser har fokus på at undervise *i* teknologi. Det viser sig i uddannelser, som har et primært anvendelsesorienteret teknologifokus for eksempel webudvikler- og radiografuddannelserne. Her undervises *i*, hvorledes teknologien for eksempel udvikles, programmeres og/eller betjenes professionelt, så den giver nogle bestemte informationer eller data, som de selv eller andre professioner anvender. Eksempelvis fremstår de indledende spørgsmål unuancerede og forsimplede for en radiograf- og webudviklerstuderende: *Hvilke teknologier/professionsrettede teknologier har du arbejdet eller stiftet bekendtskab med under din uddannelse og på hvilken måde?*

De studerende giver udtryk for, at andre uddannelser hovedsagelig har fokus på at undervise *om* teknologi. Her inddrages teknologi i forskellige situationer som et samtaleemne og en form for redskab eller værktøj, der kan understøtte, forbedre eller kvalitetssikre professionsarbejdet. Det gør sig gældende for eksempelvis sygeplejerske-, jordemoder-, fysioterapeut- og ergoterapeutuddannelserne, men også for webudvikler- og bygningskonstruktøruddannelserne. Og andre uddannelser underviser hovedsagelig med en teknologi som eksempelvis lærer- og pædagoguddannelserne. Her optræder teknologien ofte som et læremiddel.

Undervisernes intentioner med at bringe teknologier ind i undervisningsrummet kan variere fra profession til profession og fra fag til fag. Nogle studerende beretter i interviewene om at blive instrueret i en teknologis funktion og betjening (sundhedsuddannelser, bygningskonstruktør og webudvikler). Inspireret af Birgitte Holm Sørensens

(Sørensen, Audon & Levinsen, 2010; Sørensen, 2016) forskning benævner vi det: 'Undervisning i teknologi'. Interviewene beretter også om situationer, hvor teknologien er middel for undervisningen, altså at teknologien i sig selv frembringer de processer, der skal understøtte de studerendes læreprocesser. Denne tilgang benævnes: 'Undervisning med teknologi', her er det særligt de 'funktionelle læremidler,' der nævnes. Det vil sige elementer, underviseren tager med i undervisningen, som kun har en funktionalitet og ikke noget indhold (Hansen, 2010). Det kunne være mindmaps, padlets, læringsplatforme og så videre. Den sidste kategori, der optræder i interviewene er: 'Undervisning om teknologi'. Det vil sige, at man formidler information om teknologier via visuelle og sproglige virkemidler uden egentligt at bruge teknologien. Nedenstående figur visualiserer hvorledes de forskellige studerende erfarer inddragelse af teknologi i undervisningen.

Figur 4.
Undervisning i, om og med teknologi.

Undervise i teknologi	Undervise om teknologi	Undervise med teknologi
Radiografuddannelsen Webudvikleruddannelsen Bygningskonstruktør-uddannelsen	Sygeplejerskeuddannelsen Jordemoderuddannelsen Fysioterapeutuddannelsen Ergoterapeutuddannelsen Bygningskonstruktør-uddannelsen	Læreruddannelsen Pædagoguddannelsen Administrationsbachelor-uddannelsen

Analyse: Teknologi som katalysator for udvikling af professionsidentitet

Undersøgelsen peger også på, at teknologi kan være medvirkende til, at de studerende reflekterer over, hvorledes teknologi påvirker dem selv i professionsarbejdet i praksis. Specielt studerende fra sundhedsprofessionsuddannelserne giver eksempler på, hvorledes teknologien har på-virket eller ændret deres blik eller professionelle tilgang/arbejdsgange med borger/patient under praktikperioder. Et centralt spørgsmål som de studerende er blevet stillet i undersøgelsen er:

Har dine tanker og måske forståelse af teknologi ændret sig under uddannelsen? Og eller oplever du, at professionsrettede teknologier har ændret på den måde, du ser dit faglige arbejde på?

Her er det typisk specifikke teknologier som har været med til at ændre eller påvirke de studerendes blik og/eller forståelse af egen professionsarbejde. Teknologier, de studerende fremhæver ved dette spørgsmål i undersøgelsen, relaterer sig til en teknologiforståelse, hvor teknologi er et nødvendigt værktøj. I det følgende præsenteres eksempler på hvorledes forskellige studerende fra sundhedsuddannelserne har oplevet specifik teknologi have en indvirkning på forståelsen af eget professionsarbejde. Det metodologiske afsæt for metodevalg og analyse, kritisk realisme, lægger op til, at man ikke citerer enkelte interviews, men at man samler fællestræk fra mange interview i ét udsagn, som indfanger essensen af mange studerendes oplevelse af teknologi. På den måde kvantificerer vi kvalitative udsagn, der hvor flere udsagn peger i samme retning. Hver analyse af transskriptioner af de studerende udsagn er opdelt efter uddannelse, og efter hver analyse af en specifik uddannelse samles de konfluerende udsagn i ét udsagn.

Radiografstuderende

En radiografstuderende forklarer, at hun har reflekteret meget over scanningsteknologiens muligheder og afledte betydninger for patienten. Hun forklarer, at hun for eksempel scanner en patient for en bestemt lidelse, som kan være en undersøgelse bestilt af en læge. Men at denne scanning potentielt kan være med til at opdage og identificere nye og andre lidelser hos patienten, da et scanningsbillede viser mere og andet end det, der konkret undersøges for. Scanningsteknologien er med til at generere mere viden og flere informationer, som potentielt kan medføre flere bekymringer og måske unødvendige bekymringer hos patienten. Den studerende tænker meget over, hvordan denne nye og 'merviden' formidles til patienten, og hvilken rolle hun har i dette.

Opsummerende: *Teknologi gør mere og andet end det, vi forventer, og det medfører nye professionelle opgaver (kommunikationsopgaver).*

Jordemoderstuderende

En jordemoderstuderende forklarer, at overvågningsteknologi af barnet hjerteslag inde i moderens mave på fødestuen er med til at skabe en større tryghed for den studerende. Den studerende forklarer, at når man er studerende, har man ikke så meget erfaring med moderens og barnets reaktioner under fødselsforløbet, som en uddannet jordemoder har. Og hun føler derved et større behov for løbende indikationer på barnets tilstand inde i moderens mave via

overvågningsteknologien. Den studerende fortæller, at hun anvender overvågningsteknologien langt mere og hyppigere end en uddannet jordemoder med praksiserfaring, og også ud over de gældende retningslinjer for overvågning fra sundhedsstyrelsen.

Opsummerende: *Teknologi giver større tryghed og sikkerhed som udøvende profession under uddannelsen.*

Sygeplejerskestuderende

En sygeplejerskestuderende fortæller, at hun har afprøvet blodtryksmåleteknologi og iltmålingsteknologi på uddannelsen, og de studerende har øvet sig i at måle blodtryk på hinanden. Men da hun kommer i praktik og måler blodtryk på en patient, spørger patienten under målingen, om hun tænker blodtrykket er tilfredsstillende, og så føler den studerende sig usikker. Hun synes, det er svært at tale med patienten om de værdier, som teknologien giver lige i situationen. Hun føler, hun har behov for at tjekke op om nu værdierne er tilfredsstillende i relation til patientens alder, lidelse med videre i faglitteraturen.

Opsummerende: *Håndtering af teknologi i praksis tydeliggør 'videnshuller' og kommunikationsfærdigheder hos den studerende, som kan inddrages i nye læringsmål.*

Fysioterapeutstuderende

En fysioterapeutstuderende fortæller, hvorledes en scanningsteknologi har ændret hendes forståelse af kroppens anatomi. Under en praktikperiode fik hun et kursus i at anvende scanningsteknologi til undersøgelse af muskler og sener i fod og ankel hos patienter. Her fortæller den studerende, at en konkret scanning af en patientens akillessene viste, at senen så noget anderledes ud, end det hun havde lært gennem anatomibøger og undervisning på uddannelsen. Senen havde et lidt andet forløb i foden og gav en forklaring på patientens smerter. Her forklarede den studerende, at scanningsteknologien har åbnet hendes øjne for, at kroppen kan se noget anderledes ud under 'huden', end det hun havde lært i den teoretiske del af uddannelsen.

Opsummerende: *Teknologi kan skabe bro mellem teori og praksis og skabe nye forståelser.*

Ergoterapeutstuderende

En ergoterapeutstuderende fortæller at mødet med en borger i socialpsykiatrien, som anvendte 'virtuel bostøtte' under et praktikforløb har ændret hendes syn på teknologi generelt. Borgeren med

skizofreni boede i egen lejlighed, men havde behov for professionel støtte til hverdagslivet, og kunne via en tablet kommunikere med familie og personale i situationer, hvor det var vanskeligt at være sammen med andre på grund af den psykiske sygdom. Og denne oplevelse ændrede hendes hidtil endimensionelle foretrukne valg på samtidig menneskelig tilstedeværelse. Den studerende fortæller, at det at opleve en borger blive mere selvstændig og uafhængig af en professionel via en kommunikationsteknologi har gjort, at hun nu tænker mulige teknologier ind i mange forskellige andre interventioner. Og at teknologi i nogle tilfælde er bedre end en personlig kontakt eller støtte.

Opsummerende: *Teknologi anvendt i praksis giver nye indsigter og forståelser af teknologiens muligheder og nye måder at være professionel på.*

De fem eksempler fra de fem forskellige sundhedsprofessioner visualiserer, at disse professioner finder det naturligt at reflektere over specifikke teknologiers betydning i forhold til borgeren/patienten, men også i forhold til dem selv som professionsudøver.

Webudvikler- og Bygningskonstruktørstuderende

Som beskrevet tidligere anvender de to professionsuddannelser, web-udvikler og bygningskonstruktør også specifikke teknologer som nød-vendige værktøjer i arbejdet. Men de har ikke samme bevidsthed om eller refleksioner over, om deres forståelse af teknologi har ændret sig under uddannelsen, eller om det har ændret den måde, de ser deres faglige arbejde på. Det meste af webudviklerens arbejde er kun muligt på grund af nyere, digital teknologi. De opgaver webudvikleren udfører er opstået som et direkte produkt af udviklingen af web-teknologier (nye muligheder indenfor webdesign og kodning). Lige som specifikke teknologier udgør en stor del af bygningskonstruktørens repertoire, selvom han/hun ikke, nødvendigvis, direkte anvender teknologierne. Når et byggeri planlægges og udføres, anvender bygningskonstruktøren sin viden om specifikke teknologier til at vurdere processer og muligheder. Ligheden mellem sundhedsprofessionsuddannelserne, webudvikler- og bygningskonstruktøruddannelsen er, at de erfarer teknologi som et nødvendigt fagligt værktøj. Webudvikleren ser ud til at have mere brug for handlekompetence med teknologi end analytisk kompetence til at forstå teknologi, fordi webudvikleren, hvorimod bygningskonstruktøren skal have stor forståelse af teknologier, men måske ikke helt så meget handlekompetence med teknologi, fordi bygningskonstruktøren er mere på den analytiske og planlægnings- gennemførelsesmæssige side af processen.

Sundhedsuddannelserne oplever ikke teknologien som neutral, men at den indvirker og påvirker den kontekst, som den anvendes i.

Opsummerende: *Teknologi ses som mulighedsskabende nyudviklinger inden for webudvikling og byggeri. Der ses et tydeligt innovationsfokus i datamaterialet.*

Lærer-, pædagog- og administrationsbachelorstuderende

Studerende fra professionsuddannelserne: lærer, pædagog og administrationsbachelor erfarer overordnet set teknologi som dokumentationsredskab og i varierende grad som muligt eller unødvendigt fagligt værktøj. Og disse uddannelser har generelt ikke erfaringer med, at teknologien har påvirket eller indvirket blikket på egen profession.

Empirien viser, at pædagogstuderende anvender generiske teknologier i mange af pædagogens fagområder til, at dokumentere faglige handlinger med børn og andre borgere. Det er dog sjældent, at pædagogen anvender specifikke teknologier. De pædagogstuderende i datamaterialet beretter om en teknologilet profession, hvor det at hjælpe andre i bred forstand er det primære. Der gives endda udtryk for, at valget af pædagoguddannelsen er fortaget delvist, fordi man ikke er interesseret i at arbejde med teknologi. Alligevel er de generiske teknologier (computer, smartphone og tablet) opfattet som en del af pædagogens repertoire, som lærer- og pædagogstuderende forholder sig neutralt til.

De lærerstuderende fortæller om brug af generiske teknologier i generel pædagogisk praksis og om brug af specifikke teknologier, når videnskabsfaget, der informerer faget, bruger specifikke teknologier. I den fagdidaktiske teknologiforståelse er det måleudstyr, mikroskoper, laboratorier, semantiske læremidler, materialer og andre hjælpemidler. I den pædagogiske teknologiforståelse er teknologi middel for formidling – teknologi man underviser *med* (projektor, læringsplatform, funktionelle læremidler, AULA og så videre) og for elevernes aktivitets- og arbejdsformer (portfolio, mindmaps, padlets, video/audio, funktionelle læremidler og så videre).

Det vil sige, at de generiske teknologier primært bruges pædagogisk til at undervise *med*, og de specifikke teknologier primært bruges fagdidaktisk til at undervise *i* og *om*.

Teknologi anvendes bredt til dokumentation af målopfyldelse i læringsplatformene og formidling i klasserummet og mere spredt til at muliggøre andre arbejds- og aktivitetsformer i læreprocesserne, hos de lærere, der oplever det som givtigt.

Teknologier er nødvendige, hvis videnskabsfaget, der informerer faget, bruger specifikke teknologier, mens teknologier er et tilvalg i andre pædagogiske situationer.

For administrationsbachelorstuderende er teknologier forbundet med den specifikke opgave og funktion, administrationsbacheloren har i virksomheden. I datamaterialet berettes om et HR-system til workflows og medarbejderstyring og -udvikling, der afvikles på en computer. Det er en absolut nødvendighed for at kunne udføre arbejdet, at administrationsbacheloren kan betjene systemerne. Systemerne rationaliserer arbejdsgange og kvalitetssikrer processer.

De studerende forholder sig neutralt til teknologier i deres erhverv, de ser det som deres værktøj, og der er ikke noget, der indikerer, at de erfarer teknologien som mulig indvirkning af andet end det, teknologien er sat til at løse. Der er ikke blik for, at teknologien er med til at påvirke eller ændre deres professionsarbejde ellers.

Opsummerende: *Teknologianvendelse er en betingelse for erhvervet og professionernes praksis, men det ses ikke som essentielt for erhvervs- og professionsudvikling.*

Et af de store undringspunkter er, at de studerende ikke ser de generiske teknologier som teknologier, og at selv de kritiske røster i datamaterialet ikke anfægter eller problematiserer brugen af generiske teknologier i professionens praksis (pædagog-, lærerstuderende), men at de er kritiske overfor andre mere specifikke teknologiers indtog i praksisserne. I dette tilfælde er det mest de specifikke teknologier på software-niveau, altså digitale læremidler, læringsplatforme og så videre, som man er tilbageholdende med at invitere ind i praksis.

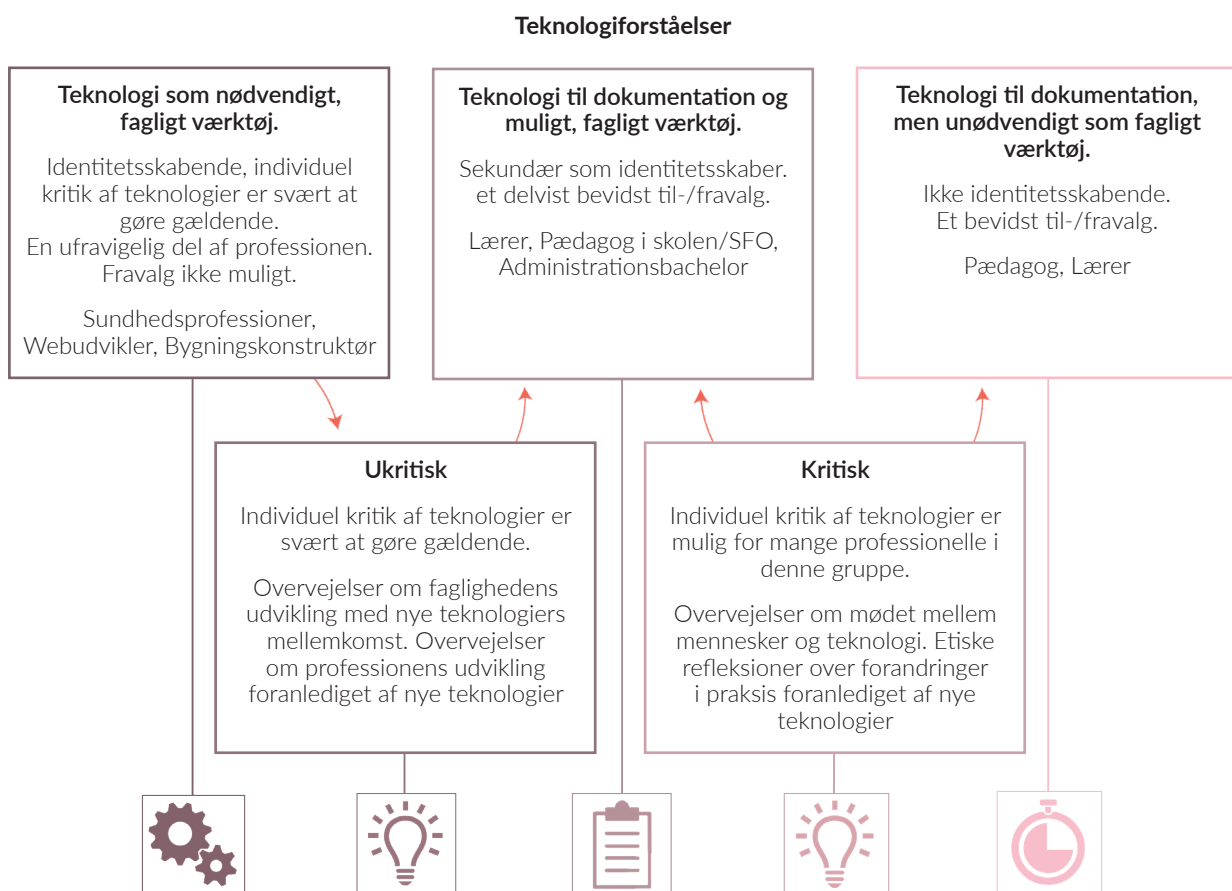
Analyse: Teknologiforståelser i praksis

Under det fælles innovationsfokuserede teknologibegreb (Edgerton, 2011) opstår der et kontinuum fra hardwareniveauets direkte identitetsskabende, ukritiske teknologiforståelse til softwareniveauets indirekte identitetsskabende, ofte kritiske teknologiforståelse.

Grafikken nedenfor viser kun, hvad datamaterialet antyder. Der er ganske sikkert mange lærere og lærerstuderende, der ikke ser teknologi som noget, man kan vælge fra, ligesom der findes sundhedspersonale, der forholder sig kritisk til de teknologier, der introduceres til deres profession. Mange teknologiske hjælpemidler medfører etiske spørgsmål, som udfordrer sundhedsprofessionerne, og potentielt set mindsker den mellem menneskelige kontakt, og disse aspekter optager

også de sundhedsprofessionelle. Men overordnet set og set i relation til professionernes udtryk for teknologiforståelse i datamaterialet, så er nedenstående opstilling en måde at vise professionernes forskellige tilgange til teknologi-

Figur 5.
Teknologiforståelses kontinuum.



Datamaterialet viser, at mange af professionerne kan opdeles i fællespraksis og individuel praksis. I fællespraksis (sundhedsprofessioner) er det ikke hensigtsmæssigt, at man agerer individuelt i forhold til praksis' teknologianvendelse, fordi teknologierne definerer praksis. Hvorimod de mere individuelle praksisser (webudvikler, bygningskonstruktør, administrationsbachelor, lærer og pædagog) godt kan operere med en mere individuel teknologianvendelse som supplement til de fælles teknologier (læringsplatform, AULA, projektstyring, HR-programmer osv.). Det ses særligt hos pædagoger og lærere, hvor den enkelte beslutter, om teknologier i kategorien funktionelle læremidler skal inddrages eller ej.

Refleksion og teknologiforståelse

Da vi designede denne undersøgelse, var det vores intention at undersøge relationen mellem teknologi og refleksion, vi havde regnet med, at 'probing' i interviewene ville lede til samtaler om, hvordan teknologi måske faciliterer og katalyserer refleksion. Derudover ville vi gerne undersøge, om de studerende har strategier for, hvordan de indgår i 'netværkslæring', altså indgår i læringsfællesskaber i online fællesskaber, herunder brug af hashtags, digitale dagbøger (portfolio), faglige YouTube-kanaler/kommentarspor som refleksionsrum og så videre, men i datamaterialet er det sparsomt med udtryk for denne kobling. Dog kan det siges, at refleksion er central i de fleste af de studerendes læreprocesser i datamaterialet, det kobles bare ikke med teknologier. Der berettes generelt om en fronesisdrevet refleksion over den studerendes ageren med de medmennesker, den studerende møder i sin praksis. I datamaterialet beretter pædagogstuderende om, at "refleksion er dokumentation", hvilket foranledigede en dybere samtale om, hvad den udtalelse betyder. Den pædagogstuderende uddyber, at når det 'eneste", man har, er samtalen med et barn/en borger, så bliver pædagogens refleksioner over samtalens etik, magtforhold og deliberation en slags dokumentation for at pædagogen har handlet etisk og på et solidt videns/erfaringsgrundlag. Den pædagogstuderende fortæller yderligere, at denne måde at forstå refleksion på kommer til udtryk i de formelle dokumentationskrav og i kollegiale samtaler. For læreren og de sundhedsprofessionelle betyder refleksion at tænke sig om, at overveje, at stoppe op og gøre status, at vurdere, revurdere og at evaluere.

For webudvikler, bygningskonstruktør og administrations-

bachelor betyder refleksion ligeledes at tænke sig om og at evaluere sin proces, men denne gruppe knytter refleksion specifikt til uddannelsessituationer. I datamaterialet udtrykkes det som: ”det [refleksion] er noget, ens underviser siger man skal”. Denne gruppe er ikke så tilbøjelige til at bruge ordet refleksion om den proces, hvor de udvikler løsninger på de konkrete udfordringer, opgaverne byder. Det betyder ikke, at de ikke reflekterer, men snarere at de bruger andre ord til at udtrykke sig, eller at det ikke udtrykkes verbalt, men at det kommer til udtryk i ændrede handlinger. Koblingen mellem refleksion og teknologi kræver videre undersøgelser for at kunne foldes fyldestgørende ud.

Afrunding og konkluderende kommentarer

Den gennemgående forståelse af teknologibegrebet som værende innovationsfokuseret er med til at understøtte, at de studerende generelt betragter ting/fænomener, der er udviklede i den historiske periode, de kan huske som værende teknologi. Dog ses det tydeligt, at sundhedsuddannelserne er mere bevidste om teknologiers rolle i deres professioner, end det er tilfældet i flere af de andre uddannelser. Dette fund er egentligt ikke en del af forskningsspørgsmålet, men blot et interessant fund, der opstod i den åbne kodning af datamaterialet. Det bemærkelsesværdige ved det er, at de studerende på tværs af uddannelserne deler denne forståelse af teknologi, men det der foranledigede denne undersøgelse, var, at vi, lektorer og forskere på UCN, oplevede, at vi havde meget forskellige forståelser af teknologibegrebet. Det vil sige, at på et akademisk og teoretisk niveau er der stor forskel på uddannelsernes forståelse af teknologi, men i de studerendes bevidsthed om teknologibegrebet er det grundlæggende en innovationsfokuseret forståelse af teknologi på tværs af alle ti undersøgte udbud.

Teknologibegrebet er altså ikke problematisk at definere for de studerende, på samme tid er teknologibegrebet udgangspunkt for livlig filosofisk dialog blandt UCNs forskere og lektorer.

Datamaterialet viser flere interessante forskydninger i professionernes teknologiforståelser og i professionernes brug og forståelse af refleksion af teknologi i professionspraksis. Derudover har forskningsspørgsmålene ledt os til en forståelse af, at selvom en professionel ikke bærer rundt på en identitetsskabende teknologi på hardwareniveau, så kan der godt være professionsrettede (identitets-

skabende) programmer og apps på de generiske teknologier, de professionelle anvender på softwareniveauet. Man skal altså ind på computeren, telefonen eller tablet'en og undersøge, hvilke apps og programmer der ligger på dem, før man får indikation af professionens identitet, og selv da kræver det kendskab til professionen at afgøre, om det er en pædagog eller en lærer, der er bruger af teknologien.

Dokumentanalysen, vi præsenterede, i introduktionen indikerer, at teknologierne er handlingsorienterede for de studerende i sundhedsprofessionerne, bygningskonstruktør og webudvikling, mens de også er refleksionsobjekter for eksempelvis, psykiatri, socialpædagogik, lærer og pædagoger, altså noget man betragter og taler om som kulturelle fænomener med relevans for barnet/borgeren (videospil, sociale medier og så videre).

Undersøgelsen afstedkom to forskningsspørgsmål:

Hvilke teknologiforståelser fremkommer i interviews med studerende fra UCNs områder: Teknologi, Business, Pædagogik og Sundhed?

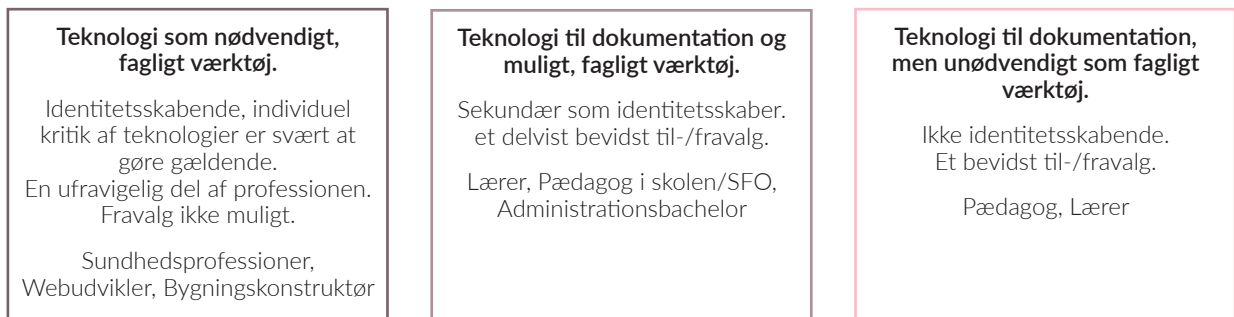
Hvorledes indvirker teknologi på de studerendes udvikling af professionsforståelse og -identitet?

Opsummeret peger analysen på, at de studerende på UCNs forskellige professionsuddannelser har forskellige teknologiforståelser, og at disse forskellige forståelser kan forstås og visualiseres inden for rammerne af tre overordnede identificerede teknologiforståelser:

- Teknologier kan være et nødvendigt fagligt værktøj. Hvor teknologi er identitetsskabende forstået på den måde, at teknologien er specifik, den indikerer et bestemt arbejdsområde eller helt konkret arbejdsrutine. Kan ses som en ufravigelig del af professionen, hvor fravalg ikke er mulig.
- Teknologi kan være til dokumentering af fagligt arbejde og et muligt fagligt værktøj. Og sekundær som identitetsskabende. Den indikerer ikke nødvendigvis et bestemt arbejdsområde eller konkret arbejdsrutine. Her et delvist bevidst fra-/tilvalg.
- Teknologi kan være til dokumentering af fagligt arbejde, men ofte unødvendigt som fagligt værktøj. Det er ikke identitetsskabende og et bevidst fra-/tilvalg.

Figur 6.

Tre teknologiforståelser.



Analysen peger på, at de forskellige professioner forstår begrebet teknologi på forskellige måder, og at der er signifikant forskel på sundhedsprofessionsstuderendes syn på teknologi som mulighedsskabende og lærer- og pædagogstuderendes syn på teknologi som et dokumentationsredskab og et fagligt værktøj. Det betyder ikke, at lærer- og pædagogstuderende er teknofobiske, det betyder blot, at de ikke ser teknologier som værende afgørende for udvikling af pædagogiske praksisser. De accepterer til fulde, at en lærer og en pædagog har computeren med under armen det meste af tiden, og at læremidler og formidling er blevet digitaliserede, men det ændrer ikke på, at de ser deres egen profession som teknologiafhængig. Som modsætning hertil står de studerende inden for sundhedsprofessionerne, bygningskonstruktør og webudvikler, hvor professionerne ser sig selv som teknologiafhængige.

Til undersøgelsens andet forskningsspørgsmål om, hvorledes teknologi indvirker på de studerendes udvikling af professionsforståelse, viser undersøgelsen, at specifikke teknologier er medvirkende til at udvikle de studerendes professionsforståelse hos sundhedsprofessionsuddannelserne. Det kunne være interessant at undersøge, om der er mulige sammenhænge mellem en professions teknologiforståelse, og hvorledes professionen erfarer teknologiens betydning for udvikling af professionsforståelse i et nyt forskningsprojekt.

Referencer

- Bhaskar, R.** (1979). *The Possibility of Naturalism: A Philosophical Critique of the Contemporary Human Sciences*. Harvester.
- Bhaskar, R.** (2008). *A Realist Theory of Science*. Taylor & Francis.
- Danmarks Evalueringsinstitut.** (2018). *Afdækning af teknologifokus i sundhedsuddannelserne. Baggrundsrapport til projektet Teknologi i sundhedsprofessioner og -praksis*. Lokaliseret den 12. januar 2022 på: <https://www.eva.dk/videregaaende-uddannelse/afdaekning-teknologifokus-sundhedsuddannelserne>.
- Digitaliseringsstyrelsen** (2011). *The digital path to future welfare: egovernment strategy 2011-2015*. Lokaliseret den 12. januar 2022 på: https://digst.dk/media/12703/tilgaengelig_engelsk_strategi.pdf
- Edgerton, D.** (2011). *Shock of the Old: Technology and global history since 1900*. Profile books.
- Glaser, B., & Strauss, A.** (1967). *Applying grounded theory. The Discovery of Grounded Theory: Strategies of Qualitative Research*. Aldine Publishing Company.
- Hansen, J. J.** (2010). *Læremiddellandskabet: fra læremiddel til undervisning*. Akademisk forlag.
- Horn, L. H., Jensen, C. G., Kjærgaard, T., Lukassen, N. B., Sørensen, I. M., Valbak-Andersen, C. & Bundgaard, S. B.** (2020). Hvidbog om Refleksiv Praksislæring. Professionshøjskolen UCN. <https://blad.ucn.dk/hvidbog-om-rpl/>
- Kvale, S. & Brinkmann, S.** (2009). *Interview: introduktion til et håndværk*. Hans Reitzel.
- Lee, F.** (2012). *Critical realism, grounded theory, and theory construction in heterodox economics*. University Library of Munich.
- Møller, T. E., Schrøder, V. & Rehder, M. M.** (2019). Lærerfaglig Teknologiforståelse: digitale teknologiers rekonfiguration fra uddannelse til praksis. *Studier i Læreruddannelse og -Profession*, 4(1), 125-143.
- Scott, D.** (2005). Critical Realism and Empirical Research Methods in Education. *Journal of Philosophy of Education*, 39(4), 633-646. DOI:10.1111/j.1467-9752.2005.00460.x
- Søndergaard, K. D. & Hasse, C.** (2012). *Teknologiforståelse på skoler og hospitaler*. Aarhus Universitetsforlag.
- Sørensen, B. H.** (2016). *Elevernes egenproduktion og elevinddragelse*. Demonstrationsskoleprojekt. Aalborg Universitet.
- Sørensen, B. H., Audon, L. & Levinsen, K.** (2010). *Skole 2.0. Klim*.
- Wallace, J.** (2011). *Technological Literacy Seminar 16 May 2011 DPU: A review of Definitions*. Aarhus Universitet. Dato: 10.08.2021, lokaliseret på https://www.dpu.dk/fileadmin/www.dpu.dk/e-boeger/OL/Working_papers/Technological_Literacy_Seminar_16_May_2011_DPU_-_A_review_of_Definitions.pdf

Abstract

I denne artikel præsenteres resultater fra en undersøgelse af det adaptive læremiddel, Rhapsode, til matematik i grundskolen ud fra et tredimensionelt fokus, der omfatter diskurs, didaktik og design. Formålet med den flerstrengede analysestrategi er dels at sætte (fag)didaktikken i centrum og undersøge, hvad det adaptive design gør ved fagets mål, indhold og metoder, dels at sætte den adaptive teknologi ind i en større diskursiv kontekst. Dette står i kontrast til det snævre fokus på at udvikle effektive adaptive læringsteknologier, der ellers præger forskning inden for feltet. Den flerstrengede analyse fokuserer på den dilemmafyldte brug af adaptiv teknologi. Analysen peger således på, at der både er behov for a) redesign og udvikling af den didaktiske rammesætning af læremidlets adaptivitet, b) redidaktisering og nyfortolkning af det didaktiske potentiale i praksis samt c) regulering og demokratisk kontrol af de nye forretningsmodeller, der gør data og algoritmer til genstand for forretningsudvikling.

This article presents results from a study of the adaptive learning tool, Rhapsode, for mathematics in primary school based on a three-dimensional focus that includes discourse, didactics, and design. Our purpose with the multi-stranded analysis strategy is partly to put (subject) didactics in the center, partly to put the adaptive technology into a larger discursive context which stands in contrast to the narrow focus on developing efficient adaptive learning technologies that otherwise characterizes research in the field. The result is a sharpened focus on the dilemma-filled use of adaptive technology. The analysis indicates that there is a need for both a) redesign and development of the didactic framework of the adaptive material of the teaching aid, b) redidactization and reinterpretation of the didactic potential in practice, and c) regulation and democratic control of the new business models that make data and algorithms for business development.

Mellem design, didaktik og diskurs

En analyse af det adaptive læremiddel
Rhapsode til matematikundervisning i
folkeskolen

Af Thomas Illium Hansen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole,
& Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Introduktion

Adaptiv læringsteknologi (ALT) spiller en central rolle i forsøget på at udvikle stadigt mere fleksible og tilpasningsdygtige læremidler. Teknologien er designet med henblik på at tilrettelægge en skræddersyet læringssti for brugeren, der tilpasses på baggrund af den lærendes præstation og interaktion med læremidlet (Waters, 2014). En af fordelene ved de adaptive formater er, at de potentielt kan *personalisere* læreprocessen, det vil sige tilpasse og derigennem optimere progression og undervisningstilgang i forhold til den lærendes behov (Office of Educational Technology, 2017).

Digital teknologi deler vandene i den offentlige debat, og det gælder i særlig grad forholdet til ALT, og det vi i forlængelse heraf definerer som adaptive læremidler, idet adaptive teknologier spiller en afgørende rolle for læremidlernes interaktionsdesign (herunder lærer- og elevroller) og forholdet mellem mål, indhold og metoder. ALT er genstand for heftige diskussioner, ikke mindst i USA hvor store firmaer og tech-giganter som for eksempel *Facebook* med "filantrop-kapitalistiske" fonde som *Chan Zuckerberg Initiative* har stået bag forsøg med personaliseret læring, digital teknologi og brug af adaptive læremidler i skolen (Russakoff, 2015; Mehta & Assadpour, 2017; Saltman, 2018; Boninger, Molnar & Saldaña, 2020). På den ene side er den offentlige meningsdannelse præget af en teknologibevejstret fløj. Watters (2021) har undersøgt, hvordan særligt medierne i samspil med psykologiske teorier op igennem det 20. århundrede har været med til at forme og øge forventningerne til, hvordan udviklingen af stadigt mere sofistikerede digitale læremidler kan tilpasse sig den enkelte elevs behov, forudsætninger og potentialer. På den anden side er der en teknologikritisk fløj, der problematiserer ambitionen om at anvende data som grundlag for at drive undervisningen fremad i en retning, hvor personaliseret læring bliver til individualisering, som opløser undervisningens fælleskab, overflødiggør lærerne og underminerer den demokra-

tiske kontrol af indhold i skolen (Selwyn, 2019, s. 25). Selwyn efterlyser en mere nuanceret debat af muligheder og begrænsninger, men betoner samtidig behovet for kritisk tænkning. Han påpeger således, at den stigende brug af data-dreven og algoritmebaseret automatisering sandsynligvis vil være med til at formindske betydningen af lærere, undervisning og uddannelse (Selwyn, 2019, s. 121).

Denne magt- og diskurskamp skærper behovet for undersøgelser, der kan bidrage til at belyse potentialerne og udfordringerne i udvikling og brug af ALT og adaptive læremidler og dermed også bidrage til at skabe et kvalificeret grundlag for stillingtagen til integration af de adaptive teknologier i læremidler og undervisning.

Forskningen i adaptive læremidler er domineret af et fokus på at udvikle optimale adaptive teknologier, der kan tilpasse og personalisere læreprocesser med henblik på et øget læringsudbytte for brugerne (se eksempelvis Peng, Ma & Spector, 2019; Liu, McKelroy, Corliss & Carrigan, 2017; Conejo, Guzmán, Millán, Trella, Pérez-De-La-Cruz & Ríos, 2004; Guzmán, Conejo & Pérez-de-la-Cruz, 2007; Tai, Tsai & Chen, 2001), som typisk er studerende på videregående uddannelser (Xie, Chu, Hwang & Wang, 2019). Disse studier indeholder teknisk fokuserede beskrivelser af learner-modeller og modelleringsystemer, datagrundlaget for samme, samt hvordan maskinen reagerer på datainput:

” Learners’ information and characteristics such as knowledge, goal, experience, interest, background, etc are the most important to adaptive system. These characteristics are organized in structure so-called learner model (or user model) and the system or computer software that builds up and manipulates learner model is called user modeling system (or learner modeling system). (Nguyen, 2015, s. 1)

Der findes imidlertid mere didaktisk orienterede studier omkring adaptive læremidler på grundskoleniveau (for eksempel Lanzilotti & Roselli, 2007; Lo, Wang & Yeh, 2004).

Oftest fokuserer de didaktisk orienterede studier på en eller flere delkomponenter af undervisningssituationen, for eksempel repræsentation af indhold, facilitering af en bestemt type læreproces eller evaluering/vurdering (Verdu, Regueras, Verdu, De Castro & Pérez, 2008). Der er også kritiske ansatser i form af review-artikler, der træder et skridt tilbage og undersøger diskursen omkring personalisering. De bidrager med en granskning af de økonomiske interesser, der driver den teknologiske udvikling, og skærper blikket for forholdet mellem potentielle slagsider og muligheder ved øget individualisering af undervisningen (FitzGerald, Jones, Kucirkova & Scanlon, 2018).

I forlængelse heraf vil vi særligt fremhæve FitzGerald, Jones, Kucirkova & Scanlon (2018), der har udviklet en flerdimensionel analyse med seks dimensioner, der sætter fokus på: a) hvad der bliver personaliseret, b) typer af læring, hvor personalisering er fremtrædende, c) hvilke personlige egenskaber ved den lærende, der bliver adresseret, d) hvem eller hvad der skaber personaliseringen, e) hvordan personaliseringen bliver udført og f) effekterne af personaliseringen (FitzGerald Jones, Kucirkova & Scanlon, 2018, s. 167). Disse kan bidrage til en didaktisk analyse af adaptive læremidler, men der er brug for at fortolke dimensionerne ved adaptivitet og integrere dem i en helhedsorienteret analyse af læremidlernes funktion i undervisningen.

Overordnet set er forskningen og diskursen omkring adaptive læringsteknologier dog overvejende ukritisk og udviklingsoptimistisk i forhold til teknologiens anvendelse i undervisningssammenhæng. Selwyn (2013) var en af de første til at stille kritiske spørgsmål til brug af teknologi i uddannelse, der udvidede perspektivet fra, hvad teknologien kan, og hvordan man bruger den funktionelt, til hvorfor (det pædagogiske grundlag) og i lyset heraf hvad det betyder for mål, indhold og metoder i undervisningen (det didaktiske hvordan). Den ofte snævre tekniske, didaktisk afgrænsede og udviklingsoptimistiske forskning i adaptive læremidler kalder på en mere kritisk distanceret og helhedsorienteret tilgang til forståelse af teknologiens potentialer og udfordringer. Det leder frem til denne artikels forskningsspørgsmål:

På hvilke måder kan en analyse, der både fokuserer på didaktik, design og diskurs, bidrage til en helhedsorienteret forståelse af et adaptivt læremiddels betydning i undervisningen?



Metode

Med henblik på at besvare dette forskningsspørgsmål anvender vi en didaktisk model til analyse af læremidler, Læremiddeltrekanten (Hansen & Skovmand, 2011, s. 60-61), på et adaptivt læremiddel udviklet af virksomheden Area9. Læremidlet er designet ved hjælp af den generiske, adaptive platform, *Rhapsode*, og med forløb udviklet til matematikundervisning i den danske grundskoles 4. og 9. klasse som cases. Analysen bygger videre på et dokumentstudie, der var del af et mixed methods-studie, der blev gennemført på 3 københavnske skoler, med 10 klasser, 9 lærere og 221 elever (Gissel, Gynther, Hansen, Højgaard, Jørnø, Nortvig & Pettersson, 2020). Derfor vil dele af analysen parafrasere og overlape dele af afrapporteringen (Gissel et al., 2020, s. 15-34), men i denne sammenhæng udbygger vi analysen og perspektiverer den til en tredimensionel analysestrategi, der omfatter både et diskurs-, et didaktik- og et designniveau:

- *Diskurserne* som omkranser den adaptive uddannelsesteknologi.
- *De didaktiske og fagdidaktiske valg*, som de kommer til udtryk i læremidlet.
- Læremidlets *design* med fokus på udtryk, indhold og aktiviteter.

Hensigten er at rammesætte et systematisk fokus på sammenhænge mellem diskursiv kontekst, didaktiske intentioner og konkret interaktionsdesign. Metodisk vil vi kategorisere det som en udvidet dokumentanalyse, der både kan bidrage til at udvide og nuancere fortolkningen af læremidlers design, brug og virkninger.

De tre niveauer analyseres ved hjælp af forskellige former for empiriindsamling og dokumentanalyse. Designniveauet kræver prøvehandlinger og fastholdelse af interaktionsmønstre. Adaptive læremidler tydeliggør en generel forskningsmetodisk udfordring. Dokumenter er dynamiske. De kræver, at man tager dem i brug, idet de fremtræder i brugen som en mulig måde at realisere deres potentiale på. Derfor har vi taget skærmbilleder af de forskellige trin i vores prøvehandlinger, således at vi har kunnet spore vores interaktionsmønstre over tid. I det ovenfor nævnte mixed methods-studie supplerede vi denne fastholdelsesteknik med skærmoptagelser af elevernes brug. Analysen på det didaktiske niveau fokuserer på forholdet mellem læremidlets egne måder at præsentere og iscenesætte designet på i dets rammesættende meta- og opgavetekster, hvilket vi i det samlede mixed methods-studie supplerede med interviews og videooptagelser af lærere og elever, og det gav indblik i deres praksisfortolkning af læremidlets didaktik (Gissel et al., 2020, s. 77-129). Endelig udvider vi med det diskursive niveau analysen ved at inddrage styringsdokumenter og opinionstekster,

der har betydning for de værdier, forskellige aktører tilskriver læremidlets funktioner.

Metodisk skelner vi med Bundsgaard og Hansen (2011) mellem måder at undersøge læremidler på ud fra tre tidsperspektiver: a) læremidlet i sig selv som tekst og artefakt med henblik på at forstå dets design og didaktisk intenderede brug (potentielt fremtid), b) den situationerede brug af læremidlet (aktualiseret nutid), og c) læremidlets virkninger i forhold til såvel elevernes udvikling og lærernes undervisning som den måde, der generelt drives skole på (realiseret fortid). Der ligger således et tidsligt rationale til grund for Bundsgaard og Hansens (2011) skel mellem henholdsvis potentielt, aktualiseret og realiseret potentiale.

I denne artikel har vi valgt at analysere *Rhapsode* ud fra det første tidsperspektiv, men vi vil i perspektiveringen argumentere for, at en udvidet analyse er med til at kvalificere en samlet fortolkning af forholdet mellem læremidlets didaktiske potentiale (dets potentielle muligheder og begrænsninger i fremtidig undervisning), den aktualiserende brug (den situationsbestemte praksisfortolkning *in situ*) og virkninger over tid (de kontekstbestemte forandringer, der kan spores og konstateres i tilbageblikket). Derfor supplerer vi Læremiddeltrekan-ten, der præsenteres nedenfor, med en Fairclough-inspireret model, der betoner betydningen af situation og kontekst (Fairclough, 1992):

Figur 1.

Den diskursive kontekst for brug af teknologi i undervisningen.



Modellen er her udfyldt med eksempler på to samfundskontekster, henholdsvis stat og marked, der i kommunikationskonteksten modsvares institutionelt af uddannelser og virksomheder. Andre eksempler er henholdsvis intimsfære og politisk offentlighed som samfundskontekst, der havde medført andre udfyldninger af resten af modellen. I en aktuel kommunikationssituation vil de forskellige kontekster have betydning for, om man for eksempel primært fortolker interaktion mellem aktører som handel eller undervisning i eksemplet, eller som eksempelvis privat underholdning, personlig udvikling eller politisk forhandling og meningsdannelse. Endelig hænger det i eksemplet sammen med fokus på læremidlet, hvor man for eksempel kan vælge at analysere dets funktion som uddannelsesteknologi eller som adgang til data om brugerne. Perspektiverne udelukker typisk ikke hinanden, men kontekst og situation vil have betydning for, hvad der er figur og baggrund i analysen. Forholdet mellem perspektiver kan for eksempel bruges til at analysere markedsgørelse af skolens virke og læremidlers rolle i den forbindelse.

De tre niveauer er nært forbundne, men det er hensigtsmæssigt at skelne analytisk, fordi der ikke er tale om et mekanisk determineret forhold mellem niveauerne. Et læremiddels design afspejler i en eller anden grad dets didaktiske intentioner, men det er også påvirket af materialitetens beskaffenhed (hvad kan lade sig gøre med de tilgængelige teknologier og materialer) og de kulturelle interaktionsmønstre, det er indlejret i (hvad plejer man at gøre og tillægge værdi). Den indbyggede didaktik er omvendt ikke begrænset til én fortolkning af designet, men kan lægge op til flere mulige måder at bruge det på i undervisningen, der samtidig afspejler forskellige diskursive forståelser af læremidlets funktion og betydning (for eksempel politiske og pædagogiske ambitioner om enten at støtte eleven, hjælpe læreren, sikre en bestemt læring og/eller at imødekomme forældrenes forventninger til børnenes skolegang).

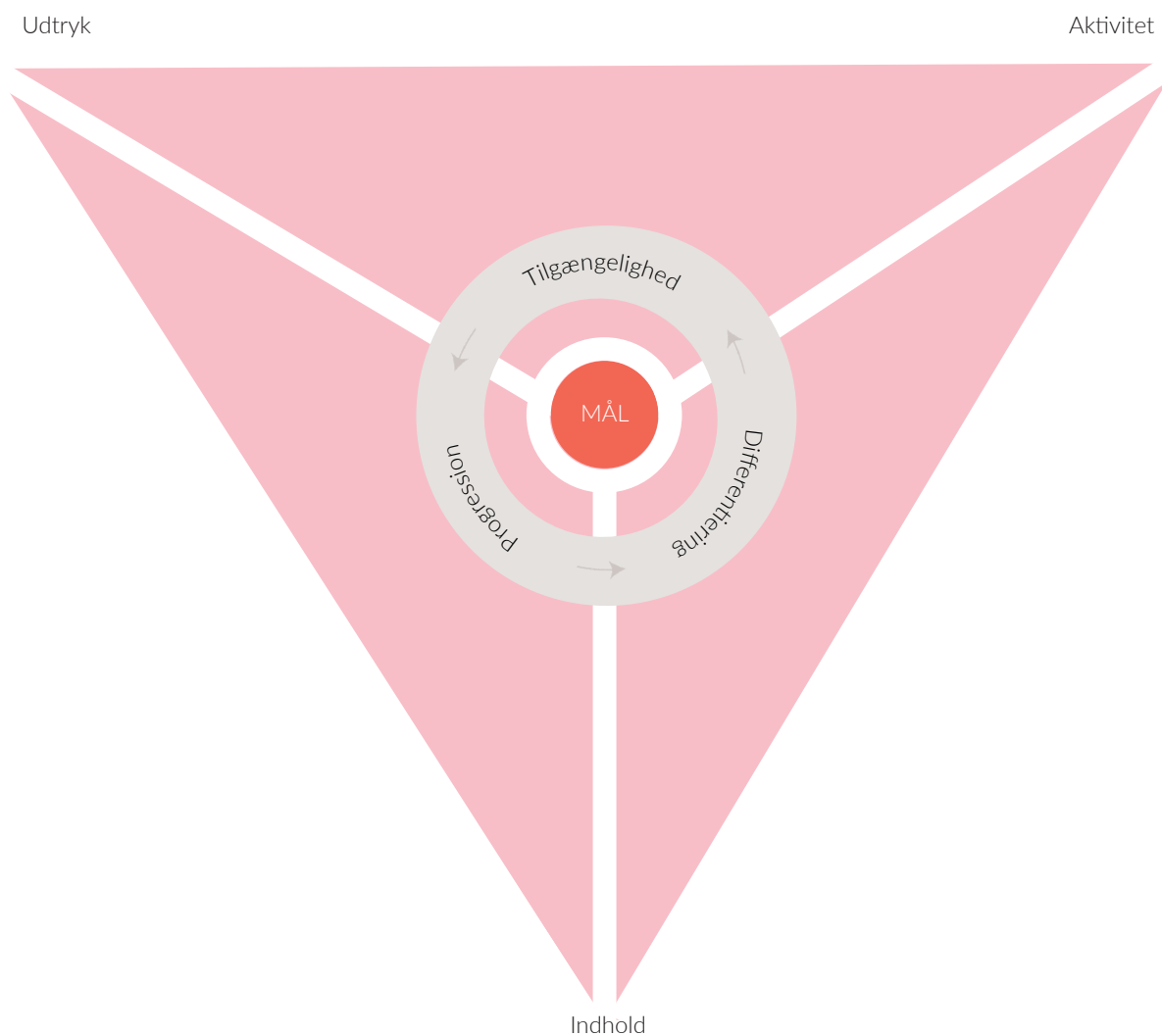
Det analytiske skel kan bruges til både at analysere læremidlets didaktiske potentiale i relation til dets konkrete design og materialitet, den didaktiske fortolkning af det i praksis samt den diskursive kontekst, der præger de værdier, det tilskrives i forbindelse med for eksempel indkøb, valg og evaluering af dets betydning i forhold til undervisningens funktion og formål. Denne pointe vil vi underbygge og udfolde metodisk med en analyse af Rhapsodes indbyggede didaktik og design, inden vi perspektiverer til læremidlets diskursive kontekst.

Rhapsode i et didaktisk designperspektiv

Ud over den almene didaktiks fokus på mål, indhold og metoder i undervisningen, omfatter vores læremiddelanalyse også et fokus på udtryksformen i læremidlet (tegn, medier og modaliteter). Med andre ord kombinerer vi didaktisk analyse af læremidler med et fokus på udtryk og repræsentation af indhold (Hansen, 2012). Til det formål er den didaktiske model, der bliver kaldt "læremiddeltrekanten", hensigtsmæssig, fordi den har forholdet mellem udtryk, indhold og aktivitet som omdrejningspunkt for den didaktiske analyse (Hansen & Skovmand, 2011). Dermed kan modellen rumme den omstændighed, at digitaliseringen af læremidler har medført, at udtryksform og interaktionsdesign har fået en større betydning for repræsentationen af indhold og betingelserne for brugerens handlinger og aktiviteter.

Digitaliseringen af læremidlerne tilbyder nye måder at repræsentere og interagere med et fagligt indhold. Læremiddeltrekanten sætter netop fokus på det dynamiske forhold mellem udtryk, indhold og aktiviteter.

Figur 2.
Læremiddeltrekanten.



Læremiddeltrekantens grundlogik

Centrum: Modellen er centreret omkring læremidlets retningsgivende mål, der udtrykker et fagsyn og et dannelsessyn.

Hjørner: Modellen er spændt ud mellem tre begreber, der kendetegner læremidlets tegnfunktion: udtryk, indhold og aktivitet.

Flader: Modellen er bundet sammen af tre didaktiske perspektiver, man kan anlægge på læremidlets vej mod mål: tilgængelighed, progression og differentiering.

Pile: Pilene angiver, at der er tale om en drejemodel, fordi både tilgængelighed, progression og differentiering kan analyseres i relation til henholdsvis udtryk, indhold og aktivitet.

Middel: En analyse af læremidlet selv som kommunikation (udtryk), der på én gang fremstiller noget (indhold) og tilbyder veje at gå ad (aktivitet), der giver forståelsen en bestemt retning (mål).

Vej: En analyse af, hvorvidt læremidlet er til at gå til (tilgængelighed), og på hvilke måder det leder frem mod mål (progression) og åbner for forskellige veje i undervisningen (differentiering).

Formålet med *Rhapsode* er at fremme faglig læring gennem en høj grad af styring og strukturering af brugerens videnstilegnelse (Area 9 Lyceum, u.d.b.). Det kommer både til udtryk i læremidlets mål, indhold og metoder. Derfor karakteriseres det med begreberne 'mikrogranulering' og 'højstruktureret'.

Et fag rummer mere og mindre strukturerede dele, og det samme gælder menneskers erkendelse og dannelse. At løse ligninger inden for algebra kan beskrives med en høj grad af strukturering ved hjælp af regler, procedurer og symbolsk notation. Omvendt er det inden for anvendt matematik vanskeligt at beskrive hverdagsproblemer på en struktureret måde i et forsøg på at modellere og gøre problemet til genstand for matematisk problemløsning. At matematikfaget har forskellige grader af struktur og regulering betyder, at det kan være nemmere at arbejde med de højstrukturerede dele af faget på bekostning af de semiregulerede dele af faget, der binder an til komplekse fænomener og problemstillinger i fagets omverden.

Den høje grad af strukturering i *Rhapsode* ses ved, at der styres ud fra mål, og ved at indholdet 'mikrogranuleres'. Med mikrogranulering af indhold henviser vi til, at de digitale læringsobjekter i *Rhapsode* bygger på mange delmål eleverne skal indfri. Med udgangspunkt i en fortolkning af fagets læreplan opererer *Area 9* med omkring 700 læringsmål i 4. klasse. Men eleverne møder dem ikke direkte. De fleste af delmålene er ikke ekspliciteret for eleverne, da målene er underforstå-

et som grundlag for de mange indholdselementer, eleverne skal arbejde med. Eleverne møder i stedet en overordnet formulering af, hvad de skal mestre, når et modul, det vil sige et matematisk stofområde med en samling læringsmål og læringsressourcer, er gennemført, eksempelvis inden for algebra:

Skærbillede 1.

Eksempel på taksonomisk målstyring.



Når du har gennemført dette modul, kan du:

- Skrive og forstå **udtryk med variable**
- Kende forskel på **variable** og **konstanter**
- Reducere **algebraiske udtryk**
- Kende **regnehierarkiet** og udregne **parenteser**
- Indsætte tal i algebraiske **udtryk** og beregne **resultatet**

Dette målstyrede design af et modul er et resultat af en proces, hvor designeren kobler læringsmål og indholdselementer (en ”semantisk parring”) ud fra læreplanen og med hjælp fra programmets algoritme.

Rhapsodes aktiviteter og betingelsesstruktur

En udfordring for analyser af adaptive læremidler er, at genstanden for analysen er dynamisk og dermed vanskelig at fiksere. Læremidlet varierer og tilpasser på forskellige parametre afhængigt af brugerens handlinger og præstationer inden for systemets rammer. I analysen af

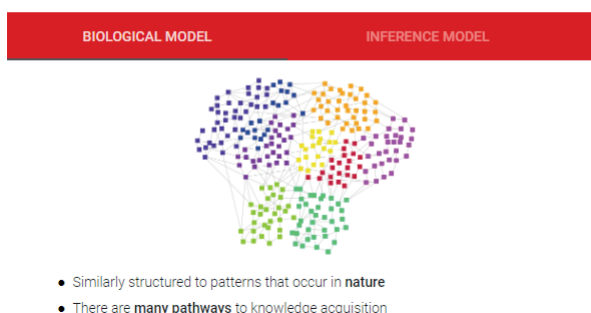
et traditionelt lærebogssystem er det centralt at undersøge, hvordan elever læser læremidlet. Ved analyser af adaptive læremidler er det imidlertid også nødvendigt at undersøge, hvordan læremidlet læser eleven. Brug af adaptive læremidler er således karakteriseret ved et dynamisk forhold mellem aktør og teknologi, og undersøgelsen må dreje sig om det nære samspil mellem at læse og blive læst, at løse opgaver og at blive evalueret og stillet nye opgaver. Med andre ord må analysen både forholde sig til, hvordan opgaverne varierer, og hvordan brugerfladen fremtræder for eleven, samtidig med at man søger bag om disse fremtrædelser i et forsøg på at forstå den betingelsesstruktur, der ligger til grund.

Areag's tilgang til betingning kan aflæses i deres argumentation for at anvende en adaptiv 'biologisk læringsmodel' frem for en adaptiv 'inferensmodel'.

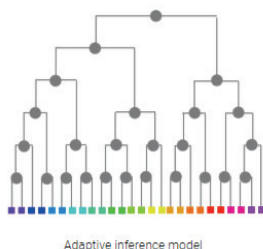
Skærbillede 2.

Modstilling af en 'biologisk læringsmodel' og en 'inferensmodel'.

INFERENCE AND BIOLOGICAL MODELS OF LEARNING



THE DISADVANTAGES OF THE INFERENCE MODEL



I inferensmodellen ses en betinget grendeling. Modellen bygger på den antagelse, at det er muligt at kortlægge en lineær læringssti på forhånd og planlægge en trinvis faglig progression. Eleven præsenteres for stadig mere vanskelige opgaver ved korrekte svar, mens systemet søger tilbage til seneste rigtige svar, hvis eleven svarer forkert. Problemerne med denne tankegang er ifølge *Area9*, at læring sjældent forløber lineært, at brugeren ikke med inferensmodellen får repeteret indholdet, og at eleven ikke får mulighed for at arbejde i dybden med sine misforståelser. Af disse årsager anvender *Area9* en såkaldt 'biologisk læringsmodel', hvor adaptationen også er betinget af andre principper end elevens svar. For eksempel udvælges den første opgave eleven eksponeres for i et modul gennem randomisering. Dernæst stilles eleven opgaver i en rækkefølge, der tilpasses dynamisk på baggrund af elevens adfærd og præstation. Dog er der så langt fra tale om en lineær progression i sværhedsgrad og taksonomi inden for emnet, som modulet omfatter (Gissel et al., 2020).

Mikrogranuleringen af læringsmålene befordrer, at læremidlets algoritme har mange datapunkter at bearbejde og bygge adaptationen på. Opgaver er tænkt som 'prober', der fungerer som stikprøver i forhold til elevens læring. Der er tre typer af datakilder: forbrugt tid, (ved mere komplekse opgaver: grad af) succes ved opgaveløsning og elevens selvsvurdering, det vil sige med hvilken grad af sikkerhed og gyldighed, de er i stand til at vurdere deres egen forståelse eller opgaveløsning. Spørgsmålene til elevens selvsvurdering kan forekomme simple, men kombineret med de andre datakilder, leverer de et datagrundlag, der giver mulighed for flere typer af korrelationer. Algoritmen kan på den baggrund vurdere, om eleven har brug for at få opgaver gentaget, eller om det er tilstrækkeligt at få formidlet svaret eventuelt kombineret med korrekt procedure. Er eleven udfordret i forhold til både graden af tidsforbrug og antal forkerte besvarelser, kan algoritmen stille eleven opgaver inden for en helt anden klynge af læringsmål og opgaver. Resultatet er en iterativ og afsøgende proces, hvor individuelle elever bevæger sig ad forskellige læringsstier. Men algoritmen akkumulerer generisk viden om læringsmønstre i relation til de forskellige indholdsområder. I modsætning til adaptive brugerflader på for eksempel sociale medier er det dermed ikke præferencer, der ligger til grund for tilpasning i *Rhapsode*, men derimod intenderede objektive mål for tid og opgaveløsning kombineret med brugerens selvsvurderinger, der fungerer som indikatorer på metakognition.

Den adaptivt personaliserede måde at stille opgaver kan ikke oversættes direkte til undervisningsdifferentiering. Algoritmen differentierer på udvalgte parametre med afsæt i modul-designerens prioritering af aktiviteter. Der er snarere tale om en individuel læringssti med et snævert fokus på videnstilegnelse.

Skærbillede 3.

Taksonomi for prioritering af aktiviteter.

The screenshot displays a learning interface with a 'Træner' (Teacher) profile on the left and a 'PRIORITY LEVELS' section on the right. The priority levels are represented by a horizontal bar with five tabs: CORE, PASS, EXCEL, EXTRA, and AUTO. The 'PASS' tab is currently selected and highlighted in green. Below the bar, there are two bullet points: '• Needed to **adequately** meet the learning goals of the topic' and '• Every learner has to understand these learning objectives'. Underneath, there are two buttons labeled '1' and '2' under the heading 'TIDLIGERE'. At the bottom, there are four buttons: 'VIDSTE DET' (green), 'HAR FORSTÅET DET' (green), 'TROR JEG VED DET' (orange), and 'JEG FORSTÅR IKKE' (red). A 'GIV OS FEEDBACK' button with a question mark icon is located at the bottom right. On the left, the 'Træner' panel includes a profile picture, a text box explaining the four priority levels and the auto-tag, a 'Spil automatisk' toggle switch, and a 'TÆND' button. At the bottom of the panel, there is a 'SKJUL TEKST' button with a speech bubble icon.

Opgaverne i et modul prioriteres af moduldesigneren. Der identificeres nogle centrale opgaver, som henholdsvis er de kerneopgaver ("core"), modulet kredser om, samt andre påkrævede opgaver ("pass"), alle elever skal igennem for på fyldestgørende vis at indfri læringsmålene. Hertil kommer mere krævende opgaver ("excel"), som repræsenterer detaljerede, komplekse og/eller mere perifere dele af indholdet, som ikke alle eleverne forventes at løse. Desuden kan der være supplerende materiale ("extra"), som ikke er påkrævet, og derfor ikke er en del af det adaptive modul. Den femte kategori ("auto") er ikke tænkt som et niveau for sig. Den er beregnet til tagging snarere end at være udtryk for egentlig faglig prioritering. Den er relevant i forbindelse med indhold, der kræver en høj grad af automatisering, og som kan trænes ved repetition (for eksempel simple former for regning og grammatik).

Algoritmens personalisering og bidrag til differentiering afhænger af den kvalitet og præcision, designeren kan skabe gennem sin formulering og prioritering af opgaver. Differentieringen sker som nævnt i form af individuel tilpasning af læringsstier, men dette vil vi betegne som en snævert fokuseret differentiering, idet læremidlet ikke giver eleverne mulighed for at arbejde med forskellige metoder i forhold til de samme problemer og ej heller varierede læringsstrategier, arbejdsformer, rollefordelinger, grader af åbenhed og grader af selvstændighed i opgaveløsningen. *Rhapsode* tilbyder heller ikke et stillads for elevernes selvstændige matematikfaglige problemløsning, som indebærer dialog og samarbejde i et fagligt fællesskab. Derfor kræver brugen af læremidlet i vores optik, at læreren integrerer det i en bredere didaktisk rammesætning, hvis dets personaliserede læring skal bidrage

til en fællesskabende differentiering i undervisningen.

Inden for didaktisk analyse bruges termen betingelsesstruktur om blandt andet økonomiske, institutionelle og personbundne rammebetingelser (Jank & Meyer, 2010, s. 69-70). I psykologisk læringsteori vedrører for eksempel klassisk og operant betingning forskellige måder at sammenkæde stimuli, respons og konsekvens. Inden for datalogi betegner eksempelvis betingede udsagn, betingede udtryk og betingede konstruktioner forskellige funktioner i et programmeringssprog. Ved analyse af adaptive læremidler må vi have blik for forskellige måder at betinge handlinger på, herunder didaktisk, psykologisk og datalogisk. Didaktisk brug af *Rhapsode* kræver således, at de datalogiske og psykologiske betingede handlinger inden for det personaliserede læringsprogram bliver tænkt sammen med en didaktisk betingelsesstruktur, herunder elevernes motivation, selvstændiggørelse og interesseudvikling.

Betingede handlinger har en "hvis-så"-struktur. På grund af algoritmens korrelation af flere parametre kan det imidlertid være vanskeligt for brugeren at gennemskue den kausale sammenhæng i *Rhapsodes* betingelsesstruktur. Hvis eleven svarer forkert på en opgave, så bliver der stillet en anden opgave, men udvælgelsen af næste opgave sker som nævnt ud fra algoritmens fortolkning af et bredere mønster i opgaveløsningen. Derfor kan *Rhapsodes* betingelsesstrukturer for brugeren fremstå som en black box. Dette kan have betydning for både lærer og elevs motivation og faglige engagement. Den iterative proces kan forekomme redundant, vilkårlig eller meningsløs, hvis eleverne ikke kan gennemskue baggrunden for, at de for eksempel bliver stillet den samme opgave flere gange eller pludselig bliver stillet en helt anden type opgave, end den de aktuelt har problemer med at klare (Gissel et al., 2020). Dette kan medføre en oplevelse af mangel på sammenhæng i undervisningen. Derfor kræver en kvalificeret didaktisk brug af *Rhapsode*, at læreren er fortrolig med den adaptive betingelsesstruktur og er i stand til at bruge læremidlet med en høj grad af situationsbestemt dømmekraft. En væsentlig forudsætning er her, at designeren kan formidle de kausale forklaringer på algoritmens korrelationer som didaktisk indblik og vejledning af lærerne. Ellers bliver den didaktiske begrundelse i praksis overladt helt til algoritmer.

Det er for eksempel afgørende, at læreren er opmærksom på, at der med *Rhapsode* ikke er tale om et repetitivt, færdighedstrænende læremiddel som for eksempel *MatematikFessor*, der bruges som ekstramateriale eller til automatisering af færdigheder og konsolidering af viden, men derimod om et kredsende, forståelsesorienteret læremiddel, der snarere er designet til fordybelse (Gissel et al., 2020, s. 130-137). Mikrogranuleringen gør, at man som lærer vil kunne komme til at fokusere snævert på, om eleverne har løst opgaver og er kommet

igennem pensum, en slags didaktisk nærsynethed. Læremidlet kan give underviseren en følelse af overblik, men det er et rent aktivitetsbåret overblik, der ikke omfatter elevernes faglige fordybelse og interesseudvikling.

Umiddelbart kan *Rhapsodes* betingelsesstruktur synes at give en høj rammesætning af elevernes aktiviteter i undervisningen. Den programmerede brug af læringsmål og den segmenterede opgaveløsning kan give indtryk af, at man bliver styret hen til de steder, der har størst læringsmæssig værdi. Brugerens frihedsgrad er således reduceret af mål og opgaver, men eleverne kan bestemme tempo og tilkalde lærerens hjælp efter behov. Spørgsmålet er imidlertid, hvori behovet for faglig relevant hjælp består, og hvordan læreren får det koblet med elevernes faglige forudsætninger og potentialer. *Rhapsode* bidrager således ikke til at rammesætte arbejdet med elevernes motivation, faglige engagement, selvstændige undersøgelser, faglige dialoger og anvendelsesorienterede kobling til fagets omverden. Man kan redesigne og videreudvikle *Rhapsode* med henblik på at styrke denne del af matematikundervisningen, men der synes at være tale om en mere principiel problematik.

Personaliserede læringsprogrammer synes især velegnede til at støtte de dele af undervisningen, hvor der er en programmeret betingning af handlinger, mens det er mere vanskeligt, når eleverne selv eller i fællesskab skal formulere hypoteser med "hvis-så"-spørgsmål og hermed tage ansvar for første led i betingelsesstrukturen.

De adaptive læremidlers indtog i læremiddellandskabet skærper derfor behovet for både en didaktisk og en politisk diskussion af design. Hvordan sikrer vi en høj kvalitet i design af de adaptive læremidler, således at algoritmerne ikke over tid udvikler undervisningen i retninger, som brugerne ikke bevidst kan forholde sig til. Udfordringen er her, at bias i et digitalt system ofte først viser sig, når systemet har været anvendt og udviklet over tid. Derfor er der en risiko for at skabe en datadrevet udvikling af undervisning, der kan vise sig at have systemeffekter som for eksempel at præge undervisning i retning af prioritering af de højstrukturerede dele af undervisningen.

Rhapsodes udtryksformer og minimalistiske design

Rhapsodes udtryk har et konsekvent, minimalistisk design. Til grund for dette designvalg ligger Mayers (Mayer, 2009; Moreno & Mayer, 2007) principper for multimodal repræsentation, som har det formål

at minimere uønsket kognitiv belastning og befordre processering af multimodale tekster. Grundlaget er en kognitiv teori kendt under forkortelsen CLT (*cognitive load theory*), som beskæftiger sig med belastning af arbejdshukommelsen. Mayer formulerer i alt 12 principper, der fremmer effektiv og hensigtsmæssig læring, hvor læring primært forstås som kognitiv bearbejdning af tilgængelige informationer med arbejdshukommelsen som omdrejningspunkt.

I Rhapsode (Skærbillede 4) er Mayers designprincipper implementeret ved, at verbalsproglige ytringer holdes i korte analytiske sætninger, en konsekvent brug af konvergerende modaliteter (typisk verbalsprog, billede, diagram, symbolsprog og signalfarver), at udtrykket ikke indeholder overflødige tegn, valgbar oplæsningsfunktion, grafisk nærhed mellem ord og billede (spatial kontiguitet), simultan brug af talte ord og billeder (temporal kontiguitet) samt grafisk styring af brugerens opmærksomhed.

Skærbillede 4.

Eksempel på taksonomisk målstyring.

The screenshot shows a learning interface with a sidebar on the left and a main content area on the right. The sidebar, titled 'Træner', contains a question: 'På billedet er der 5 forskellige slips.' and asks 'Hvor mange slips er grønne?'. It provides feedback: 'Der er 1 slips, der er grønt.' and 'Det ene grønne slips er tælleren.' Below the question is a 'Spil automatisk' toggle and a 'TÆND' button. At the bottom of the sidebar is a 'SKJUL TEKST' button. The main content area is titled 'FRA BILLEDE TIL BRØK' and features an image of five colorful neckties. Below the image is a fraction bar: $\frac{\text{Grønt slips}}{\text{Slips i alt}} = \frac{\text{Tæller}}{\text{Nævner}} = \frac{1}{5}$. At the bottom of the main area are four buttons: 'VIDSTE DET' (green), 'HAR FORSTÅET DET' (green), 'TROR JEG VED DET' (orange), and 'JEG FORSTÅR IKKE' (red). Below these buttons is a 'GIV OS FEEDBACK' button with a question mark icon.

Et eksempel på en grafisk styring af opmærksomheden ses i de fire knapper forneden i Skærbillede 4. Farvernes symbolværdi er ikke forklaret i læremidlet, men trækker på konventionelle farvekoder for positiv og negativ betydning, der i den aktuelle kontekst repræsenterer brugerens forskellige grader af sikkerhed i forhold til viden.

Det minimalistiske design hjælper brugeren med at reducere

unødvendig støj, stille skarpt på de centrale videnselementer og fastholde opmærksomheden.

Desuden har man valgt at bruge syntetisk tale til den digitale assistent (benævnt *Træner* i venstre side i Skærmbillede 4). Derfor lever denne del af designet ikke op til Mayers krav om en personaliseret henvendelsesform.

Udtrykket rummer på den anden side ikke kompleksitet eller kognitive konflikter, det kunne for eksempel være en kompleks situation, der skal oversættes til en matematikfaglig problemstilling, hvilket ellers kunne fremme en dybere forståelse af det matematikfaglige. En væsentligt faglig pointe er her, at man kan reducere kompleksitet på forskellige måder, og at kompleksitet kan være positivt.

Det minimalistiske design er således forbundet med både fordele og ulemper. Designet bidrager til en kognitiv kompleksitetsreduktion, men det kan også indebære læring, der forekommer 'lettere' og 'nemmere' og derfor mere effektiv på kort sigt, men som måske ikke fremmer fagligt engagement og interesseudvikling på længere sigt. Siden Sweller (1988) udviklede CLT, er teorien både blevet brugt som en grundlagsteori om menneskets kognition, en deskriptiv læringsteori med fokus på videnstilegnelse og en normativ undervisningsteori om den mest effektive instruktion. Som deskriptiv læringsteori kan man kritisere, at den fokuserer for ensidigt på belastning af arbejdshukommelsen og ikke formår at integrere med andre vigtige aspekter af læring, herunder teori om motivation, tavs viden og implicit forståelse. Som undervisningsteori er det kritisk, hvis man begår den fejlslutning at slutte fra deskriptiv teori om kognition og læring undersøgt i laboratorier til normativ teori om undervisning i en kompleks kontekst. De forskellige former for kritik skærpes af, at der ikke er evidens for, at CLT-instruktion virker på sigt i en kompleks undervisningskontekst (Moreno, 2006; Schnotz & Kurschner, 2007; Kirschner, Ayres & Chandler, 2011).

Vi kan supplere denne kritik med henvisning til Pershans (2016) essay: "Not a Theory of Everything: On Cognitive Load Theory and the Complexity of Learning". Pershan beskriver udviklingen af CLT og viser, at der inden for CLT-traditionen er en relevant diskussion om den fortolkning og betydning, man bør tilskrive kompleksitet. Swellers samarbejde med van Merriënboer (Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998) satte således kritisk fokus på, at fravær af reel problemløsning har negativ betydning for motivation, at hyppig brug af konstruerede opgaver fremmer et stereotypt løsningsmønster, og at "mål-fri" problemløsning er et nødvendigt supplement til snævert målstyrede opgaver. I det lys er målet med CLT ikke blot at reducere kognitiv belastning og kompleksitet, men derimod også at stilladsere en tilpas udfordrende problemløsning.

Sweller (1988) skelner mellem tre typer af kognitiv belastning:

- en indefra kommende og derfor intrinsisk og uomgængelig (“intrinsic load”),
- en irrelevant (“extraneous load”)
- og en relevant (“germane load”).

Dette triadiske skel har betydning for mikrogranulering af indhold, som beskrevet oven for. Væsentligst i relation til udtryk er, at Mayers principper for multimodal repræsentation koncentrerer udtryksformen om en koncis og kohærent repræsentation af en uomgængelig iboende kognitiv belastning forbundet med en bestemt opgaveløsning og videnstilegnelse, samtidig med at man forsøger at reducere irrelevante information for at undgå kognitiv overbelastning. Et kritisk spørgsmål er derfor, i hvilket omfang *Rhapsode* repræsenterer en relevant belastning, der ligger ud over den nødvendige og relevante belastning?

Det minimalistiske design er i vores optik forbundet med en række risici. Mayers principper kan for det første komme til at fremme faglig præcision på bekostning af for eksempel fortællende udtryksformer, der motiverer eleverne og møder dem i øjenhøjde. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, at brug af især verbalsproglige fagbegreber ikke bliver for vanskelige for de yngste elever. Ønsket om præcision kan resultere i en brug af fagsprog, der er klar og tydelig ud fra et lærerperspektiv, men vanskelig at forstå og forbinde sig med ud fra et elevperspektiv. Vi vender tilbage til denne problematik i forbindelse med en diskussion af, om begrebsforståelse i det hele taget bør være forbundet med en åben og undersøgende begrebsdannelse. Et andet opmærksomhedspunkt er behovet for variation i udtrykket og repræsentation af relevant belastning ud over kernestoffet. Udfordringen er her, at algoritmen og designet sætter fokus på et feedback-loop med *Rhapsodes* automatiserede respons til eleverne samt deres selvevalueringer som input til *Rhapsode*, der i sagens natur giver indblik i elevernes oplevede effekter på kort sigt, men ikke giver indsigt i de former for langsigtet virkning, som et bredere repertoire af relevant belastning sigter mod og kan bidrage til. Denne problematik er nært forbundet med aktiviteterens betingelsesstruktur.

Rhapsodes indhold og kognitive stilladsering

I ethvert læremiddel er der en nær sammenhæng mellem udtryk, aktiviteter og indhold. Læremidlets udtryk repræsenterer dets indhold, og dets aktiviteter rammesætter elevernes arbejde med og fortolkning af indholdet. Dermed repræsenterer *Rhapsodes* minimalistiske design ud fra CLT-principper et højstruktureret indhold, mens de prioriterede aktiviteter fastlægger, hvad der er faglig kerne og periferi.

Selvom det adaptive interaktionsdesign er dynamisk og foranderligt, ligger der en statisk indholdsstruktur bag med knudepunkter, som *alle* elever kommer igennem uanset niveau og præstation. Det er ikke så meget indholdet i sig selv, men rækkefølgen af opgaver, der varierer med elevens læringsti. Læringsmålstyringen, den konvergerende brug af modaliteter og de overvejende instruktivistiske aktiviteter gør, at det indhold, eleverne skal arbejde med, er fastlagt og højstruktureret. Der er hverken et åbent eller halvåbent felt af gyldige handlinger. Derfor er der heller ikke et semistruktureret udfaldsrum med flere mulige svar og opgaveløsninger. Elevernes gyldige svar og former for videnstilegnelse er givet på forhånd. Designeren har dermed på forhånd defineret, hvad eleverne skal lære om indholdet, hvilket gør det lettere at formulere selvrettende opgaver, der kan levere data til algoritmen.

Den høje grad af strukturering gør det vanskeligt at skelne mellem indhold og viden i matematikundervisningen. Hvis indholdet skal have en substantiel karakter, må det på eksemplarisk vis være forbundet med matematiske fænomener og problemer, eleverne udforsker enten inden for faget eller i relation til fagets omverden (Hansen, Elf, Misfeldt, Gissel & Lindhardt, 2020, s. 86-88). Viden om indholdet er resultater af matematiske undersøgelser, der typisk er formuleret som påstande, regler og procedurer, for eksempel den pythagoræiske læresætning. Eleverne skal gøre sig erfaringer med, at matematik er mere end formidling af andres resultater. De skal udvikle en forståelse af, at også matematikken er eksperimentel og undersøgende (Hansen et al., 2020, s. 71-76). Undersøgelser kan være mere eller mindre åbne og styrede fra rent eksplorative til investigerende, hvor man afprøver hypoteser. De kan rette sig mod rent matematiske problemstillinger eller problemer i fagets omverden. Dette er relevant at fremhæve i denne sammenhæng for at sætte det højstrukturerede indhold i *Rhapsode* i perspektiv og reflektere over, hvordan det kan kobles til mere åbne og undersøgende dele af faget.

Det højstrukturerede indhold i *Rhapsode* hænger som beskrevet ovenfor sammen med prioriteringen af den form for kognitiv belastning, der anskues som nødvendige indholdselementer i forhold til elevernes forståelse og problemløsning. Elementerne er netop intrin-

sikke i den forstand, at de bliver bestemt med afsæt i en analyse af indholdets egen struktur og på den måde kommer indefra. Udfordringen er, at det kan være vanskeligt at afgøre, hvad der er intrinsisk, og hvordan man skelner mellem det intrinsiske, og det man inden for CLT opfatter som relevant kognitiv belastning.

Matematikfaget adskiller sig fra mange andre fag og genstandsområder, fordi fænomenerne er præget af en høj grad af regularitet, der gør det lettere at strukturere indholdet, hvilket også er tydeligt i *Rhapsode*. Som eksempel på dette anvender vi modulet om formler.

Første halvdel af modulet bidrager til begrebsforståelse af formler ved at kredse om intrinsiske elementer, der har betydning for tilegnelsen. Eleverne skal således lære at identificere en formel, forstå forholdet mellem formler og ligninger, identificere variable i en formel, isolere variable, omskrive formler i henholdsvis ét og to trin samt forstå den algebraiske formel for et rektangels areal. Ved at bruge formelen for hastighed ($v = s/t$) som eksempel på isolering af variable, øger *Rhapsode* sandsynligheden for en intuitiv forståelse, fordi de fleste har erfaring med, at der er en sammenhæng mellem tid, strækning og hastighed. *Rhapsode* benytter imidlertid ikke fortællende hverdagsoplevelser, der kan knytte an til elevernes erfaringsverden. Dem må læreren supplere med, hvis elever har vanskeligt ved at forstå dette element. I stedet repræsenterer *Rhapsode* denne isolering som en simpel interaktiv model, hvor man kan skifte mellem isolering af de tre variable. Den interaktive model forbereder hermed en senere opgave, hvor eleverne skal omskrive formler, idet den fremstiller en omskrivning af formelen for hastighed til henholdsvis en formel for tid ($t = s/v$) og en formel for strækning ($s = t \cdot v$).

Anden halvdel af modulet bidrager til begrebsforståelsen med en række opgaver med algebraiske formler, der dels kan bruges til at beskrive geometriske sammenhænge med algebraiske udtryk, og dels kan hjælpe eleverne med at konsolidere tilegnelsen af læringsmålet "Genkende formler som et udtryk for en sammenhæng". Man kan her spørge, hvad det vil sige at genkende. Læringsmålene er typisk formuleret med verber fra de nederste niveauer i Blooms taksonomi (Bloom, 1956), men målet om at "genkende" er mere eller mindre avanceret afhængigt af, om det eksempelvis er fysiske, kemiske, biologiske eller algebraiske sammenhænge, der skal genkendes, hvor komplekse sammenhænge er, og om de er intuitivt forståelige eller kræver en længere række af beregninger og eksperimenter at forstå og underbygge, som det for eksempel er tilfældet med $E = mc^2$.

I forlængelse heraf kan man spørge til det taksonomisk set mere krævende læringsmål "Anvende formler til problemløsning". Modulet lever op til CLT-kravene om at undgå overbelastning af korttidshukom-

melsen ved at vælge forholdsvis simple eksempler på formler og et højstruktureret indhold fra det algebraiske stofområde, men eleverne lærer af samme grund kun at anvende formler til problemløsning inden for et afgrænset område. Derfor er der ikke tale om en specielt elaboreret anvendelse, der lægger op til en forståelse af, at forskellige typer af formler relaterer til forskellige typer af sammenhænge i verden. Formuleret med CLT-termer er det en principiel diskussion i sig selv, hvorvidt denne forståelse er et intrinsisk eller blot et relevant element i en begrebslig forståelse af formler.

Prioriteringen af et højt struktureret indhold i *Rhapsode* peger på, at der ofte er tale om et pragmatisk skel mellem de intrinsiske elementer, der inkluderes i modulerne, og de relevante elementer, som enten kun tilføjes som ekstra aktiviteter i læremidlet eller ekskluderes. Hvis modulet skal bidrage til elevernes udvikling af en modeleringskompetence, hvor de selv er i stand til at forstå og anvende forskellige typer af formler i relation til problemstillinger i fagets omverden (Jensen, 2009), så er det vigtigt, at læreren er opmærksom på, at der ofte vil være intrinsiske elementer i begrebsforståelsen, der ikke er inkluderet i læremidlet af pragmatiske årsager. Derfor kræver en kvalificeret brug af *Rhapsode* tid til forberedelse og evaluering. Det gør kvalificeret brug af andre didaktiske læremidler også, men det er vigtigt at understrege ved adaptive læremidler, således at man ikke kommer til at antage, at de kan erstatte læreren. Analysen af *Rhapsode* dokumenterer tværtimod, at der er behov for at gentænke både lærerens rolle og brugen af lærervejledninger og andre former for inspiration til den didaktiske rammesætning, hvis man ønsker at anvende læremidlets adaptive egenskaber til en differentieret og motiverende undervisning.

Rhapsode i et diskursperspektiv

Det didaktiske designperspektiv kan med afsæt i den Fairclough-inspirerede model udvides med et diskursperspektiv, der fortolker *Rhapsodes* design og didaktik i relation til en større kontekst. Som det blev tematiseret i indledningen, er fortolkningen af ALT og adaptive læremidler genstand for en diskurskamp i såvel den politiske som den pædagogiske offentlighed. En diskurs er en sammenhængende kæde af ytringer, der tilskriver et fænomen bestemte værdier og betydninger, som er med til at farve forståelsen af fænomenet (Jørgensen & Phillips, 1999). Man kan forholde sig mere eller mindre kritisk til en diskurs, men da der er tale om et større og ofte underforstået netværk

af betydninger, kan det være vanskeligt at få skabt tilstrækkeligt analytisk distance. Det kræver et bredt udsnit af tekster og ytringer, der kan dokumentere et bredspektret virkningsmønster.

Rhapsode er således et adaptivt læremiddel, der eksempelvis både kan anskues ud fra en *effektiviserings-*, en *optimerings-*, en *fremmedgørelses-*, en *forsimplings-* og en *overvågningsdiskurs*. De fem foranstillede led er præfikser, der angiver strukturerende begreber for diskurserne, også kaldet nodalpunkter (Jørgensen & Phillips, 1999). Den metodiske udfordring er, at det kræver en kombination af selektionskriterier at belyse forholdet mellem disse diskurser og deres samfundskontekster. Det er ikke muligt at gennemføre en fyldestgørende diskursanalyse inden for rammerne af denne artikel, men vores model for diskurskontekster kan bruges til at fremhæve principielle forhold, for eksempel at forskellige samfundskontekster kræver valg af forskellige typer af tekster.

Stat og kommuners diskurs analyseres via policy papers og styringsdokumenter. Første led i styringskæden er de fællesoffentlige digitaliseringsstrategier fra 2001 og frem samt i næste led kommunernes strategier for digitalisering, for eksempel den strategi konsulentvirksomheden *DareDisrupt* formulerede på vegne af Kommunernes Landsforening i 2017, der kombinerer en effektiviserings- og optimeringsdiskurs:

” Kunstig intelligens og læringsrobotter kan overtage dele af instruktionen til opgaveløsning og undervisningen i fagene. Derfor bliver pædagogernes og lærernes opgave en anden og kravene til deres kompetencer ændres. Det er ikke længere nødvendigt, at f.eks. læreren er faglig ekspert i et fag eller forbereder den samme undervisning igen og igen. Det kan algoritmerne klare, endda bedre og mere individuelt tilpasset end et menneske kan. Lærernes og pædagogers opgave bliver i højere grad at monitorere, facilitere og moderere læringen og progressionen og i samarbejde med teknologien understøtte alle børns læring.
(DareDisrupt, 2017, s. 55)

Markedet som samfundskontekst analyseres via PR og markedsføringstekster for læremidler, men også begrundelser for satsninger og investeringer, fx blev Vækstfondens tildeling af 190 millioner til Areaq begrundet med en vurdering af innovationspotentiale, markedsmuligheder og en opfattelse af EdTech som et investeringsområde (Vækstfonden, 2018). Inden for den politiske og pædagogiske offentlighed kan markedets diskurs fremprovokere moddiskurser, der manifesterer sig i opinionstekster. Det kan man analysere ved at sætte fokus på nogle af de metaforer, der ligger til grund for betydningskæder,

som tegner et særligt samstemt billede af et fænomen, for eksempel af forholdet mellem mennesker og maskiner, som det er tilfældet på Areag's *LinkedIn*-side, hvor de præsenterer den filosofi, der ligger bag *Rhapsode*:

” We have systematically invested in “supercharging” humans through specialized software and technology. The reason is we know that humans combined with technology is a superior approach for each individual.
(Areag Lyceum, u.d.a.)

Maskinmetaforen “supercharging” bidrager til et billede af mennesket som en *cyborg*, der kan ”boostes” ved hjælp af specialiseret teknologi. Den indgår i en betydningskæde, der også betegnes som en ”ækvivalens-kæde”, fordi resultatet er et ækvivalerende billede, det tilskriver forholdet mellem menneske og maskine en bestemt symbolsk betydning. Denne ækvivalens-kæde er del af en større magtdiskurs forbundet med magtfulde instanser (for eksempel Digitaliserings- og Økonomistyrelsen), der fremprovokerer moddiskurser, eksempelvis en fremmedgørelses-, en forsimples- og en overvågningsdiskurs. Det blev tydeligt ved lanceringen af *Rhapsode*, der ”gav voldsomme reaktioner i den danske uddannelsesdebat” (Alsinger, 2018). Ud over at blive kategoriseret som en forsimplet form for færdighedstræning og faktafokusering blev det udråbt til at være et eksempel på en ”slags statsstøttet læringsterrorisme” (Mårtensson, 2018).

De potentielle forskelle og brudflader kan relateres til forskellige samfundskontekster. Dette har vi forsøgt at indkredse med Figur 1. Pointen er, at det bliver nødvendigt at koble diskursanalyse med en strukturanalyse af samfundsmæssige forhold for at kunne at vurdere, om fænomener, der ud fra ét perspektiv fremtræder som donation, optimering og effektivisering, ud fra ét andet perspektiv fungerer som investering, overvågning og kapitalisering af data om brugernes adfærd (Hof, 2018; Bowles, 2019; Macgilchrist, 2019; Selwyn, Hillman, Eynon, Ferreira, Knox, Macgilchrist & Sancho-Gil, 2020). Markedsføringen af *Rhapsode* som personaliseret, adaptiv læringsteknologi taler direkte ind i denne debat og diskursive kontekst.

Mellem redesign, regulering og redidaktisering

Som det gerne skulle være fremgået, ligger tyngden i den gennemførte læremiddelanalyse i en didaktisk analyse, der bliver kombineret med en analyse af læremidlets design og en skitse til en diskursanalyse.

De tre niveauer er alle nødvendige for at forstå læremidlets potentiale og betingelserne for, om det bliver realiseret. Kombinerer vi de tre perspektiver, bliver det tydeligt, at udvikling af adaptive læremidler befinder sig i et dilemma mellem redesign, regulering og redidaktisering. Sidstnævnte betegner lærerens omfortolkning og tilpasning af læremidlet med afsæt i sit eget didaktisk ståsted. Derfor vil denne artikel blive sammenfattet med henblik på en perspektivering af forholdet mellem redesign, regulering og redidaktisering.

Læremiddelanalysen peger på flere forhold, der umiddelbart lægger op til redesign og videreudvikling. Det gælder for eksempel udviklingen af tekst-til-tale-funktioner, en pædagogisk tilpasning af sprogbrugen til 4. klassetrin, indforståede indholdselementer samt udvikling af algoritmen, så eleverne ikke kan opleve at blive fanget i en for dem meningsløs gentagelse. Det er ikke så overraskende i forbindelse med udvikling og afprøvning af et nyt læremiddel. Mere interessant i et videre perspektiv er de mere principielle problemer og dilemmaer, man kan iagttage.

For det første er det oplagt, at der er behov for at styrke den didaktiske rammesætning og vejledning af lærerne i læremidlet, men også af eleverne. Det er en forudsætning for en kvalificeret brug, at lærere og elever forstår adaptive læremidlers muligheder og begrænsninger. Hvis man forstår adaptive design ud fra sociale mediers præferencebaserede tilpasning, vil man efterspørge mere lystbetonede elementer og forstå motivation som underholdning. Hvis man derimod forstår dem ud fra færdighedstrænende programmers tilpasning af sværhedsgrad, vil man snarere efterspørge differentiering af sværhedsgrad. Fælles for de to typer af adaptivitet er, at de typisk er forbundet med belønningssystemer, hvor man umiddelbart får tilfredsstillet behov. Det præferencebaserede er lystbetonet, mens det træningsbaserede er konkurrencebetonet, idet det er forbundet med lysten til at vinde. Derfor er det en udfordring at bringe adaptive læremidler i spil med henblik på faglig fordybelse og begrebsforståelse. Det kræver, at man markerer et brud med fritidskulturens præferenceorienterede underholdning og skolekulturens præstationsorienterede træning til fordel for en mestringsorienteret forståelse i undervisningen (Hansen et al., 2020, s. 40-41). Udfordringen er, at det ikke kun kræver et redesign af didaktiske læremidler, herunder et adaptivt læremiddel som *Rhapsode*, men også en redidaktisering af læremidlet med henblik på at bryde med didaktiske rutiner. Derfor er der behov for en tydelig didaktisk rammesætning fra lærerens side, der kan bidrage til en undervisning, hvor der er fokus på at udvikle elevens faglige interesse over tid.

For det andet er der behov for at styrke den didaktiske begrundelse for valg, repræsentation og rammesætning af indholdselementer

i undervisningen. *Rhapsode* er udviklet som et forståelsesorienteret læremiddel. Det konvergerende udtryk repræsenterer indholdet på så fagligt entydig og præcis en måde som muligt, der modsvarer et lukket og højstruktureret indhold. Aktiviteterne instruerer elevernes arbejde med indholdet på de laveste niveauer i Blooms taksonomi. Hermed lægger læremidlet op til, at det har en funktion som facilitator af basal videnstilegnelse, inden lærer og elever på anden vis arbejder med mere kreative, kritiske og anvendelsesorienterede former for matematik af højere orden. Som det er tematiseret i forbindelse med både analyse af udtryk, aktiviteter og indhold rejser det en række kritiske spørgsmål til forholdet mellem intrinsisk og relevant indhold. Hvordan forbinder man initial basal videnstilegnelse med elaborerede undersøgelser og tænkning af højere orden? Hvorvidt er det hensigtsmæssigt at lade Blooms taksonomi være styrende for progressionen i undervisningen? Hvordan vækker man elevernes faglige nysgerrighed og interesse? Det lette svar er, at det må læreren selv svare på og tage ansvar for gennem en tilrettelæggelse, hvor læremidlet integreres og redidaktiseres som del af et sammenhængende undervisningsforløb. Men det er ikke så let endda. Lærerenes dømmekraft og redidaktisering er en del af svaret, men vi må også skærpe kravene til design af læremidler og til forskning i brug af læremidler. Vi har brug for mere viden om, hvordan adaptive læremidler bør udvikles og anvendes, hvis en algoritmebaseret tilpasning skal bidrage til en god undervisning.

For det tredje hænger det sammen med et behov for at regulere brugen af data og algoritmer i skolen. Som den skitserede diskursanalyse pegede på, ændrer brugen af digitale data forholdet mellem didaktiske modeller og forretningsmodeller i skolen. Det rejser ikke kun et spørgsmål om ejerskab til data, men også til de algoritmer, der er blevet beriget af data. Hjælper det offentlige de private firmaer med at udvikle en digital infrastruktur, som man bagefter er afhængig af? Er et frit læremiddelmarked gearret til forretningsmodeller, hvor det ikke alene er teknologi, men også data, der er genstand for forretningsudvikling?

Redesign og redidaktisering bør derfor undersøges og diskuteres i sammenhæng med regulering af digitale læremidler. Det kan godt være, at algoritmer kan læse brugernes adfærd, men denne læsning er afhængig af læremidlernes design. I takt med at algoritmerne bliver klogere på os, må også vi blive klogere på dem, så vi ikke lader os styre blindt af korrelationer, men forholder os kritisk til den komplekse kausalitet, der ligger bag. Derfor er der brug for en kritisk forskning i sammenhænge mellem diskurs, didaktik og design, der ikke nøjes med at dokumentere målbare effekter på kort sigt, men undersøger de langsigtede virkninger i undervisningen og de forskellige typer af systemeffekter i forhold til regulering og forvaltning af skolen.

Referencer

- Alsinger, P.** (2018, 9. november). Han vil frigøre lærernes tid til den avancerede undervisning. *Folkeskolen.dk*. <https://www.folkeskolen.dk/645093/han-vil-frigoere-laerernes-tid-til-den-avancerede-undervisning>
- Area 9 Lyceum.** (u.d.a.). *Om* [LinkedIn side]. LinkedIn. Lokaliseret 16. juni, 2021, på <https://www.linkedin.com/company/area9lyceum/?originalSubdomain=dk>
- Area 9 Lyceum.** (u.d.b.). *Activity based learning with Area9 Rhapsode*. Lokaliseret 17. august, 2021, på <https://area9lyceum.com/adaptive-learning/activity-based-learning/>
- Boninger, F., Molnar, A. & Saldaña, C.** (2020). *Big claims, little evidence, lots of money: The reality behind the Summit Learning Program and the push to adopt digital personalized learning platforms*. National Education Policy Center.
- Bloom, B. S.** (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. *Handbook I: Cognitive domain*. McKay.
- Bowles, M.** (2019). *Machine Learning with Spark™ and Python®: Essential Techniques for Predictive Analytics*. John Wiley & Sons, Inc. DOI:10.1002/9781119562023
- Bundsgaard, J. & Hansen, T. I.** (2011). Evaluation of learning materials: a holistic framework. *Journal of Learning Design* 4(4), s. 31-44. DOI:10.5204/jld.v4i4.87
- Conejo, R., Guzmán, E., Millán, E., Trella, M., Pérez-De-La-Cruz, J. L. & Ríos, A.** (2004). SIETTE: A Web-Based Tool for Adaptive Testing. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 14(1), 29-61.
- DareDisrupt.** (2017). *Fem teknologiske temaer*. Kommunernes Landsforening.
- Fairclough, N.** (1992). *Discourse and social change*. Polity Press.
- FitzGerald, E., Jones, A., Kucirkova, N. & Scanlon, E.** (2018). A literature synthesis of personalised technology-enhanced learning: what works and why. *Research in Learning Technology*, 26. DOI:10.25304/rlt.v26.2095
- Gissel, S. T., Gynther, K., Hansen, T. I., Højgaard, T., Jørnø, R. L. V, Nortvig, A-M. & Pettersson, M.** (2020). *Rhapsode – design, brug og virkning*. Læremiddel.dk & AU. https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2021/06/Rhapsode_Rapport_L%C3%A6remiddel.dk_o80621.pdf
- Guzmán, E., Conejo, R. & Pérez-de-la-Cruz, J. L.** (2007). Improving Student Performance using Self-Assessment Tests. *IEEE Intelligent Systems*, 22(4), 46-52. DOI: 10.1109/MIS.2007.71.
- Hansen, T. I., Elf, N. F., Misfeldt, M., Gissel, S. T. & Lindhardt, B. K.** (2020). *KVALITET I DANSK OG MATEMATIK: Et lodtrækningsforsøg med fokus på undersøgelsesorienteret dansk- og matematikundervisning*. Læremiddel.dk.
- Hansen, T. I. & Skovmand, K.** (2011). *Fælles mål og midler*. Klims Forlag.
- Hansen, T. I.** (2012). Udtryk og medier. I: S. T. Graf, T. I. Hansen & J. J. Hansen (red.), *Læremidler i didaktikken – didaktikken i læremidler*. Klims Forlag, 165-197.
- Hof, S. v. d.** (2018). *Children and data protection from the perspective of children's rights – Some difficult dilemmas under the General Data Protection Regulation*. Wolters Kluwer. Lokaliseret på <https://scholarlypublications.universiteitleiden.nl/access/item%3A2973998/view>
- Jank, W. & Meyer, H.** (2010). *Didaktiske modeller – grundbog i didaktik*. Gyldendals Lærerbibliotek.
- Jensen, T. H.** (2009). Modellering versus problemløsning – om kompetencebeskrivelser som kommunikationsværktøj. *MONA*, (2), 37-54.

- Jørgensen, M. W. & Phillips, L.** (1999). *Diskursanalyse som teori og metode*. Samfundslitteratur - Roskilde Universitetsforlag.
- Kirschner, P. A., Ayres, P. & Chandler, P.** (2011). Contemporary cognitive load theory research: The good, the bad and the ugly. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 99-105. DOI:10.1016/j.chb.2010.06.025
- Lanzilotti, R. & Roselli, T.** (2007). An Experimental Evaluation of Logiocando, an Intelligent Tutoring Hypermedia System. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 17, 41-56.
- Liu, M., McKelroy, E., Corliss, S. B. & Carrigan, J.** (2017). Investigating the effect of an adaptive learning intervention on students' learning. *Education Tech Research and Development*, 65, 1605-1625. DOI:10.1007/s11423-017-9542-1
- Lo, J. J., Wang, H. M. & Yeh, S. W.** (2004). Effects of confidence scores and remedial instruction on prepositions learning in adaptive hypermedia. *Computers & Education*, 42(1), 45-63. DOI:10.1016/S0360-1315(03)00064-2
- Macgilchrist, F.** (2019). Cruel optimism in edtech: when the digital data practices of educational technology providers inadvertently hinder educational equity. *Learning, Media and Technology*, 44(1), 77-86. DOI: 10.1080/17439884.2018.1556217
- Mayer, R. E.** (2009). *Multimedia learning* (2. udg.). Cambridge University Press.
- Mehta, N. & Assadpour, E.** (2017). The Chan-Zuckerberg Biohub: Modern Philanthrocapitalism Through a Critical Lens. *The Columbia University Journal of Global Health*, 7(2), 36-44. DOI:10.7916/thejgh.v7i2.6642
- Moreno, R.** (2006). When worked examples don't work: Is cognitive load theory at an Impasse?. *Learning and Instruction*, 16(2), 170-81. DOI:10.1016/j.learninstruc.2006.02.006
- Moreno, R. & Mayer, R.** (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 19, 309-326. DOI:10.1007/s10648-007-9047-2
- Mårtensson, B. D.** (2018, 11. januar). Vækstfonden, Area 9 og Ginnungagap. *Folkeskolen.dk*. <https://www.folkeskolen.dk/623653/vaekstfonden-area-9-og-ginnungagap>
- Nguyen, L.** (2015). *A User Modeling System for Adaptive Learning* [Konference præsentation]. The 17th International Conference on Interactive Computer aided Learning (ICL2014), Dubai, Forenede Arabiske Emirater. DOI:10.1109/ICL.2014.7017887
- Peng, H., Ma, S. & Spector, J. M.** (2019). Personalized Adaptive Learning: An Emerging Pedagogical Approach Enabled by a Smart Learning Environment. I: M. Chang, E. Popescu, Kinshuk, N-S. Chen, M. Jemni, R. Huang, J. M. Spector & D. G. Sampson (red.), *Foundations and Trends in Smart Learning. Lecture Notes in Educational Technology* (s. 171-176). Springer. DOI:10.1007/978-981-13-6908-7_24
- Pershan, M.** (2016). "Not a Theory of Everything": Debating the Limits of Cognitive Load Theory. Lokaliseret 17. august, 2021, på <https://cognitiveloadtheory.files.wordpress.com/2016/04/notatheoryofeverythingdebatingthelimitsofcognitiveloadtheory.pdf>
- Russakoff, D.** (2015). *The Prize: Who's in charge of America's Schools*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Saltman, K. J.** (2018). *The Swindle of Innovative Educational Finance*. Minneapolis University of Minnesota Press.
- Schnotz, W. & Kirschner, C.** (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 19, 469-508. DOI:10.1007/s10648-007-9053-4

- Selwyn, N.** (2019). *Should robots replace teachers?: AI and the future of education*. John Wiley & Sons, Inc.
- Selwyn, N., Hillman, T., Eynon, R., Ferreira, G., Knox, J., Macgilchrist, F. & Sancho-Gil, J.M.** (2020). What's next for Ed-Tech? Critical hopes and concerns for the 2020s. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 1-6. DOI: 10.1080/17439884.2020.1694945
- Sweller, J.** (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. DOI:10.1016/0364-0213(88)90023-7
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. G. W. C.** (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296. DOI:10.1023/A:1022193728205
- Tai, D. W-S., Tsai, T-A. & Chen, F. M-C.** (2001). Performance Study on Learning Chinese Keyboarding Skills Using the Adaptive Learning System. *Global Journal of Engineering Education*, 5(2), 153-161.
- Office of Educational Technology.** (2017). *Reimagining the Role of Technology in Education: 2017 National Education Technology Plan Update*. U.S. Department of Education.
- Verdu, E., Regueras, L. M., Verdu, M. J., De Castro, J. P. & Pérez, M. A.** (2008). Is adaptive learning effective? A review of the research. WSEAS International Conference [Referat]. *Mathematics and Computers in Science and Engineering*, 7.
- Vækstfonden.** (2018, 10. januar). *Ny investering: Area9 kan blive fyrtårn inden for uddannelsesteknologi* [Nyhed]. Lokaliseret på <https://vf.dk/nyheder/2018/area9/>
- Waters, J. K.** (2014, 16. april). The Great Adaptive Learning Experiment. *Campus Technology*. <https://campustechnology.com/articles/2014/04/16/the-great-adaptive-learning-experiment.aspx>
- Watters, A.** (2021). *Teaching machines: The history of personalized learning*. MIT Press.
- Xie, H., Chu, H.-C., Hwang, G.-J. & Wang, C.-C.** (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 1-16.

Abstract

Computational tankegang er et centralt begreb, når der tales om teknologiinddragelse i folkeskolen. Denne artikel adresserer brugen af digitale artefakter til at understøtte elevernes computationelle og matematiske forståelse og undersøger, hvilke potentialer der kan opstå. Dermed sætter artiklen fokus på et forskningsfelt, som er relativt uudforsket, og hvor der fortsat mangler empirisk viden. Formålet er at undersøge lærerens brug af digitale artefakter i didaktiske iterative cyklusser. Teorien om semiotisk mediering bruges til indholdsanalyse af brugen af digitale artefakter på tværs af de didaktiske cyklusser, da denne teori er velegnet til at belyse tegn på mediering. Det empiriske datagrundlag består af en case, som inkluderer observationer fra undervisningen fra tre 3. klasser på samme skole. Fokus er centreret om den ene classes arbejde med micro:bits som digitalt artefakt. Undersøgelsens resultater peger på, at lærerens mediering, og opmærksomhed på dertil hørende tegn, har afgørende betydning for elevernes anvendelse, forståelses- og brugskompetencer indenfor computationel tankegang i matematikundervisningen.

Computational thinking (CT) is a key concept when it comes to technology involvement in primary and lower secondary school. This article addresses the use of digital artifacts to support students' computational and mathematical understanding and explores the potentials that may arise. The purpose is to investigate the teachers use of digital artifacts in didactic iteratives. The theory of semiotic mediation (TSM) is used for content analysis of the use of digital artifacts across the didactic cycles. The empirical data base consists of a case, which includes observations from the teaching of the teaching staff from three 3rd grades at the same school. The focus is on one of the classes' work with micro:bits as a digital artifact. The study results indicate that the teacher's mediation and attention to associated signs are of crucial importance to the students' use, understanding and skills within CT in mathematics teaching.

Digitale artefakter i matematik-undervisningen

Understøttelse af elevernes computationelle og matematiske forståelse

Indledning

Computational tankegang (CT) har på det seneste fået en uddannelses- og forskningsmæssig interesse både nationalt og internationalt (Ejsing-Duun, Misfelt & Andersen, 2021; Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari, Punie, Kampylis & Engelhardt, 2016). Ifølge Gadanidis, Cendros, Floyd og Namukasa (2017) er der et naturligt og historisk link mellem CT og den matematiske disciplin bestående af logiske strukturer og evnen til at modellere matematiske problemer. Dette underbygges af Pérez (2018), der konkluderer, at når elever undersøger matematiske problemer ved hjælp af computationelle problemløsningsstrategier, for eksempel programmering, algoritmisk tænkning og arbejde med computationelle abstraktioner, kan det hjælpe dem med at udvikle en dybere forståelse af det matematiske problem. Ved inddragelse af digitale artefakter i en undervisningssammenhæng er det væsentligt, at der skabes en mening omkring artefakterne for eleverne. Dette kan gøres igennem det, som Vygotsky (Rieber, 1997) betegner som den medierede aktivitet, der hentyder til, at mennesker i et sociokulturelt perspektiv tolker deres omverden igennem tegn og artefakter. Lærerens mediering bliver således central i arbejdet med CT i indskolingens matematikundervisning, og derfor vil artiklens fokus være på, hvordan læreren, igennem tegn, medierer brugen af digitale artefakter i matematikundervisningen. Teorien om semiotisk mediering (TSM) bruges til at analysere brugen af et digitalt artefakt og hvilke mulige tegn, der kan være med til at udvikle elevernes computationelle og matematiske forståelse. Brugen af digitale artefakter understøtter ikke uden videre elevernes matematiske forståelse – dette er betinget af et planlagt didaktisk design med opgaver, der hjælper eleverne med at skabe en sammenhæng mellem brugen af det digitale artefakt og matematiske begreber (Bartolini Bussi & Mariotti,

Af Camilla Finsterbach Kaup, Professionshøjskolen UCN,
& Susanne Dau, Professionshøjskolen UCN

2008). Undersøgelsen er således relevant for matematiklærere, da den ser på, hvordan læreren kan inddrage digitale artefakter til at understøtte CT i relation til matematikundervisningen.

Dette leder frem mod artiklens forskningsspørgsmål:

Hvordan kan en undervisningssekvens med brug af micro:bit understøtte samspillet mellem computationel tankegang og matematik? Hvilken rolle spiller lærerens måde at mediere aktiviteterne på i matematikundervisningen ved inddragelse af computationel tankegang?



Nyere forskning indenfor området

Til kortlægning af den nyere forskning indenfor området er der foretaget en systematisk søgning i ERIC (d.12.07.21) på engelsksproget peer-reviewed forskningslitteratur med søgetermerne “Computational Thinking” AND “Math*”. Søgningen blev foretaget på peer-reviewed tekster med fuldtekst adgang. Dette resulterede i 8 forskningspublikationer, hvilket vidner om et relativt lille antal af artikler, som inkluderer begge begreber på overskriftsniveau.

Forskningspublikationerne repræsenterede artikler fra 2014-2020. Efter en sortering og selektion af artiklerne blev tre publikationer valgt fra. Fravalget blev begrundet i følgende: En publikation var ikke repræsentativ for vores undersøgelses genstandsfelt (uddannelser, hvor elever indgår), da den adresserede uddannelsen på et teknisk universitet. En publikation adresserede ikke i tilstrækkelig grad videnskabeligt arbejde med CT og matematik, men bestod i højere grad af en beskrivelse af matematikkursers indhold, og en artikel blev fravalgt, da det var en oversigtsartikel over andres artikler og derfor ikke adresserede et konkret studie. De resterende 5 artikler er inkluderet som baggrund for vores oversigt over litteraturen. Det mindre litteraturreview inkluderede såvel kvalitative som kvantitative studier. Alle de inkluderede forskningspublikationer havde lærere og/eller elever fra folkeskolen og/eller de gymnasiale uddannelser som genstandsfelt (Chongo, Osman & Nayan, 2020; Lockwood, DeJarnette, Asay & Thomas, 2016; Promraksa, Sangaroon & Inprasitha, 2014; Reichert, Barone & Kist, 2020; Weintrop, Behesti, Horn, Orton, Jona, Trouille & Wilensky, 2016). En oversigt kan findes i Bilag 1.

Reviewet viser, at CT kan styrke elevers matematiske evner

(Chongo et al., 2020; Reichert et al., 2020). Blandt andet er CT fundet anvendeligt i relation til facilitering af problemløsning i matematik (Lockwood et al., 2016; Promraksa et al., 2014; Weintrop et al., 2016). Et empirisk casestudie har ligeledes vist, at udover at have betydelig indflydelse på læringen, så har læreres arbejde med CT også genereret refleksioner over de anvendte metoder til undervisning og læring (Reichert et al., 2020). CT synes ikke kun at kunne styrke den matematiske problemløsning, men også den matematiske forståelse og selve undervisningen (Lockwood et al., 2016). Et design-baseret studie fandt tillige, at den kollaborative proces bidrog til, at eleverne udviklede en forståelse af CT og de forskellige CT-niveauer i matematik (Promraksa et al., 2014). Fra et mere teoretisk perspektiv bidrager Weintrop et al. (2016) med en oversigtsmodel med fire kategorier af praksis til rammesætning og definering af CT til matematik og science. De fire kategorier inkluderer: Datapraksis, modellerings- og simulationspraksis, computationel problemløsningspraksis og systemtænkingspraksis. Datapraksis indebærer at samle, skabe, manipulere, analysere og visualisere data. Modellerings- og simulationspraksis inkluderer brug af CT-modeller til at forstå begreber, brug af CT-modeller til at teste og finde løsninger, at tilgå CT-modeller, at designe CT-modeller og at konstruere CT-modeller. Computational problemløsningspraksis indebærer at forberede problemer til computationelle løsninger, programmere, vælge effektive computationelle værktøjer, tilgå forskellige tilgange eller løsninger til problemet, udvikle modulære computationelle løsninger, skabe computationelle abstraktioner og finde samt rette fejl. Systemtænkingspraksis inkluderer at undersøge komplekse systemer som en helhed, forstå sammenhængen i et system, tænke i niveauer, kunne kommunikere om systemets informationer, kunne definere systemer og håndtere deres kompleksitet (Weintrop et al., 2016). Lockwood et al. (2016) indleder med at se på nogle eksisterende brede definitioner af CT, men bidrager med nye perspektiver på CT i relation til undervisning i matematik, idet de på baggrund af deres studie udleder en definition på algoritmisk tænkning, som relaterer til begrebet procedural tænkning, hvor tænkningen følger en logisk rækkefølge og brug af midler til at nå et bestemt mål. De finder, at algoritmisk tænkning bidrager til at styrke problemløsning, matematiske kommunikationsfærdigheder og forudsætninger for at kunne vurdere, om noget er rigtigt eller forkert.

De inkluderede artikler tager primært afsæt i allerede kendte definitioner på CT som grundlag for deres undersøgelser og fund – eksempelvis anvender Reichert et al. (2020) definitionen som Barr og Stephenson (2011) har givet:

” An approach to solving problems in a way that can be implemented with a computer: students become not merely tool users but tool builders. They use a set of concepts, such as abstraction, recursion, and iteration, to process and analyze data, and to create real and virtual artifacts.
(Barr & Stephenson, 2011, s. 51)

I denne definition lægges vægt på brugernes evne til at bygge og skabe og ikke kun problemløsning.

Endelig udleder Chongo et al. (2020), på baggrund af blandt andet Wings (2006), følgende definition: “... a process of thinking and a tool for solving problems using computer concepts either with a computer (plugged-in) or without one (unplugged)” (Chongo et al., 2020, s. 160). Denne definition synes, ligesom den foregående, at relatere til en tankemæssig proces, der læner sig tæt op ad det systemiske, men adskiller sig fra definitionen ovenfor ved at betone, at CT også kan foregå uden brug af computer. De nævnte definitioner inkluderer alle problemløsning og relaterer til måden, computere arbejder på, omend den første definition af Barr og Stephenson (2011) i højere grad fokuserer på proces, analyse og det at skabe artefakter frem for udelukkende at anvende artefakter. I denne artikel har vi valgt at læne os op ad en definition, hvor CT ses som en model for tænkning, der også kan bruges uden brug af computere (Chongo et al., 2020). Inden vi ser nærmere herpå, vil vi kort introducere til det epistemologiske afsæt for undersøgelsen, og dermed under hvilken optik forskningsspørgsmålet undersøges.

Medierende digitale artefakter

Epistemologisk tages der afsæt i Vygotskys læringsperspektiv, der inkluderer en udviklingsmæssig dimension, hvor artefakter ses som en vigtig del af læring (Vygotsky, 1978). Det er ifølge Bartolini Bussi & Mariotti (2008) væsentligt at se på, hvordan læreren bruger artefakter til at mediere den matematiske læreproces for at se på sammenhængen mellem elevens løsning af en matematikopgave og den matematiske læring.

Ifølge Vygotsky (1978) vil forholdet mellem mennesker og deres omgivelser altid være medieret igennem kulturelle forståelser, der er udviklet af mennesket igennem tiden. I denne kontekst er praksis skabt og gjort muligt igennem konceptuelle og materielle artefakter, herunder teknologier – analoge som digitale, fra vores kulturarv og sociale miljø. Sproget har her en central betydning for medieringen, hvor sproget er med til at skabe internalisering, hvor ydre processer i form af dialog og gruppearbejde bliver gjort til indre processer hos

eleven. I denne sammenhæng ser vi læreringsmiljøet bestående af både undervisning og læring som en helhed (Bottino & Chiappini, 2002).

Vi er interesseret i at analysere undervisnings- og læringsprocesser for at forstå, på hvilken måde digitale artefakter kan inddrages som medierende redskaber for at understøtte elevernes matematiske- og computationelle forståelse. I dette perspektiv ses artefakter som noget, der kan hjælpe os med at forstå vores omverden. Artefakter har indlejrede generationsindsigter, der kommer til udtryk ved, at vi som individer igennem vores opvækst får en forståelse for for eksempel, at en lineal bruges til at måle med, og at en lommeregner bruges til beregninger. Erfaringerne kommer til udtryk igennem mediering og tegn (Vygotsky, 1978). Vi anser i dette perspektiv digitale artefakter som et redskab med en indlejret intentionalitet, der er skabt ud fra et bestemt formål, og hvori der sker en rekonfigurering, når artefaktet inddrages i nye sociale kontekster (Hasse & Brok, 2015; Kaup, 2021). Viden omkring inddragelse af artefakter relateret til CT i matematikundervisningen er forsat sparsomt, hvilket også viste sig i litteraturreviewet (se Bilag 1). Selvom der er få nyere studier, så viser definitionerne, at inddragelsen kan inkludere både digitale (Barr & Stephenson, 2011) og ikke digitale artefakter (Chongo et al., 2020). Derudover peges der på, at digitale artefakter relateret til CT i matematikundervisningen har en central placering i relation til arbejdet med datapraksis, modellerings- og simulationspraksis, computationel problemløsningspraksis og systemtænkingspraksis (Weintrop et al., 2016), og at arbejdet med CT kan styrke kollaboration (Promraksa et al., 2014).

Der ses derfor et behov for at undersøge, hvordan læreren inddrager digitale artefakter i forbindelse med matematikundervisningen og i relation til at understøtte elevernes læring.

Anvendelse af et semiotisk perspektiv

Teorien om semiotisk mediering (TSM) er særlig velegnet til at undersøge, hvordan brugen af digitale artefakter kan hjælpe eleverne med at udvikle deres matematiske forståelse (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008). Semiotisk mediering vedrører, hvordan vi mennesker, herunder lærere og eleverne, bruger artefakter eller tegn til at mediere budskaber, meninger, tanker eller idéer. Ifølge Hasan (2002) omhandler semiotik alle modaliteter af tegn, ikke kun sproget. I artiklen beskrives og diskuteres resultaterne af en undervisningssekvens, hvor det digitale artefakt blev brugt til at understøtte elevernes fagfaglige viden. TSM inddrages således for at kunne analysere, hvordan elevernes udvikling gik fra mere spontane erfaringer med at bruge matematiske begreber i konkrete sammenhænge og til, hvordan det digitale artefakt kunne være med til at understøtte dette. Fokusset var på, hvordan

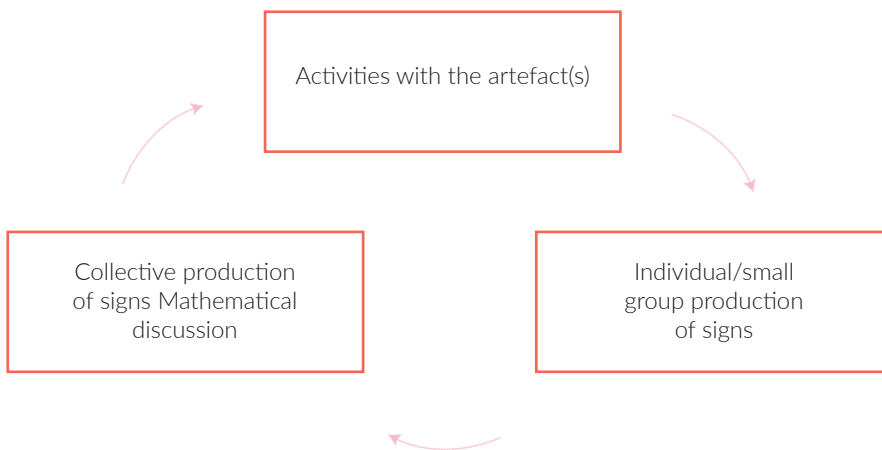
læreren igennem mediering kommunikerede og understøttede elevernes udvikling fra spontane til matematiske begreber undervejs i undervisningssekvensen. Interaktionerne og de semiotiske processer spillede en aktiv rolle, særligt når eleverne arbejdede med artefaktet for at løse en given matematikopgave. Dette vil blive udfoldet i analysen.

Den didaktiske cyklus

For at understøtte læringsituationen designer læreren en undervisningssekvens, med afsæt i en iteration af forskellige didaktiske cyklusser, designet til at undersøge og understøtte brugen af det givne artefakt. Hver didaktisk cyklus består af specifikke opgaver, der bidrager til at understøtte det semiotiske perspektiv. Tre typer af forskelligrettede aktiviteter udgør den didaktiske cyklus, se Figur 1.

Figur 1.

Den digitale cyklus (Mariotti & Maffia, 2018, s. 54).



Aktiviteter med artefaktet bliver skabt i begyndelsen af hver cyklus. Aktiviteterne er baseret på elever brug af artefaktet med det formål at understøtte udviklingen af tegn, som kan ses som for eksempel ord, tegninger, kropssprog, og som er relateret til brugen af artefaktet. Tegn skal også ses i sammenhæng med den matematiske mening, der kan anskues som objektet for undervisningssekvensen. *Individuel/små gruppers produktion af tegn*: eleverne arbejder enten individuelt eller i små grupper, hvor de producerer tegn. Tegnene, der opstår, vil være bundet op på den første del af cyklussen, hvor der arbejdes med artefaktet. Den skrevne tekst eller tegning spiller her en vigtig rolle, fordi den skrevne tekst, ulig andre tegn, kan adskilles fra den specifikke handling. Yderligere kan den skrevne tekst bruges i den efterfølgende diskussion. *Kollektiv produktion af tegn/matematisk diskussion*: denne aktivitet udgør kernen af den semiotiske medieringsproces. Her er hele klassen engageret i diskussionen, og forskellige løsninger diskuteres kollektivt. Lærers rolle er her at understøtte udviklingen af den matematiske mening og at udforske det semiotiske potentiale for det givne artefakt (Mariotti & Maffia, 2018; Bartolini Bussi & Mariotti, 2008). Ses der på eksemplet med linealen, kan aktiviteten og opgaven bestå i at undersøge, hvordan linealen bruges og hvilke måleenheder linealen består af. Under udførelsen af opgaven ser læreren efter begyndende tegn på elevernes matematiske forståelse for linealen, som kommer til udtryk igennem elevernes personlige meninger og erfaringer. Dette samler læreren efterfølgende op på og hjælper eleverne med at sætte det ind i en kulturel-matematisk sammenhæng ved hjælp af faglige begreber.

Sprogets betydning i matematikken

Ifølge Vygotsky (1978) kan begreber adskilles i to kategorier: spontane begreber, der udvikles gennem elevens opvækst, og videnskabelige begreber, der udvikles gennem vejledning og støtte af en voksen. Denne udvikling af begreber sker igennem en vekselvirkning, hvor de spontane og de videnskabelige begreber beriger hinanden (Johansen, 2007). Ifølge Johansen (2007) kan matematiske før-faglige ord og begreber henføres til det, Vygotsky (1978) kalder spontane begreber. Nye begreber udvikles over tid og igennem gentagende møder med begrebet, hvor begrebet undervejs vil blive sat ind i nye kontekster, og på den måde blive udviklet til et begreb, eleven kan anvende og forstå i andre sammenhænge. Der ses ligeledes en sammenhæng mellem, at de spontane begreber fungerer som oversættelsesled for de videnskabelige begreber, samtidig med at de videnskabelige begreber er med til at skabe struktur og kategorisere elevens spontane begreber (Johansen, 2007; Bartolini Bussi & Mariotti, 2008).

Tænkning og beregning

Beregning har tidligere kun været løst forbundet til tænkning, men senere forskning har vist, at eleverne skaber meninger om og forståelse af, hvordan de er engageret i udregningerne (Li, Schoenfeld, diSessa, Graesser, Benson, English & Duschl, 2020; Li & Schoenfeld, 2019). For eksempel kan elever ved hjælp af udenadslære huske subtraktionsalgoritmen og vide, hvordan de skal udregne $57-32$ ved at ”trække det mindste tal fra det største tal” og få differencen 25. Denne udregning kan eleven lave uden at have den nødvendige forståelse for positions- og titalssystemet men stadigvæk få det korrekte resultat. Det anses som væsentligt, at eleverne tidligt begynder at skabe en mening og en forståelse, der ligger udover udenadslæreren. På denne måde bliver det betydningsfuldt, at eleverne udvikler en dybere matematisk forståelse (Li et al., 2020), hvor der skabes en kobling mellem spontane og videnskabelige begreber.

Metode

Valg af case

På baggrund af tre cases fra de tre deltagende klasser er der ud fra følgende inklusions- og eksklusionskriterier udvalgt én case, som kan bidrage til at besvare forskningsspørgsmålet.

Tabel 1.

Oversigt over inklusions- og eksklusionskriterier.

Inklusionskriterier	Eksklusionskriterier
Inddragelse af micro:bit som digitalt artefakt	Inkluderer ikke et arbejde med micro:bit som digitalt artefakt
Illustrerer tegn på mediering mellem CT og matematik	Ingen tegn på mediering mellem CT og matematik
Der er tegn på elevinvolvering	Ingen tegn på elevinvolvering
Der er tegn på samspil mellem elev og lærer i arbejdet med matematik og CT i kombination	Ingen synlige tegn på samspil mellem elev og lærer i arbejdet med matematik og CT i kombination

På baggrund af inklusions- og eksklusionskriterier er der valgt et single casestudie som afsæt for undersøgelsen. Casestudiet er valgt, da det er velegnet til at indfange sociale udviklingsprocesser i organisationer (Launsø, Olsen & Rieper, 2011) og beskrive, hvilke hændelser der opstår i en konkret undervisningssituation, og hvilke handlinger det fører med sig (Yin, 2009). Inklusions- og eksklusionskriterierne i Tabel 1 blev anvendt til at vælge casen, som kunne afdække forskningsspørgsmålet bedst muligt og samtidigt give anledning til en generalisering eller modificering af den eksisterende forståelse repræsenteret inden for forskningsfeltet. På denne måde er der tale om et valg, der repræsenterer en undersøgende instrumentel case. Casen forsøger således ikke at se på lærernes forståelse af den samlede situation (Stake, 1995), men anvendes i stedet til at give indblik i, hvilke tegn der er på mediering mellem CT og matematik, når micro:bit anvendes. Den udvalgte case består udelukkende af data genereret via observationer og videooptagelser, der er behandlet kvalitativt.

Metodiske overvejelser i relation til video og deltagende observationer

Deltagelse og kontekst

Casen er tilvejebragt i forbindelse med et ph.d.-projekt, hvor udvalgte 3. klasser har været fulgt igennem skoleåret 2019/2020 og 2020/2021. I alt har der deltaget tre 3. klasser i projektet. Deltagerne i projektet havde ingen eller kun lidt erfaring med at arbejde med digitale artefakter i en undervisningssammenhæng. Der blev brugt kvalitative metoder for at kunne indfange deltagernes interaktioner mellem det materielle og det sociale miljø og for at kunne indfange en helhedsforståelse af lærerens rolle (Brinkmann & Tanggaard, 2020). Dette skete igennem deltagerobservation med et forskerperifert medlemskab, hvor førsteforfatteren var til stede i rummet, hvilket gjorde det muligt at skabe en insider-identitet, uden at det havde indflydelse på klasse-roomsaktiviteterne. Til at understøtte observationerne blev der taget feltnoter og anvendt videooptagelser fra et stationært videokamera bagerst i lokalet. Formålet var at indfange mere generelle informationer fra læreren til eleverne, hvor fokus var på at følge læreren (Kawulich, 2005). De tre didaktiske cyklusser foregik over en periode på to måneder, hvor der blev optaget tre videosekvenser af en samlet varighed på 360 minutter. Datamaterialet blev indsamlet med tilladelse fra deltagerne og elevernes forældre. Efterfølgende blev denne data behandlet fortroligt og anonymiseret efter forskrifter for Danish Code of Conduct. Casen vil tage udgangspunkt i en undervisningssekvens, hvor eleverne arbejdede med micro:bits.

Overblik over undervisningssekvensen

Undervisningssekvensen, som læreren havde udfærdiget, var tilrettelagt for at kunne understøtte elevernes matematiske forståelse og computationelle tænkning. Eleverne skulle igennem undervisningssekvensen opnå en forståelse for logisk og sekventiel kodning igennem step-by-step-kommandoer. Undervisningssekvensen blev tilrettelagt, så den understøttede det, eleverne arbejdede med i den daglige matematikundervisning. Undervisningssekvensen bestod af en iterativ proces bestående af tre didaktiske cyklusser.

Den første didaktiske cyklus var tilrettelagt således, at eleverne udviklede en grundlæggende forståelse for, hvordan en micro:bit fungerede. Her blev der lagt vægt på, at eleverne arbejdede med, hvordan en micro:bit fik et input, lavede en beregning og kom med et output. Eleverne arbejdede sammen i grupper af to, hvor de begge sad med hver deres computer. På den ene computer så de en video, der instruerede dem i at kode deres micro:bit, og på den anden arbejdede de i programmet makecode.org, hvori de programmerede deres micro:bit. Det første, eleverne skulle programmere, var at lave et statisk hjerte og dernæst et dynamisk hjerte, der blinkede. Eleverne blev via introduktionen introduceret til at lave programmer ved hjælp af micro:bittens koordinator og dioder. Til sidst skulle eleverne med viden fra de første opgaver animere en figur, der bevægede sig tværs over skærmen. Eleverne undersøgte her de forskellige funktioner af programmeringsprogrammet, og derefter fremviste de den animerede figur for klassen. Intentionen var, at eleverne udviklede en fornemmelse for, hvordan micro:bitten fungerede og lærte dens funktioner at kende igennem en mere undersøgende tilgang.

I den anden didaktiske cyklus arbejdede eleverne med at lave en gangemaskine. Eleverne arbejdede igen sammen to og to og fulgte en introduktion via en video. Som en del af cyklussen skulle den ene elev regne multiplikationsstykker via micro:bitten, og den anden elev skulle regne opgaverne i hovedet. Eleverne erfarede, at indtastningen af samt visningen af tal ikke var optimalt på micro:bitten. Det tog for lang tid at indtaste og aflæse displayet, hvis produktet kom over to cifre. Eleverne erfarede ligeledes, at de i dette tilfælde var hurtigere til at lave udregningerne end micro:bitten. I dette forløb blev eleverne introduceret til brugen af variabler som en måde at lagre data på og som resultater af matematiske operationer.

I den tredje didaktiske cyklus blev eleverne præsenteret for en problemstilling: Kan vi få micro:bitten til at fungere som en skridttæller? Eleverne skulle via micro:bittens indbyggede accelerometer bygge en skridttæller. Micro:bitten arbejdede med et rummeligt koordinatsystem bestående af tre akser. Eleverne var kun lige blevet præsenteret

teret for koordinatsystemet bestående af to akser. Micro:bitten målte acceleration på tre akser: X – ved at tilte den til venstre og højre, Y – tilte den frem og tilbage, Z – ved at flytte micro:bitten op og ned. I tilfældet med denne opgave programmerede eleverne skridttælleren ved hjælp af accelerometeret på Y-aksen. Vi har valgt at udfolde den tredje didaktiske cyklus i selve analysen, da de to foregående didaktiske cyklusser har haft fokus på, at eleverne opnåede et kendskab til micro:bitten. Den tredje didaktiske cyklus havde et større fokus på at koble elevernes matematiske forståelse med brug af micro:bitten. Under selve programmeringen af micro:bitten var klassens pædagog også til stede.

Indholdsanalyse

Indholdsanalyse (content analysis) er anvendt til at systematisere data fra casens videomateriale og deltagerobservationerne. Formålet med indholdsanalysen er at generere viden og forståelse om fænomenet, som ønskes afdækket (Downe-Wamboldt, 1992), og som fremgår af forskningsspørgsmålet.

Indholdsanalyse er en analysemetode, som er velegnet til at håndtere store tekstmængder til mindre kategorier på baggrund af konkrete og eksplicite kodninger. Styrken ved den kvalitative indholdsanalyse ligger i den metodiske stringens trin for trin og i den kategorisering, som er central for fortolkningen (Mayring, 2000). Indholdsanalysen giver en struktur til analysen af den kontekstualiserede mening, som er iboende i de forskellige former for data (Lindkvist, 1981). Data, som er genereret via videomaterialet og observationerne, er transskriberet til tekst. Stilbilleder fra videomaterialet er sat ind i transskriptionen dér, hvor det understøtter meningen.

Indholdsanalysen er operationaliseret så transparent som muligt for at højne undersøgelsens reliabilitet (Yin, 2009). I vores analyse er der inkluderet følgende trin:

- Nøglebegreber er identificeret, dels fra teori og review af nyere forskningslitteratur.
- Systematisk datakodning er foretaget af feltnoter og transskriptioner af videomateriale. Data er systematiseret i relation til hhv. tegn på mediering, tegn på brug af digitale artefaktier, tegn på fagsprog og tegn på CT forståelse.
- Der er kortlagt mønstre over sammenhængende begreber
- Der er foretaget en gruppering og tematisering på baggrund af de udledte mønstre.
- Der er identificeret semiotiske meningssammenhænge.

- Meningsenheder er blevet genvalideret gennem en afprøvning af, i hvor høj grad disse kunne genfindes i det oprindelige datamateriale og i tematiseringen.
- På baggrund af genvalidering af meningsenheder er der udledt en begrebslig generisk model baseret på den foregående del af indholdsanalysen, og på denne måde er fænomenet remedieret i relation til eksisterende teori og forskning indenfor området. Denne model præsenteres i Figur 3.

Tabel 2 viser en skematisk oversigt over vores indholdsanalyse med følgende kategorier: semiotiske meningsenheder og dertil koblede temaer, sammenhængende begreber og nøglebegreber.

Tabel 2.
Indholdsanalysen.

Nøglebegreber identificeret fra litteraturreview, som er genfundet i det emiriske materiale	Temaer	Sammenhængende begreber (tegn)	Semiotiske meningsenhed
Spontane/videnskabelige begreber	Virkelighedsnært	Sprog Kropssprog Skrift	Matematiske tegn
Systemtænkning Problemløsning	Fejlsøgning	Symboler	Artefakttegn
Procedural tænkning Algoritmisk tænkning	Afprøvning	Sprog Skrift	Opgaven
Modellerings- og simuleringspraksis	Kontekstualisering	Sprog Kropssprog	Artefakttegn
Artefaktskabelse og redesign	Mediering/ Remedering	Sprog Handling	Pivottegn

Fund

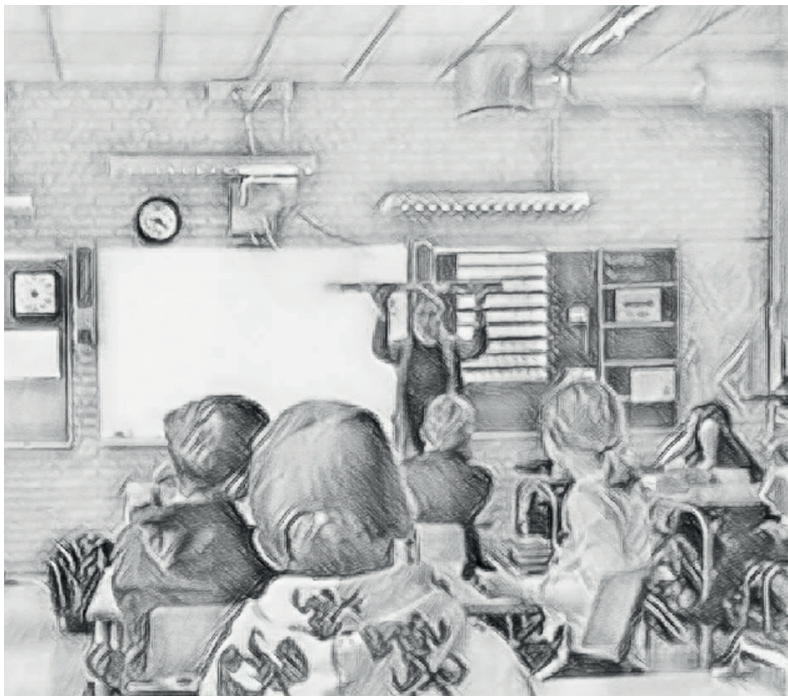
I det følgende vil vi præsentere de fund, der er gjort igennem indholdsanalysen. Det første afsnit vil give et indblik i, hvordan læreren igennem sine handlinger rammesætter den didaktiske cyklus og vekselvirkningen mellem spontane og videnskabelige begreber. Derefter vil vi se på brugen af micro:bit i et semiotisk perspektiv for til sidst at samle afsnittet i en model, der opsummerer undersøgelsen.

Kollektiv produktion af tegn

I den tredje didaktiske cyklus blev eleverne præsenteret for, at de skulle kode micro:bitten, så den fungerede som en skridttæller. For at starte forløbet havde læreren udarbejdet et narrativ omkring 100 meterløberen Usain Bolt. ”Faktisk har de beregnet, hvor mange skridt han ca. bruger i gennemsnit. Så alle de gange han har løbet 100 meter, så har de fundet ud af, hvor mange skridt han bruger” (Lærer, 3. klasse). For at demonstrere, hvor meget 1 meter er, viste læreren klassens lineal på 1 meter. Herefter brugte hun kroppen og viste, hvordan det så ud, når hun tog ét skridt svarende til ca. 1 meter.

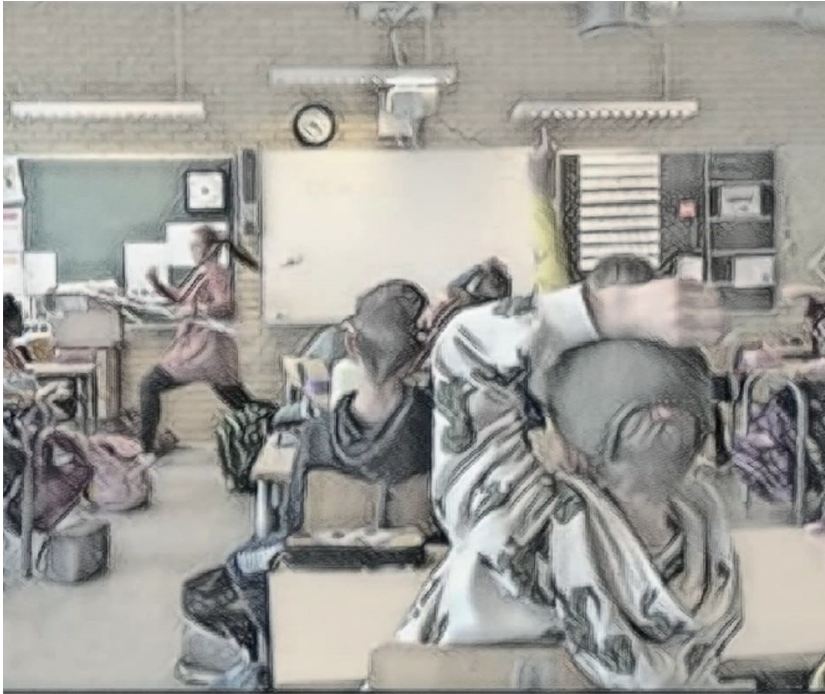
Billede 1.

Linealen som artefakt.



Billede 2.

Skridt som tegn på 1 meter.



Læreren brugte her linealen som artefakt for at konkretisere for eleverne, at der skulle bruges 100 linealer for at få 100 meter, ligeledes viste hun eleverne ved brug af kroppen, hvordan det så ud, hvis hun skulle tage skridt, der svarede til 1 meter. Linealen er i dette tilfælde et artefakt, der muliggør at måle længden af noget. Både linealen og måleenheden kan ses som kulturelt og historisk betinget og har indflydelse på, hvordan eleverne forstår og opfatter artefaktet som redskab. Ved hjælp af tegnene tydeliggjorde læreren for eleverne, hvad 100 meter kan relateres til. Tegnene brugte eleverne efterfølgende til at ræsonnere sig frem til, hvor mange skridt Usain Bolt bruger på at løbe 100 meter. Nedenstående uddrag viser, hvordan eleven ved hjælp af læreren bruger hendes ræsonnement til at ændre hendes forklaring:

Lærer: *Hvad tror du?*

Elev: *Det er måske lidt lavt, men 25.*

Lærer: *25 skridt? (læreren skriver 25 på tavlen)*

Lærer: *Hvis han bruger 25 skridt – kan du så regne ud, hvor langt et skridt han tager? Hvor mange gange skal man have 25, før man kommer op på 100?*

Elev: *4 meter.*

Lærer: *Så det er 4 meter.*

Elev: *Aj, det er måske lidt for meget.*

Lærer: *4 meter (peger med linealen foran) det skal han jo så gøre hele vejen rundt.*

Elev: *Aj, det tror jeg ikke (og griner)*

Lærer: *Okay, så du kom frem til at 25, det måske var lidt for lavt. Skal jeg viske det ud igen?*

Elev: *Ja.*

Lærer: *Det er jo lige det der med at regne, der brugte vi jo lige matematikken til at finde ud af, at 4 meter for hvert skridt han tager, det er måske for meget.*

Uddraget viser, hvordan eleven støttes i at ræsonnere. Både sproget og tallet, der skrives på tavlen, er som tegn med til at fastholde og tydeliggøre ræsonnementet for eleven. Dette uddrag viser ligeledes, at eleven har godt kendskab til det matematiske begreb meter, da hun forstår at inddrage det i en korrekt sammenhæng. Samtalen på klassen fortsætter, og læreren begynder at koble spontane (før-faglige) begreber på elevernes ræsonnementer.

” 45, så det vil sige, at du tror, at han tager skridt, der er længere end 2 meter? For vi vidste, at de 50 skridt svarede til 2 meter. Jo færre skridt, jo mindre tallet bliver, jo længere bliver hans skridt.
(Lærer, 3. klasse)

Læreren inddrager her spontane begreber, som kan sige noget om måleenhederne (Johansen, 2007) ”mindre” og ”længere”. Brugen af de spontane begreber er i dette eksempel med til at skabe en vekselvirkning mellem brugen af de spontane og videnskabelige begreber, og det er med til at understøtte elevernes matematiske begrebsforståelse og hjælpe dem med at ræsonnere, men gør også eleverne bevidste omkring betydningen af de spontane begreber i en faglig sammenhæng.

Læreren har i dette tilfælde valgt at starte ud med det, der i den didaktiske cyklus kan betegnes som den kollektive produktion af tegn, herunder den matematiske diskussion. Læreren bruger 100 meterløb som et virkelighedsnært eksempel, som eleverne kan relatere til. Diskussionen på klassen bliver af læreren sat op som en problemunder-

søgende tilgang, hvor eleverne sammen skal ræsonnere sig frem til resultatet. Undervejs bliver de tal, eleverne nævner, skrevet op på tavlen for at fastholde deres ræsonnementer jævnfør Billede 3. Som det ses på Billede 3, bruger læreren sine hænder som tegn, når hun peger og uddyber elevernes forklaringer – ligeledes bruges der forskellige tegn for begrebet meter. Både sproget og det matematiske symbol 100 m bliver inddraget.

Billede 3.

Symboler på elevernes ræsonnement af antal skridt.



Det, at kunne ræsonnere sig frem til en løsning, kan af Vygotsky (1978) betegnes som en del af de højere mentale funktioner, hvilket er noget eleverne forventes at skulle udvikle. Det udvikles ifølge Vygotsky (1978, s. 24) igennem både sproget og den tilhørende aktivitet, som samtalen er knyttet op på. Lærers mediering er her centralt i elevernes bearbejdning af begreberne, da den er med til at udvikle relationen mellem elevernes forståelse og den matematiske viden (jævnfør Bartolini Bussi & Mariotti, 2008).

Opgavedesignet

Efter introduktionen på klassen blev eleverne præsenteret for den opgave, de skulle løse i forbindelse med brugen af micro:bitten. Læreren benyttede her procedural tænkning til at beskrive opbygningen af

opgaven (jævnfør Lockwood et al., 2016), hvor eleverne først blev instrueret i, hvordan de skulle programmere micro:bitten som en skridttæller. Læreren præsenterede efterfølgende den opgave, eleverne skulle arbejde med, efter de havde kodet deres skridttæller. Samtalen hjalp eleverne i udviklingen af deres matematiske forståelse og guidede dem systematisk igennem den opgave, de efterfølgende skulle løse. To elever blev bedt om at komme med et bud på, hvor mange skridt de skulle bruge på at løbe 100 meter. En elev sagde 100, og en anden kom med et bud på 25-30 skridt, men efter at læreren spurgte ind til, om eleven kunne bruge færre skridt end Usain Bolt, ændrede eleven det til 55 skridt. Dernæst blev eleverne spurgt ind til, hvilken regneart der skulle bruges, hvis man skulle finde forskellen på de to tal. "Hvad er forskellen mellem det højeste og det laveste antal af skridt? Hvad er det for en regneart, man skal bruge, når man skal finde forskellen?" (Lærer, 3. klasse). Via samtalen skulle eleverne finde frem til det matematiske videnskabelige begreb, som ligger i det spontane begreb "forskel". Læreren hjalp eleverne ved at uddybe: "når jeg siger regneart, så er det jo enten gange, dele, minus eller plus" (Lærer, 3. klasse). Følgende uddrag kommer med et eksempel på, hvordan en elev understøttes i at forstå vekselvirkningen mellem det spontane begreb "forskel" og det matematiske videnskabelige begreb "minus".

Lærer: Er der kun 3, 4, 5 (elever der ved det). Aj, når man skal finde forskellen på noget.

Lærer: Elev (xx).

Elev: Plusse, så plusser du bare fra det mindste tal op til det højeste tal, og ser hvor mange der er.

Lærer: Så du vil plusse de to tal eller vil du?

Elev: Hvis nu det her er 100, så vil jeg plusse op til.

Lærer: Okay, så du vil sådan lægge til, men når man sådan høre ordet forskel og man skal finde forskellen. Hvad er det så for en regningsart? For når du siger plus, så begynder jeg straks at tænke vi skal sige 100 plus de 55.

Elev: (ryster på hovedet).

Lærer: Nej, vi skal?

Elev: Vi skal plusse op til det andet.

Lærer: Ja, vi skal bruge den metode, der hedder at vi "fylder op" (billede 4).

Elev: Hmm.

Lærer: Ja, så det er den metode du tænker på... Bruger vi den, når man ganger, plusser, minusser eller dividerer?

Elev: Minusser.

Dette eksempel illustrerer, at eleven havde en idé om, hvordan han skulle finde forskellen på de to tal, og han henviser derfor til en metode, de tidligere har arbejdet med. På denne måde giver CT rum for at refleksioner over metoder, som undersøgelsen af Reichert et al. (2020) også bekræfter. Læreren bruger her en computationel metode, der kan relateres til mønstergenkendelse, der trækker på elevens tidligere procedurale viden. Ved at gøre dette understøttes eleven i at skabe mening og forståelse for, hvordan han kan lave udregningen (Li & Schoenfeld, 2019). Som det ses på billedet herunder (billede 4), bruger læreren også sit kropssprog som tegn for det at finde forskellen mellem de to tal ved at illustrere den metode, eleven henviser til. Igennem samtalen med læreren bliver eleven bevidst om, at det spontane begreb "forskul" hænger sammen med det matematiske videnskabelige begreb "minus". Læreren gør dog eleven opmærksom på, hvilken betydning det får, når han bruger begrebet "plus", ved at mediere forståelsen af, at det er et tegn på, at tallene skal lægges sammen. Samtalen er med til at udvide elevens forståelse for det matematiske begreb "minus" ved, at læreren bruger samtalen til at skabe en vekselvirkning mellem det spontane og videnskabelige begreb. Eksemplet viser også, at eleven forbinder "fylde op"-metoden som et tegn på det matematiske begreb "minus".

Billede 4.

Læreren illustrerer metoden "fylde op".



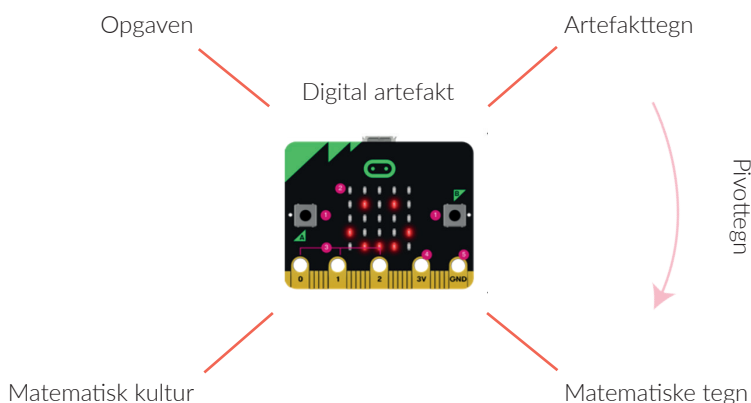
Billede 4 ses som et tegn på, at læreren brugte sine hænder til at illustrere den metode, som eleven henviste til. Læreren brugte således sit kropssprog og sproget som et artefakt og som et tegn på, hvordan eleven algoritmisk kunne skrive regnestykket op. Det er også her, det bliver tydeligt for eleven, at det er begrebet "minus", der henviser til det spontane begreb "forskel". I formidlingen af opgaven benyttede læreren sig af computationelle metoder igennem mediering, og ved hjælp af dekomposition brød læreren opgaven ned i mindre dele, således at hun proceduralt kunne formidle, hvordan opgaven kunne løses (Weintrop et al., 2015). Læreren brugte her elementer fra CT til at understøtte formidlingen af opgaven til eleverne (Li et al., 2020).

Semiotisk mediering

Efter rammesættelsen af opgaven programmerede eleverne micro:bitten. For at skabe en forståelse for, hvad der sker ved inddragelsen af micro:bitten, udfoldes teorien om semiotisk mediering ved at inddrage Figur 2.

Figur 2.

Model over den semiotiske mediering
(oversat efter Bartolini Bussi & Mariotti,
2008).



Opgaven i øverste venstre hjørne af Figur 2 relaterer sig til den før præsenterede opgave. *Artefakttegnene* er relateret til opgaven og vil ofte være spontane eller eksplicit krævet af opgaven. Læreren kan her være med til at understøtte og mediere tegnene til eleverne for at hjælpe eleverne i deres begyndende forståelse af den matematiske viden (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008), hvilket er illustreret i eksemplet fra før. Læreren hjælper her eleven med at forstå, hvordan han kan beregne forskellen mellem de tal, han får, når micro:bitten er programmeret som skridttæller (artefakttegn). Læreren illustration

af ”fylde op”-metoden kan her ses som et pivottegn, der er med til at forbinde ”forskel” med ”minus” for eleven. *Pivottegnet* skaber dermed en forbindelse til de matematiske tegn. *De matematiske tegn* er associeret med den matematiske forståelse, der gør sig gældende i matematik i forhold til den konkrete kontekst og den opgave, der er stillet. Den *matematiske kultur* refererer til den viden, læreren ønsker, eleverne skal opnå, herunder de læringsmål, der er sat ifølge Fælles Mål for tredje klasse. Modellen, der fremstår i Figur 2, hjælper med at analysere artefaktet i brug og gør det muligt at distancere mellem personlige forståelser med baggrund i elevernes egne erfaringer med brugen af artefaktet (artefakttegn) og forståelser, der af en ekspert vil kunne karakteriseres som matematisk viden (matematiske tegn).

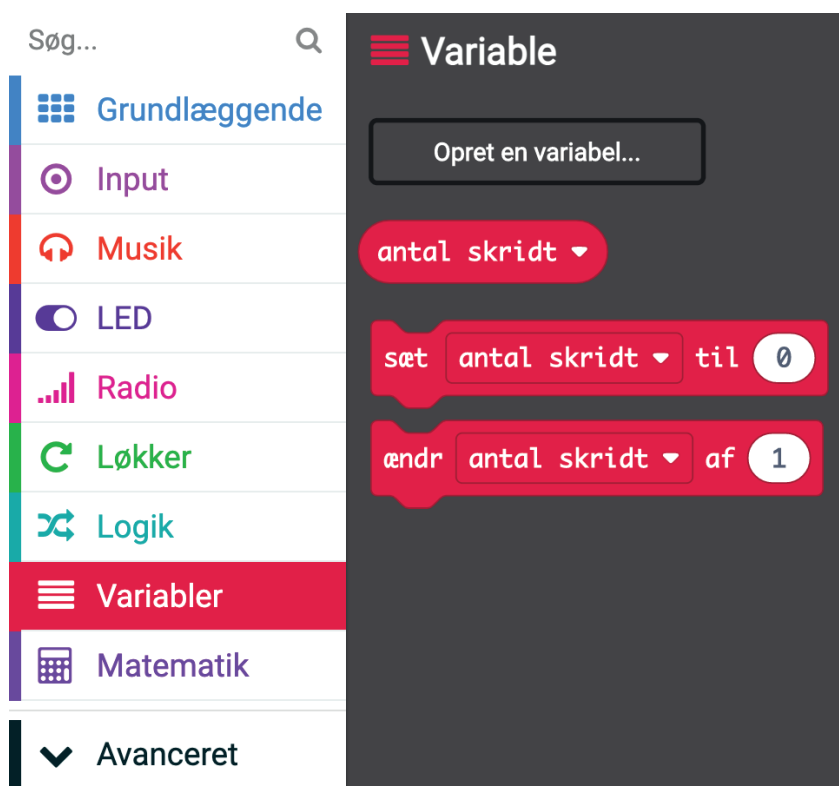
Aktiviteter med artefaktet med fokus på fejlsøgning

Da eleverne efterfølgende skulle i gang med at programmere *micro:bitten*, fik de udlevet programmeringen på papir. Læreren viste på tavlen, hvordan de oprettede variabelen ”antal skridt” og anskueliggjorde, hvordan de via farvekoder kunne se, hvilke blokke der skulle bruges til programmeringen. Farveblokkene fungerede her som artefakttegn, der skulle hjælpe eleverne med en begyndende forståelse for computationelle begreber og praksisser.

” Hvis I er i tvivl om, hvor nogle af puslespilsbrikkerne skal være henne, så kig lige en ekstra gang på papiret og se på farverne. Hvis I kan se noget rødt, så skal I jo kigge inde under den, der er rød.
(Lærer, 3. klasse)

Billede 5.

Farveblokke som artefakttegn.



Læreren brugte her puslespilsbrikker som et symbol for blokkene og tydeliggjorde, at de enkelte brikker skulle passe sammen. Det blev ligeledes tydeliggjort, at eleverne skulle følge den algoritme, der var givet på papiret.

Billede 6.

Programmering af skridttælleren.



Det, at opgaven tidligere var blevet systematisk fremlagt, betød, at eleverne var godt hjulpet fra start. Eleverne kunne med det samme komme i gang med opgaven, hvilket gav ro til at læreren, og pædagogen kunne uddele micro:bits. Det, at eleverne fik udleveret programmeringen på et papir, frem for at se en video, eller ved at læreren beskrev det step-by-step på tavlen, gjorde, at nogle elever hurtigt var klar til at teste deres micro:bit, da de ikke skulle vente på hele klassen, før de kunne gå videre. Dette gjorde det muligt for læreren og pædagogen at hjælpe de elever, der oplevede problemer. Nedenstående eksempel viser, hvordan læreren hjalp en gruppe med at fejlsøge:

Lærer: Hvad viser jeres?

Elev: Vi kan bare ikke få den til det.

Lærer: Okay, lad os se hvad vi kan gøre. (Læreren læser opgaven op), først skal den være på 0, y skal være større end 1300 og sæt antal skridt på 1. Mens accelerationen på y er større end 1300. Når der trykkes på A, vises antal skridt.

Lærer: Denne her skal være større end.

Elev: Det var den også.

Lærer: Hvis det er den sidste algoritme I har hentet ned, så passer den ikke helt. Så fejlfandt vi lige.

Læreren hjalp gruppen med at fejlfinde. Igennem lærerens gennemgang af opgaven og derefter selve programmeringen fik gruppen et indblik i, hvordan de kunne undersøge programmet, hvis der var noget, der ikke virkede. Her kom de frem til, at symbolet for ”større end” ikke var korrekt. Selve fejlsøgningen kan her ses som en medierende proces, hvor der fremkommer artefakttegn i form af symbolet for større end ”>”, fordi gruppen havde anvendt symbolet mindre end ”<”. Artefakttegnene er relateret til opgaven, hvor eleven gør sig personlige erfaringer med begreberne ”større og mindre end”, men ikke nødvendigvis kan trække erfaringerne ind i en større matematisk sammenhæng. CT bruges her som en medierende proces, hvor fejlsøgning er med til at skabe en forbindelse mellem artefakttegnet og løsningen af den konkrete opgave, som i dette tilfælde var at programmere micro:bitten. På denne måde medvirker CT til at styrke problemløsning, hvilket også bekræftes af Lockwood et al. (2016), Weintrop et al. (2016) og Promraksa et al. (2014).

Produktion af tegn igennem afprøvning

Under afprøvningen af skridttælleren hjalp grupperne hinanden, hvis de var i tvivl omkring, hvordan opgaven skulle forstås. Micro:bitten fungerede her som en repræsentation for en skridttæller, og eleverne fik via skridttælleren computationelle data, de efterfølgende skulle behandle matematisk. Eleverne skulle arbejde med et forholdsvis lille datasæt, men det gav alligevel eleverne et indblik i behandlingen af data. Ifølge Weintrop et al. (2016) er det centralt, at eleverne lærer, at data ikke kommer i en fast struktur og form, hvor der blot kan aflæses et svar, men at data skal behandles, før svarene kan findes. For at aktivere skridttælleren skulle eleverne bruge micro:bittens indbyggede accelerometer målt på y-aksen. For at frembringe den data, eleverne skulle bruge til den designede opgave, skulle de løbe tre omgange på banen. Antallet af skridt for hver omgang skulle derefter bruges til beregningerne i de efterfølgende opgaver. Opgaven var designet således, at eleverne skulle arbejde med de spontane begreber ”forskell”, ”i alt”

og ”mere end”. Eleverne skulle derefter vælge de korrekte regnearter for at løse opgaven. Elevernes antal af skridt kan ses som artefakttegn, og tallene refererer således til udfaldet af brugen af artefaktet. Under afprøvningen fremkom der også sproglige artefakttegn, hvor en gruppe for eksempel ikke kunne få den ene micro:bit til at tælle rigtigt. Her valgte de, at den ene elev skulle løbe, imens den anden elev højt talte antallet af skridt for derefter at tjekke, om det passede på micro:bitten. Eleverne benyttede sig her af fejlsøgning som metode for at tjekke, om skridttælleren talte rigtigt. Både det at tælle antallet af skridt højt og fejlsøgning kan ses som artefakttegn, der er knyttet op på elevernes personlige erfaringer ved brugen af artefaktet, hvilket er relateret til elevernes løsning af den konkrete opgave.

Følgende eksempel herunder viser, hvordan tallene fra skridttælleren og opgaven bliver bundet sammen til matematiske tegn.

Elev: Hvad var forskellen mellem det højeste tal og det laveste tal.

Elev: (spørger pædagogen) Ved det højeste og det laveste skal det så være (xx) højeste og mit det laveste?

Anden elev: (en anden elev kommer til, før pædagogen svarer) Skal jeg lige forklare jer, hvad det er I skal? I skal tage det, som er højeste, og det der er laveste, og sætter en streg og så trækker det fra.

Den anden elev, som var færdig med opgaven, hjalp gruppen videre med opgaven. På denne måde bidrog CT til at styrke den kollaborative forståelse, hvilket også Promraksa et al. (2014) har påvist. Hjælpen gjorde, at eleverne kunne se, at de skulle bruge algoritmen for subtraktion, hvor det laveste tal blev skrevet under det højeste tal for derved at finde frem til differencen. Elevens forklaring kunne ses som et pivottegn, hvor forklaringen, og at eleven demonstrerer med hænderne, hvordan den anden gruppe kan opstille det på papiret, kan ses som et omdrejningspunkt, og algoritmen for subtraktion kan ses som et matematisk tegn, da gruppen efterfølgende regnede sig frem til resultatet og kunne forsætte deres behandling af deres data. Pivottegnet fungerer her som en overgang mellem artefakttegnet til det matematiske tegn (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008). Artefakttegnene blev brugt til at skabe forståelse omkring de matematiske tegn, hvor eleverne igennem bearbejdningen kunne arbejde med en begyndende forståelse for det matematiske begreb.

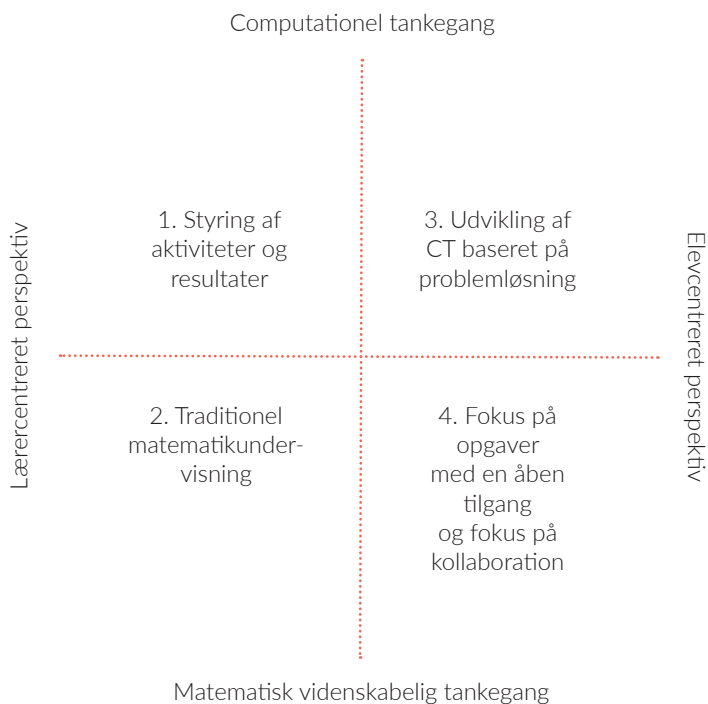
Orkestrering mellem CT og matematik

På baggrund af litteraturreviewet og analysen har vi fået en analytisk optik, der har gjort det muligt at skærpe vores blik for sammenspillet mellem CT og matematik. Der ses en særlig betydning i forhold til den måde, læreren medierer og konstruerer aktiviteterne i undervisning-

en på, der kan være med til at understøtte elevernes udvikling af matematiske videnskabelige begreber. Ved inddragelse af et artefakt i matematikundervisningen forudsættes det, at artefaktet kan formidle et matematisk indhold gennem en designet didaktisk intervention, hvor læreren faciliterer og orkestrerer forskelligrettede didaktiske aktiviteter (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008). Dette sker igennem den didaktiske cyklus, hvor der igangsættes enten lærer- eller elevcentrede aktiviteter, der vil frembringe forskelligt indhold, der kan bidrage til diskussionerne på klassen. Vekselvirkningen mellem de lærer- og elevcentrede aktiviteter findes væsentligt gennem den didaktiske cyklus. Ud fra dette perspektiv ses der to dimensioner, der vedrører inddragelsen af CT i matematikundervisningen. Den ene dimension tager udgangspunkt i samspillet mellem CT og matematik og kan ses som indholdsdimensionen. Den anden dimension tager udgangspunkt i samspillet mellem et lærer- og et elevcentreret perspektiv og kan ses som deltagerdimensionen. Skitseringen af de to dimensioner har ført til udviklingen af følgende model: *orkestrering mellem CT og matematik* (Figur 3). Modellen består af fire kvadrater, der hver især henviser til forskelligartede undervisningsaktiviteter under den didaktiske cyklus. I kvadrat 1 vil der være fokus på at styre aktiviteterne og deres resultater, her vil det være læreren, som styrer aktiviteterne. Kvadrat 2 henviser til den mere traditionelle tilgang til matematik, hvor der arbejdes med en lærebogsstyret tilgang. Aktiviteterne vil også være styret af læreren. I kvadrat 3 er der fokus på udvikling af CT ud fra en problemorienteret tilgang, hvor opgaverne er elevcentrerede (Li et al., 2020). I det 4. kvadrat er der mere fokus på elevcentrerede opgaver, hvor opgaverne har en åben tilgang, og der vil være fokus på elevsamarbejde (Promraksa et al., 2014). De enkelte dimensioner og kvadrater skal ikke ses særskilt men som dynamiske perspektiver med flydende grænse, der hver især er med til at understøtte medieringsprocessen. Modellen skal derved ses som et kontinuum, der kan give et analytisk blik, når CT inddrages i matematikundervisningen.

Figur 3.

Orkestrering mellem CT og matematik.



I denne undervisningssekvens bestående af tre didaktiske cyklusser, som beskrevet i casen, arbejdes der med CT som en del af læringsmålet. Derfor forventes det også, at der kan ses tegn, som er relaterede til både CT og til de matematiske begreber, der kan fremstå både spontant og videnskabeligt jævnfør Vygotsky (1978). Modellen (Figur 3) viser derfor et samspil mellem CT og matematik ud fra en forståelse af, at undervisning målrettet både CT og matematik kan frembringe semiotiske tegn, der kan relatere både til CT og matematiske begreber (Lockwood et al., 2016). I den udvalgte undervisningssekvens var de fleste af opgaverne relateret til den første kvadrat i modellen (Figur 3). Dette kan forbindes med lærerens tilrettelæggelse af de didaktiske cyklusser og afspejles især i den tredje cyklus, hvor læreren startede med den matematiske diskussion. I diskussionen blev eleverne guidet igennem opgavedesignet for at sikre, at de havde den fornødne matematiske viden, der skulle til for at løse opgaven. Selve opgavedesignet

og valget af et digitalt artefakt får således betydning for, hvor i de fire kvadrater opgaverne er placeret. Dog ses der i casen, at eleverne i den første didaktiske cyklus selv undersøger det digitale artefakt, og derved placerer sig mere over i den elevcentrerede del af modellen. Det ses derfor, at det er igennem vekselvirkningen mellem lærer- og elevcentrerede aktiviteter, at eleverne udvikler deres computationelle og matematiske forståelse, hvilket også understøttes af Bartolini Bussi og Mariotti (2008).

Den udviklede model kan fungere som et redskab, der kan understøtte lærerne i henhold til at arbejde med undervisningstilrettelæggelsen af CT i matematikundervisningen. Modellen kan ligeledes bruges til at sammenligne og evaluere de medierende processer, der opstår, når CT inddrages i samspil med matematik. Analyser baseret på modellen vil kunne udfolde den generelle viden om at arbejde med CT i matematikundervisningen, dog skal der flere studier til for at undersøge modellen yderligere i relation hertil.

Diskussion

Ifølge Yin (2009) kan viden produceret via casestudier generaliseres via en analytisk generalisering. For at sikre den interne validitet har vi igennem litteraturreviewet undersøgt det eksisterende forskningsfelt, hvorved der skabes en indsigt i valg af teori og metoder i relation til CT og matematik. Denne viden er brugt som grundlag for vores indholdsanalyse for at kunne evaluere de mønstre og konklusioner, der er fremkommet af analysen. Undersøgelsen er baseret på et single casestudie, hvilket påvirker den eksterne validitet. Det har vi forsøgt at tage højde for ved at inddrage studierne fra litteraturreviewet som argumenter og forklaringer igennem vores analyse. Ligeledes fremkommer den udviklede model (Figur 3) som en generaliseret analytisk model dannet på baggrund af teori og indholdsanalysen (Yin, 2009). Der ses dog et behov for at udfolde undersøgelsen i lignende kontekster. Undersøgelsens fund understøttes dog af tilsvarende fund fra litteraturreviewet.

I analysen fremkommer linket mellem CT og matematik gennem arbejdet med micro:bitten. Særligt ses det vigtigt, at opgaverne rammesættes af læreren, der derigennem hjælper eleverne med at skabe linket mellem det digitale artefakt og den matematiske viden. Dette understøttes af Lockwood et al. (2016), der fremhæver, at CT kan styrke elevernes matematiske problemløsning samt matematiske forståelse. Dette gøres igennem procedural tænkning, hvor den matematiske viden kan ses som udtrykt gennem procedure og algoritmer

(Lockwood et al., 2016). Dette kommer særligt til udtryk i casen, hvor læreren hovedsageligt befinder sig i kvadrat 1 i modellen *Orkestrering mellem CT og matematik* (Figur 3). Lærerstyringen af aktiviteterne kan skyldes, at tiden, der var til rådighed, var begrænset, hvorfor der ikke nødvendigvis var den fornødne tid til, at eleverne selv kunne undersøge problemstillingen fra et elevcentreret perspektiv.

Konklusion

Det virkelighedsnære problem gjorde det muligt for læreren at inddrage eleverne i den computationelle tankegang. Ved at arbejde med *micro:bitten* som skridttæller udviklede eleverne deres forståelse for CT i relation til matematik. Gennem brugen af *micro:bitten* arbejdede eleverne med nye repræsentationsformer, og læringsindholdet blev præsenteret på en ny måde, hvilket var med til at udvikle elevernes matematiske videnskabelige forståelse.

Læreren arbejdede med at skabe en vekselvirkning mellem spontane og matematiske videnskabelige begreber allerede i starten af lektionen. Igennem denne vekselvirkning skabte læreren en forståelse for den opgave, eleverne senere skulle udføre, ved at mediere både de computationelle og matematiske hensigter med opgaven. Medieringen blev hermed væsentlig for, at læreren kunne hjælpe eleverne med deres forståelser af de matematiske videnskabelige begreber. Læreren fik derfor en central rolle i medieringen, da det var betydningsfuldt, at undervisningssekvensen blev faciliteret således, at eleverne kunne omsætte artefakttegn til matematiske tegn. De lærercentrerede aktiviteter er dermed med til at sikre, at der skabes et link mellem artefakttegn og matematiske tegn. Bliver dette link ikke tydeligt, vil eleven måske opfatte brugen af artefaktet som leg uden at skabe en matematisk forståelse, der kan bruges til at løse lignende problemer i fremtiden.

Den computationelle tankegang, i form af procedural tænkning og fejlsøgning, blev flere steder i undersøgelsen set som et medierende bindeled mellem artefakttegn og selve opgaveløsningen. Lærerens samtale med eleverne under klasses Diskussion blev ligeledes væsentlig for medieringsprocessen for at understøtte elevernes udvikling af videnskabelige matematiske begreber. Undersøgelsen viste endvidere, at et fokus på CT i relation til matematik godt kan skabes allerede i indskoling. I og med det er et single casestudie, er det svært at generalisere fundene men på trods af et relativt lille undersøgelsesfelt, så

viser undersøgelsen, at der er sammenfald i forhold til de fund, der er fremkommet i litteraturreviewet. Dermed peger studiet på valide fund i forhold til eksisterende forskning (Creswell & Creswell, 2018). Der mangler dog fortsat viden om, hvordan lærerne kan inddrage CT i matematikundervisningen, og på hvilken måde CT kan understøtte elevernes udvikling af matematiske videnskabelige begreber i forhold til større elevers matematikundervisning og andre matematiske problemløsningsprocesser.

Referencer

- Barr, V.** & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *Inroads*, 2(1), 48-54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bartolini Bussi, M. G.** & Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. I: L. English, M. Bartolini Bussi, G. Jones, R. Lesh, B. Sriraman & D. Tirosh (red.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (2nd ed.) (s. 746-783). Routledge.
- Bocconi, S.,** Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Punie, Y., Kamylyis, P. & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice* (EUR 28295 EN). Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/093eadcc-c820-11e6-a6db-01aa75ed71a1>
- Bottino, R.** & Chiappini, G. (2002). Advanced Technology and Learning Environments: Their Relationships Within the Arithmetic Problem-Solving Domain. I: L. D. English (red.) *Handbook of International Research in Mathematics Education* (1st edition), (s. 769-798). Routledge.
- Brinkmann, S.** & Tanggaard, L. (2010). *Kvalitative metoder: En grundbog*. Hans Reitzels Forlag.
- Chongo, S.,** Osman, K. & Nayan, N. A. (2020). Level of Computational Thinking Skills among Secondary Science Student: Variation across Gender and Mathematics Achievement. *Science Education International*, 31(2), 159-163. <http://dx.doi.org/10.33828/sei.v31.i2.4>
- Creswell, J. W.** & Creswell J. D. (2018). *Research Design* (5th edition). SAGE Publications.
- Downe-Wamboldt, B.** (1992). Content analysis: Method, applications, and issues. *Health Care for Women International*, 13(3), 313-321. DOI: 10.1080/07399339209516006
- Ejsing-Duun, S.,** Misfelt, M. & Andersen, D. G. (2021). Computational thinking karakteriseret som et sæt af kompetencer: En begrebskortlægning. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, 6(10), 405-429. DOI 10.7146/lt.v6i10.125258

- Gadanidis, G., Cendros, R., Floyd, L. & Namukasa, I.** (2017). Computational Thinking in Mathematics Teacher Education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE)*, 17(4), 458-477.
- Hasan, R.** (2002). Semiotic mediation and mental development in pluralistic societies: Some implications for tomorrow's schooling. I: G. Wells & G. Claxton (red.) *Learning for Life in the 21st Century: Sociocultural Perspectives on the Future of Education*, (s. 112-126). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470753545.ch9>
- Hasse, C. & Brok, L. S.** (2015). *TEKU-modellen: Teknologiforståelse i professionerne*. U Press.
- Johansen, L. Ø.** (2007). Sproglig bevidsthed som inkluderende faktor i matematikundervisningen. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 4, 7-24.
- Kaup, C. F.** (2021). Computational tankegang fra et pædagogisk perspektiv: Skolepædagogens betydning for teknologiinddragelse i matematikundervisningen. *Forskning i Pædagogers Profession og Uddannelse*, 5(1), 20-33. <https://doi.org/10.7146/fppu.v5i1.125705>
- Launsø, L., Olsen, L. & Rieper, O.** (2011). *Forskning om og med mennesker* (6. udgave). Nyt Nordisk Forlag.
- Li, Y. & Schoenfeld, A.H.** (2019). Problematising teaching and learning mathematics as “given” in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 6, Article 44. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0197-9>
- Li, Y., Schoenfeld, A.H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D & Duschl, R. A.** (2020). Computational Thinking Is More about Thinking than Computing. *Journal for STEM Education Research*, 3, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00030-2>
- Lindkvist, K.** (1981). Approaches to textual analysis. I: K. E. Rosengren (Ed.), *Advances in content analysis* (s. 23-41). SAGE Publications.
- Lockwood, E., DeJarnette, A. F., Asay, A. & Thomas, M.** (2016). Algorithmic Thinking: An Initial Characterization of Computational Thinking in Mathematics. I: M. Wood, E. E. Turner, M. Civil & J. A. Eli (red.), *Proceedings of the 38th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (s. 1588-1595). The University of Arizona.
- Kawulich, B. B.** (2005). Participant Observation as a Data Collection Method. *Forum: Qualitative Social Research*, 6(2), article 43. <https://doi.org/10.17169/fqs-6.2.466>
- Mariotti, M. & Maffia, A.** (2018). From using artefacts to mathematical meanings: the teacher's role in the semiotic mediation process. *Didattica Della Matematica. Dalla Ricerca Alle Pratiche d'aula*, 4, 50-64. <https://doi.org/10.33683/ddm.18.4.3>
- Mayring, P.** (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2), Article 20. <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- Pérez, A.** (2018). A Framework for Computational Thinking Dispositions in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 424-461. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.49.4.0424>
- Promraksa, S., Sangaroon, K. & Inprasitha, M.** (2014). Characteristics of Computational Thinking about the Estimation of the Students in Mathematics Classroom Applying Lesson Study and Open Approach. *Journal of Education and Learning*, 3(3), 56-66. DOI: 10.5539/jel.v3n3p56

- Reichert, J. T., Barone, D. A. C. & Kist, M. (2020).** Computational Thinking in K-12: An Analysis with Mathematics Teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(6), article em1847. <https://doi.org/10.29333/ejmste/7832>
- Rieber, R. W. (1997).** Research method. I: R. W. Rieber (red.), *The Collected Works of L. S. Vygotsky. The History of the Development of Higher Mental Functions* (s. 27-63). Springer. DOI: 10.1007/978-1-4615-5939-9_2
- Stake, R. E. (1995).** *The Art of Case Study Research*. SAGE Publication.
- Vygotsky, L. S. (1978).** *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U. (2016).** Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Wing, J. M. (2006).** Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yin, R. K. (2009).** *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications Inc.

Bilag 1

En oversigt over de inkluderede studier i kortlægningen af nyere forskning indenfor CT og matematik.

Forfatter/e	Publicerings-dato	Type af studie	Studiets fokus	Analyse-metode	Fund
Chongo, S., Osmin, K. & Nayan, N. A.	2020	Empirisk kvantitativt studie n=128	Relationen mellem CT og matematik, med fokus på køn	Statisk analyse med T-test	Statistisk signifikans i relation til sammenhængen mellem CT og matematisk kunnen
Lockwood, E., Asay, A., DeJarnette, A. F. & Thomas, M.	2014	Empirisk kollaborativt design studie, som inkluderede 3 faser: designfase, observationsfase og udførelsesfase	At undersøge og analysere karakteristika ved beregnings-tænkning i matematik-klasser.	Åben kvalitativ analysetilgang	Eleverne blev i stand til at præsentere CT og karakterisere indholdet i CT i overensstemmelsen med en 4 trins åben tilgang og opnå forståelse for CT-niveauer i matematik-undervisningen

Reichert, J. T., Barone, D. A. C. & Kist, M.	2020	Empirisk case-studie med teoretiske og eksperimentelle dele. Studiet inkluderede matematiklærere N=28. Studiet inddrog observationer, logbogs-optagelser, fotos, surveys med essay og spørgsmål før og efter interventionen	Oplevelse af CT blandt matematiklærere	Kvalitative analyser suppleret med kvantitative oversigter over fund	Kurset i CT medførte signifikant læring af CT og udviklingen af metoder til introduktion af CT i matematikundervisningen tillige med refleksioner over metoder til undervisning og læring
Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U.	2016	Teoretisk og empirisk: Litteraturreview, undersøgelse af eksemplariske forløb og interview med lærere	At udlede en definition på CT til matematik- og sciencefag	Kvalitativ kategorisering og organisering gennem åben kodning på baggrund af 208 CT-elementer og 45 praksis-eksempler	Udledning af en definition af CT til matematik og science, som inkluderer 4 kategorier: datapraksis, modellerings- og simulationspraksis, computationel problemløsningspraksis og systemtænkingspraksis

Abstract

Denne artikel præsenterer de første resultater fra et firårigt forskningsprojekt, der designer til og tester implementeringen af en adaptiv læringsteknologi, Rhapsode™, i en sygeplejerskeuddannelse i Danmark. Med udgangspunkt i kvalitativ empiri, der er skabt gennem 12 timers klasseundervisningsobservationer og interviews med 11 sygeplejerskestuderende, stiller artiklen spørgsmålet, hvordan de sygeplejerskestuderende oplever og tilpasser sig den nye digitale læringsressource. Resultaterne viser, at de studerende reagerede meget forskelligt på teknologien, og det er disse reaktioner, tilpasninger og erfaringer, der er i fokus i denne artikel. Hovedkonklusionen er, at det ikke kun er teknologien, der skal tilpasse sig de studerende; disse må også selv tilpasse sig den nye teknologi, hvis et sådant adaptivt læremiddel skal kunne anvendes meningsfuldt i en undervisningssammenhæng.

This article presents pilot findings from a four year long research project that is designed for and tests the implementation of an adaptive learning technology, Rhapsode™, in nurse education in Denmark. Based on the qualitative empirical data that was generated from 12 hours of classroom teaching observations and interviews with 11 student nurses, the article asks the question of how the student nurses experience and adapt to the new digital learning resource. The student nurses reacted very differently to the technology, and these reactions, adaptations and experiences are in focus in this article. The main argument is that not only must the technology adapt to the students, but the students must also adapt to the new technology to succeed.

Adoption of an Adaptive Learning Technology in Nurse Education

Students' Expectations and Experiences

By Anne-Mette Nortvig, University College Absalon,
Rasmus Jørrnø, University College Absalon,
& Bjarke Lindsø Andersen, University College Absalon

Introduktion

Adaptive technology is part of a plethora of new technology trends (Hamilton & Hattie, 2021). Preliminary adoption of technology among nurses and in healthcare settings have shown good results (Fontaine et al., 2019), especially when digital technologies, e-learning, and so-called traditional teaching methods are used in conjunction with each other (McDonald, Boulton, & Davis, 2018), and when technology purports to meet educational needs for scalable personalized training and professional relevance (Smart, Ross, Carollo, & Williams-Gilbert, 2020; Williamson & Muckle, 2018). However, there is a latent discrepancy between the “clean rhetoric” of educational technology companies (EdTech) vying for consumers’ attention and the “messy reality” of technology use and adoption in educational practice (Selwyn, 2017). Research on the introduction of EdTech in different educational settings and user adoption shows that local cultures are of vital importance for success (Cuban, 2009; Ertmer, 1999). For example, some find that nursing students prefer physical textbooks over online reading materials (Mennenga, 2016). In such analyses, the importance of teachers’ competence, pedagogy, organizational resources, strategy, and leadership backing are often stressed relative to successful adoption. Meanwhile, the perspective of students is often neglected as a crucial measure of successful technology adoption. This partly shows from the fact that widely recognized frameworks for technology adoption in education focus predominantly on the competences, dispositions, and actions of the instructor (e.g. T-PACK (Herring, Koehler, & Mishra, 2016) and SAMR (Romrell, Kidder, & Wood, 2014)). Partly, recent reviews show that the learning designs associated with the use of adaptive learning technologies in nursing

education lack transparency and justification for the design developed, and among this also a reflection on the role and actions of the students both in preparation and class (Andersen, Jørnø, & Nortvig, 2021; Fontaine et al., 2019). This has particular significance for adaptive technologies, as the technology's primary focus is on the student user. Many adaptive learning platforms have been designed as single-user experiences, placing the student at a computer alone in front of the adaptive technology. As such, the technology ignores social aspects of learning by design and, to a certain extent, bypasses the traditional role of the teacher as a mediator and gatekeeper of knowledge.

Whether the teacher adopts the technology is therefore less important than how students adapt to said technology, as student attitudes and expectations, particularly how they frame the learning experience, become decisive factors for technology acceptance.

There are many partially conflicting definitions of adaptive technology (confer Holmes et al., 2018; Knutov, De Bra, & Pechenizkiy, 2009). In this article, we refer to adaptive technology as technology designed to analyze and "accommodate a learner's specific needs by making appropriate adjustments to the learner's experience with the goal of enhancing learning outcomes" (Plass & Pawar, 2020, p. 276). In the present study, an adaptive learning technology is implemented as part of the student nurses' preparation for class, and the teaching and learning sessions that include the technology are designed, tested, and redesigned in collaborations between educators, and in this first phase of the longitudinal study, we, the researchers and authors of the present article, observed, interviewed, and analyzed the educational context in the broadest sense of the concept.

The adaptive learning technology, Rhapsode, is described by the company behind it as a technology that creates a "personalized experience for employee, student or trainee. It applies science and technology to improve how and what is learned" (Area9Lyceum, 2022, n.p.). On the Rhapsode platform, students can read or listen to text, and they are asked questions in relation to the subject matter. The adaptive engine is driven by an artificial intelligence which selects the text and questions for the individual students based on their answers and metacognitive competencies. Employing this technology in a nurse education context, students are asked to prepare for class in a way that is unfamiliar to them. Before using Rhapsode – the students told us during interviews – they were to prepare for class by reading book chapters or other written material, however, many of them did not do so or they found it difficult to concentrate while reading. With the new technology the students are asked to read the text online in the Rhapsode platform and they are encouraged to answer questions immediately after and in close connection with the reading of the

texts. Their ‘homework’ is not done until a certain preset percentage of questions is answered correct, *and* the students indicate that they are sure that they understand the learning content. In addition, these interactions with the technology generate data reports for the educators to see, which provide an opportunity to plan their lessons with a specific target on the more difficult areas of the specific day’s lessons (Jørnø et al., 2022).

However, this new way of preparing for class while interacting with an adaptive technology and the new opportunity for the educators to monitor (or “spy on”) the individual students’ preparation for class raises both didactical and ethical considerations among the nurse educators, and – as we will discuss below – students responded, reacted, and adapted to the adaptive technology in several different ways. Submerged in this messy educational setting, we examine how the students initially react and adapt to the technology and how they explain their attitudes. Thus, we ask the following question:

How do student nurses experience and adapt to the introduction of the adaptive learning technology Rhapsode as a novel learning tool to be used in science subjects in nurse education?



In the following section, we outline the methods and theory. Subsequently, we present our analysis and interpretations.

Methods

The empirical data for this article were collected during a large development project in nursing education in Denmark. The overall goal of this project is to create innovative learning designs that focus on professionally relevant activities for nursing students. To do so, nurse educators, an EdTech company, and researchers collaborated to implement an adaptive learning technology, Rhapsode™, as part of the students’ homework preparation before taking part in on-campus activities. As we, at the time of writing, still are at the beginning of the project, the empirical data stem from the pilot trial with the students.

The overall project is guided by a Design-based Research methodology (Amiel & Reeves, 2008; Anderson & Shattuck, 2012; Cobb & Gravemeijer, 2008), and in this first phase of the four year long project, we (the researchers) are studying the educational context before and during the first implementation of the technology. In this phase, the nurse educators have planned and conducted the classroom teaching, while we observed and interviewed them and their students afterwards with our research interest focused on how the adaptive learning technology was used, understood, explained, adopted, and/or rejected.

To study the student nurses' initial adoption of the new technology, we chose a qualitative methodological design where we let interview data deepen observational data (Denzin, 2012). This year's cohort of student nurses consisted of four classes (approximately 130 students), and all of them were exposed to the adaptive technology, Rhapsode. The adaptive learning platform was to serve as their homework preparation for science subject teaching for two weeks instead of normal preparation with a textbook. We observed one lesson in each class on the day nurse educators introduced Rhapsode, and we observed a second time (during two lessons) when the educators and their students evaluated their first experiences and learning outcomes.

Due to differences in framings and presentations of the technology by the educators, we decided to initially code the observations with a focus on how the technology was framed by different users and its role in the learning design. Based on our first interpretations of these data, we designed the interview guides to saturate and elaborate the findings. Along with that, during interviews, we showed the students screen dumps from their interactions with the technology and asked them to comment and discuss their first expectations, their experiences while working, and their subsequent evaluations afterwards. These were narrowed down to focus on different aspects of framing the technology: students' expectations of the technology before working with it, the students' descriptions of their encounters with Rhapsode, their use of the technology, and their experiences and evaluations of the specific technology.

To describe and understand the variety of experiences and reasons for rejection or collaboration with the technology, we chose a stratified variation sample strategy (Corbin & Strauss, 1990, 2008; Robinson, 2014) for our interviews: We asked 2-4 students each with positive and negative first impressions of the adaptive technology to participate. In all, we interviewed 11 students; two interviews were conducted in groups of two and three students, and due to the students' busy schedules the rest were conducted as individual interviews. All interviews were recorded, transcribed, coded, analyzed, and discussed collaboratively.

The coding of the transcribed interviews was undertaken with inspiration from grounded theory (Charmaz, 2010; Clarke & Friese, 2013; Thornberg & Charmaz, 2012). This means that we created the categories inductively while analyzing the transcripts thematically and highlighting any statements from the students that expressed or accounted for their reactions, understandings, strategies, feelings, reflections and so on towards the learning technology and the way they used it as homework, tried to hack it, cheat it, or learn from it for example. The highlights were then grouped between 'expectations,' 'technology meet,' 'use strategy,' and 'experiences,' and the highlighted quotes were given a code (for example disappointment, enthusiasm, surprise, hack, test, collaboration and many more). All of us read, grouped, and coded all transcribed interviews, and we discussed these among us. Thus, we ended up with an overview of a very complex and multifaceted material that we compared with different theoretical approaches and finalized by looking at it through a Goffmanian perspective.

Theoretical approach

In the following, we provide an analysis of the students' attitudes and framing of the Rhapsode technology using Irving Goffman's Frame theory (Goffman, 1974) and his concept of how actors define the situation they are in (Goffman, 1959). Both theoretical constructs allow us to look for traces of different framings of the technology – ranging from the intentions of the developers of the Rhapsode technology, over the administrators who introduced it to the nursing program, to the educators and students who, each in their own way, interpreted the technology and its impact on the use situation. The differences in framings lays the foundation for potential conflicts.

Goffman speaks of "frames" (Goffman, 1974), that is, schemata of interpretation that explain what event is taking place and what one is able to and supposed to do in the given situation. Thus, these frameworks guide our expectations and appraisals of how others behave and perceive one's actions (guided doings). Similarly, Goffman (1959) conceives of the "definition of the situation" as a personal interpretation that has implications for the participants' interactions and for their expectations of each other. Goffman writes:

” When an individual projects a definition of the situation and thereby makes an implicit or explicit claim to be a person of a particular kind, he automatically exerts a moral demand upon the others, obliging them to value and treat him in the manner that persons of his kind have a right to expect.
(Goffman, 1959, p. 24)

In general, the frames are implicit and inferred. The “moral demand” refers to the different expectations embedded in the roles or ideas of how one acts and is consequently perceived in a given frame. One such role is what Ulriksen calls “the implied student” (2009). This role entails a social identity – a specific “way of seeing” the world, and an accompanying blindness of what to not see in an educational setting. It follows stabilized patterns of behavior and expectations with implicit codes, norms, and values. These patterns translate into images of what it means to study, how to study, and what studying looks like. In other words, how to be a student and eventually a professional.

While the student role is constantly open for negotiation, conflicting demands on the role can collide as different constraints are introduced. Particularly, technology such as the Rhapsode technology, make implicit and explicit demands of the user following a logic decided by the software company and engineered prior to its application and therefore context independent. In design, this can be referred to as the assumption of an “implied user” (Kannabiran, Bardzell, & Bardzell, 2012) or “model user” (Derboven, Geerts, & De Grooff, 2013) embedded in the technology. As such we do not consider frames and roles as ‘simply’ attitudes and interpretations. Rather, we find that social practices are equally constrained by social and technological constraints, in the form of the learning design and digital materiality of the platform (Kallinikos, 2002; Leonardi & Barley, 2008; Orlikowski, 2007; Orlikowski & Barley, 2001).

Findings

The thematic analysis (Braun & Clarke, 2006) of the codes produced by the interview related to feelings and expressions of the students’ expectations of and experiences with Rhapsode. Three different categories of student groups emerged corresponding to different adaptations to the adaptive technology. Some of the students found collaboration with the technology easy, some were discouraged by the soft-

ware and expressed feelings of frustration, even using the word "hate". The last group saw an opportunity for a better learning outcome and tried to adapt to the system despite its perceived shortcomings that is illogical answers and opaque learning paths. In this section, we present these categories and illustrate them, using quotes from the interviews, and in the end of this section, we narrow it down to the three groups of student answers and discuss the students' experiences and explanations accordingly.

The implied student

Juxtaposing the three overall adoption stances taken by the students provides, at first glance, disparate and contrary views on the Rhapsode technology. Looking further into the data reveals, however, a somewhat cohesive pattern among the three groups when we elaborate on some of the categories below. The project mainly aimed to examine ways of integrating an adaptive learning tool in existing nursing education. The participants were students at different stages in their educational lives personally, but all were newly enrolled in nursing education. As such, all of them were, at the time of the intervention, in the early stages of socialization into the specific culture of being a student nurse. This includes new ways of solving problems, asking questions, and studying in general, leaning into the role of "the implied student" (Ulriksen, 2009). In other words, they were all in the early days of creating frames (Goffman, 1974) for their experience as nursing students and molding their professional identity. At the time of the intervention, the students had not completed any courses, and so had no established routines other than those carried over from primary and secondary school (For example doing homework). Furthermore, the intervention was placed at the beginning of a new course. Thus, two factors became relatively important relating to how the students defined the situation. First, the intervention was designed to replace regular homework (reading textbooks) with preparation work done in advance on an adaptive learning platform, Rhapsode. This definition of the situation was, however, not communicated adequately. Second, some of the students erroneously perceived their preparation work on the platform not as preparation but as a type of interim test situation or regular multiple-choice quiz. Therefore, two framing aspects of the situation were in play for the students: First, their scheme of 'how preparation for class takes place for nursing students' was being

altered and explicitly pointed to by the enthusiastic group and the disappointed subverters. Secondly, their scheme of 'what they were supposed to do while working on the platform' also failed for some of them. For many students, their immediate framing of the two were incompatible with the intended form of work on the platform and its intended place in the educational design. In other words, the "implied user" necessitated by the technology collided with the "implied student" upheld by many of the students. We pursue this line of thought below in three areas: expectations, meeting the technology, and their use of the technology.

Expecting the adaptive technology to replace textbooks 1:1

In this case, the overarching problem was that both the students interpreting the situation as intended by the designers (preparation replacing homework) and those who understood the work in other ways were, for the most part, disappointed. There was nothing inherently wrong with the introduction given; however, the way preparation work is presented in Rhapsode it ostensibly occupies the same "place" as any other text, assignment, or task given to students as homework. There was nothing to indicate that the students who worked with the Rhapsode technology were required to adjust their preparation practices. Some of the students' reactions were that their preparation time was much longer than usual, that it was difficult to take notes, that they had difficulty navigating what to read and what to emphasize. These reactions reveal that students tried to fit work on the platform into their existing frame. For example, reading a text for class one student remarked: "...but I didn't know if it [Rhapsode] was a form of learning, or it was a test or if it was some type of webpage or what it was?" In contrast, students who were stressed that the "test" stretched into the second, third, or fourth hour or those who were frustrated over "going in circles" indicate expectations of an online test behaving in a predictable linear fashion. A student expressed it this way: "I wondered what I had misunderstood in class and, you know, I felt like, there was this much time allotted, you're supposed to make it in this amount of time, and I think that's what stressed me out." The mismatch between expectations and the actual behavior required by the technology can therefore be said to be an example of what Derboven, Geerts and De Groof (2013) called "layered appropriation." Developers, administrators, teachers, and students each in turn apply their own layers of interpretation to make sense of the constraints of the technology. These layers are not necessarily communicated or aligned. The introduction to the platform was therefore inadequate because it neglected the social practices *surrounding* the platform. What was missing was an explicit re-framing of how preparation was

to be understood and dealt with differently. This would have provided students with an opportunity to reconsider how to rearrange their workday and study rhythm. Some students arrived at this conclusion:

” I would say [to a new student], here at our college we have a completely new way of learning...you have the opportunity to read the text and be tested immediately...And you have the opportunity to practice, practice, practice, until it gets stuck in your head...

Different experiences when meeting the technology

As we have seen above, the students defined the situation based on their former experiences and their interpretation of their educators' presentation of the technology in class. Accordingly, they expected the Rhapsode™ technology to behave in a certain way as they started working with the technology.

However, the definitions they arrived at varied significantly. Some students perceived Rhapsode as presenting learning content in a way that resembles textbooks and multiple-choice quizzes. These students felt that they intuitively knew what to do and could act as they usually do while moving through the many pages and questions. These students experienced the technology as aligned with their self-perception as student nurses (that is their version of “the implied student”). One of the students said:

” Rhapsode is a learning resource that presents text to students, and you can choose the level. You are to answer questions, and if your answer is correct, you move on; otherwise, you go back and get more text, figures, and videos.

Another student described her experiences: “I was initially confused. It was missing something [...]. But when I came home, it all fit. Her [the technology] voice and everything ... fit”.

In contrast, some students experienced the technology as behaving in ways that clashed with their expectations. One of the students explained that she misunderstood the technology because it behaved strangely:

” She [the synthetic voice in Rhapsode] began with stuff that was not introduced to us at all ... and in a language that made you think: What? So, I stopped and left. [...] It was like, if you had answered a question, it [Rhapsode™] wanted an elaborate answer, but maybe I misunderstood, I do not know, but that is my experience.

Many students said that some of the misunderstandings were due to the novelty of the technology, and the fact that they did not know what to expect from it: they struggled to *define the situation*. Isabella¹ said:

” I thought that it would be somewhat exciting. [I thought:] I’ll try it out. I am open to new things [...] but I had no idea of what it was ... I am not completely rejecting this way of doing things: I think I was just very surprised by how hard I thought it was.

As a consequence some of the students made judgments as to how compatible the technology is with how they perceived the role of a nursing student: ”This is maybe not the obvious choice for nurses. We work face to face. It is a bit weird that it’s for us”.

Different stances on the technology

Understandably there were different reactions and strategies for adaptation to such a combination of frustrated expectations and failed attempts to define and interpret the use of Rhapsode. Some outright rejected the technology and were unwilling to invest time and energy to learn the new system. ”I hated it, with a vengeance...it destroys your motivation...” said one student. A few students doubted the usefulness of the platform and attempted to employ so-called work-arounds (Alter, 2014) to modify the system or alleviate the burden placed on them to maintain a status quo. One student reported: ”You took screenshots of the answers...so if they came again, you could just retrieve them and I know that a lot of people said they’d done that”. Some perceived the system as flawed and kept a back-up system in hand (for instance, taking notes as if they were reading a book). A student said, ”I also took notes, because there was a lot of text...but I did it because you can use your notes again”.

Conspicuously, some of the students referred to the technology as a person, and that they expected ”her” to behave, adapt to, and actively differentiate their learning as a teacher might do, which aligns with studies of anthropomorphism of technology (Epley, Waytz, & Cacioppo, 2007).

When clustering the students’ many experiences and explanations a pattern emerged across the interview groups: one cluster of students enthusiastically collaborated with the technology, another cluster of students were disappointed by it and a last one saw its potential in spite of the technology itself. This will be elaborated further below.

¹ All names are pseudonymized.

The enthusiastic collaborators

During the interview, a cluster of three students indicated that they understood how to answer, read, and take notes using the Rhapsode technology, and they felt that the way the content was presented on their computer screen was easy to understand. Peter frames this as follows: "I felt that I learned a lot. It requires note taking. It turns out to be a bit of a back and forth between the computer and me. I think that is a good thing". Later on, he sums up:

” You can almost fall asleep with a book and your thoughts fly. Not here. You are engaged the entire time. You follow, and you do not start to plan your supper. Your brain gets affected and stimulated in a completely different way than when you read a book.

Liza appreciates the stimulation of the brain too: "The technology here was different. I was stimulated in a very different way [...] It kept me awake because [the synthetic voice] is so annoying [laughs]". Due to a former experience of practicing driver's license theory through repetition of questions and correct answers, Sarah is confident that the corresponding concept of Rhapsode is a way to learn cytology as well:

” I simply learned the theory by answering repeatedly until I had zero wrong answers, you know. What I like about this [technology] is that you have the opportunity – which is great – to test your knowledge [...] and keep on doing it until you get it. I think that is megacool.

These students collaborated smoothly with the adaptive technology, as they immediately recognized its potential for contributing to a better learning outcome. They appreciated the presentation of the content, and they found that repetitive questions were an opportunity to learn. These students defined the situation (Goffman, 1959) where they prepared for class by the use of Rhapsode as effective learning and they easily understood how the technology wanted them to work.

The disappointed subverters

This cluster consisted of three students who expressed feelings of frustration and helplessness during the interviews, as they felt that they were at the mercy of the Rhapsode™ system. As in Sarah's case, former experiences and expectations affect the perception of the technology. Charlotte says:

” I thought it would be exciting. Technology and things like that, that is exciting. Great. To do something other than the boring stuff in books. I expected multiple-choice quizzes and animation and opportunities to read the text aloud”. However, Charlotte was ultimately disappointed: ”It was not for me at all. It was deadly dull. I scamped it. I had to finish it. I did not read the text, I just clicked ‘I am sure’ in order to avoid the questions.

Mollie was equally disappointed. She had a health degree already and did not anticipate the learning content to be so difficult for her: ”It was like you got bombed with a lot of stuff, then you read and read, and then there was simply so much that you could not really relate to afterwards”. Not only the content but also the technology concept was too hard to handle for Mollie: ”That voice, that lady talking over everything – I had to drop that pretty fast, cause that just confused me even more”. In the end, Mollie gave up and tried to hack her way out of the system: ”I had to get through it and try to just press something [random] – to get it over with”.

These students experienced frustration when working with Rhapsode. They did not see it as a technology that adapts to their knowledge or way of learning; they found the subject presentation too difficult, and they did not understand the questions or why they had to answer them many times, so they ended up refusing to collaborate. Their goffmanian moral demands were not met.

The students that collaborated in spite of the technology

The third cluster consisted of five students who experienced the same kind of frustration and disappointment as the counteracting students, but this cluster collaborated with the technology and found the concept rewarding and instructive. Emma says: ”I hated it fervently. I hated it because when you answer a question – it ruins your motivation – you think you gave the right answer, and you write ‘I am sure’ and then it says, ‘You got it all wrong’”. However, Emma worked her way through and summed up: “[...] it forces me to learn something, and that’s quite alright, you know what I mean?” Sophia expressed a similar thought: ”I think it was extremely annoying to be in the thick of it, but afterwards I was super happy that I had completed it”. Later she summed up: ”[it was frustrating sometimes], but you learned a lot from it anyway”. Mia disagreed:

” Yeah, well, I do not think it was frustrating, but I think that was because I was fairly ... well, I knew it was not a test like that, and I knew that it was more, like, to see what you know.

These students met the challenges, but they continued to look for meaning and work for solutions. When Mia had to answer the same questions on the platform over and over again, she found it annoying so she “...was like okay, now I have to go back”. She read again and got the answers right.

This last cluster of students insisted on finding meaning in the digital learning resource that at first appeared strange and counterintuitive. They ended up redefining their first definition of the situation while finally accepting the technology’s premise for learning and found the learning process rewarding, especially in retrospect.

Conclusion and discussion

As mentioned in the introduction, the majority of frameworks for integration of new technology in education empathize the perspective of the educator. This is of importance. However, as we have shown in the paper the success of the integration of edtech is also highly depended on the students’ ability and willingness to adapt their practices of preparation and studying to the new, adaptive technology. Furthermore, we have shown that students are not alike, and thus the introduction of new technologies should cater to their differences in order to gain success.

That being said, our study also has shortcomings that guide obvious points of interest for future studies. As it might be clear at this moment, we have not had any data or evidence from the students’ actual interactions at home on their computer screen with the learning technology, and thus we cannot say how they interacted in the situation, when they got frustrated or relieved, chose to adapt or not or whether for example their fellow students’ interpretations of the learning situations impacted their own interpretations afterward. Likewise, the data that we have used in this article do not include data from interviews with the educators, and thus we cannot provide detailed explanations about the learning design that were implemented the specific dates. We will get back to this perspective in another publication (Jørnø, Nortvig & Andersen, 2022). In this article, however, our empirical focus and research interest have been set on the students’ experiences and thus reflections and interpreted reactions with working with and trying to adapt to an adaptive learning technology, and we will sum up on these below.

In our research question, we asked how student nurses react and adapt to the introduction of the adaptive learning technology, Rhapsode, as a novel tool for preparation for class in nurse education. We found in our analysis that the students adopted, collaborated, and/or rejected the technology for a variety of reasons. First, although a minor group of students found collaboration and working with the technology easy and intuitive, a lot of the students seemed to find that their self-image as a student and as a nurse and preparing for class at the university collided with the “implied student” image offered by Rhapsode™. The technology requires the student to read, listen, and answer questions (alone) until they are sure of and know all the content, with a strong focus on factual knowledge. Such a focus is apparently difficult for some new students to reconcile with their ideas of being a nurse student.

Second, the students’ expectations with regard to an adaptive learning technology, such as Rhapsode, plays a big role. Some students framed the experience as the producers intended, that is, as a novel training experience substituting regular homework. Others expected it to be comparable to a book, test, or podcast, while others even compared it to a teacher. When expectations were met or they were positively surprised, the students accepted and adapted to the technology and collaborated without hesitation. Conversely, when the students’ expectations clashed with their experience, they often refused to collaborate and tried to hack their way out of the system. However, some students chose to collaborate with the technology despite their distaste, as they recognized the potential for learning outcomes and fought their way through.

Finally, the place of adaptive technology in the ecology of nurse education plays a significant indirect role in how it is received. Many of the issues reported in this article stem from an inadequate framing of the technology that prompted multiple attempts to redefine the situation by teachers and students alike, many of which ultimately clashed. Going forward we believe that redesigning how students are supposed to prepare in education should be taken into consideration alongside other higher-order educational choices, such as whether to use project-based learning, thematic learning, classes, cases, or scenarios.

References

- Alter**, S. (2014). Theory of workarounds. *Communications of the Association for Information Systems*, 34, Artikel 55. DOI:10.17705/1CAIS.03455
- Amiel**, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(4).
- Andersen**, B. L., Jørnø, R. L., & Nortvig, A.-M. (2021). Blending adaptive learning technology into nursing education: A scoping review. *Contemporary Educational Technology*, 14(1). DOI:10.30935/cedtech/11370
- Anderson**, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- AreaLyceum** (2022). *Area9 Rhapsode Learner*. Localized 13 April 2022: <https://arealyceum.com/the-platform/rhapsode-learner/>
- Braun**, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. DOI:10.1191/1478088706qp0630a
- Charmaz**, K. (2010). *Grounded Theory: Objectivist and Constructivist Methods* (W. Luttrell (red.); s. 183-207). Routledge.
- Clarke**, A. E., & Friese, C. (2013). *Grounded theorizing using situational analysis* (A. Bryant & K. Charmaz (red.); Paperback, s. 363-397). Sage.
- Cobb**, P., & Gravemeijer, K. (2008). *Experimenting to support and understand learning processes* (A. E. Kelly, R. A. Lesh, & J. Y. Baek (red.); s. 68-95). Routledge.
- Corbin**, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. Sage Publications, Inc. DOI:10.4135/9781452230153
- Corbin**, J. M., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative Sociology*, 13(1), 3-21. DOI:10.1007/BF00988593
- Cuban**, L. (2009). *Oversold and Underused*. Harvard University Press. DOI:10.4159/9780674030107
- Denzin**, N. K. (2012). Triangulation 2.0. *Journal of Mixed Methods Research*, 6(2), 80-88. DOI:10.1177/1558689812437186
- Derboven**, J., Geerts, D., & De Grooff, D. (2013). Researching user interpretation beyond designer intentions. In: W. E. Mackay, S. Brewster, & S. Bødker (Eds.), *CHI EA '13: CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 367-372). Association for Computing Machinery.
- Epley**, N., Waytz, A., & Cacioppo, J. T. (2007). On seeing human: A three-factor theory of anthropomorphism. *Psychological Review*, 114(4), 864-886. DOI:10.1037/0033-295X.114.4.864.
- Ertmer**, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development* 47(4), 47-61. DOI:10.1007/BF02299597
- Fontaine**, G., Cossette, S., Maheu-Cadotte, M. A., Mailhot, T., Deschênes, M. F., Mathieu-Dupuis, G., Côté, J., Gagnon, M. P., & Dubé, V. (2019). Efficacy of adaptive e-learning for health professionals and students: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 9(8), e025252. DOI:10.1136/bmjopen-2018-025252

- Goffman, E.** (1959). *The Presentation of Self in Everyday Life*. Bantam Doubleday Dell Publishing Group, Inc.
- Goffman, E.** (1974). *Frame Analysis*. Northeastern University Press.
- Hamilton, A., & Hattie, J.** (2021). *Can Education Technology Finally Deliver?* Cognition Education Group & Corwin.
- Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H., & Mavrikis, M.** (2018). *Technology-enhanced personalised learning: Untangling the evidence*. The Robert Bosch Stiftung.
- Jørnø, R., Nortvig, A.M. & Andersen, B.** (2022). Teaching with an adaptive technology: Data, acceptance and change. Nordic Learning Conference 2022.
- Kallinikos, J.** (2002). *Reopening the black box of technology artifacts and human agency*. International Conference on Information Systems 2002, Barcelona, Spain.
- Kannabiran, G., Bardzell, J., & Bardzell, S.** (2012). I just made love: The system and the subject of experience In: J. Konstan, E. H. Chi, & K. Höök (Eds.), *CHI EA '12: CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 51-60). Association for Computing Machinery.
- Knutov, E., De Bra, P., & Pechenizkiy, M.** (2009). AH 12 years later: A comprehensive survey of adaptive hypermedia methods and techniques. *New Review in Hypermedia and Multimedia* 15(1), 5-38. DOI:10.1080/13614560902801608
- Leonardi, P. M., & Barley, S. R.** (2008). Materiality and change: Challenges to building better theory about technology and organizing. *Information and Organization*, 18(3), 159–176. DOI:10.1016/j.infoandorg.2008.03.001
- McDonald, E. W., Boulton, J. L., & Davis, J. L.** (2018). E-learning and nursing assessment skills and knowledge – An integrative review. *Nurse Education Today*, 66, 166-174. DOI:10.1016/J.NEDT.2018.03.011
- Mennenga, H. A.** (2016). Nursing student perceptions of digital textbooks: A pilot study. *Nursing Education Perspectives*, 37(2), 107-109.
- Herrig, M. C., Koehler, M. J., & Mishra, P.** (2016). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators*. Routledge. DOI:10.4324/9781315771328
- Orlikowski, W. J., & Barley, S.** (2001). Technology and institutions: What can research on information technology and research on organizations learn from each other. *MIS quarterly*, 25(2), 145-165. DOI:10.2307/3250927
- Orlikowski, W. J.** (2007). Sociomaterial practices. Exploring technology at work. *Organization Studies*, 28(9), 1435-1448. DOI:10.1177/0170840607081138
- Plass, J. L., & Pawar, S.** (2020). Adaptivity and personalization in games for learning. I: J. L. Plass, R. E. Mayer, & B. D. Homer (Eds.), *Handbook of Game-Based Learning* (pp. 263-282). MIT Press.
- Robinson, O. C.** (2014). Sampling in interview-based qualitative research: A theoretical and practical guide. *Qualitative Research in Psychology*, 11(1), 25-41. DOI:10.1080/14780887.2013.801543.
- Romrell, D., Kidder, L., & Wood, E.** (2014). The SAMR model as a framework for evaluating mLearning. *Journal of Asynchronous Learning Network*, 18(2). DOI:10.24059/olj.v18i2.435

- Selwyn, N.** (2017). *Education and Technology: Key Issues and Debates*. Bloomsbury Academic.
- Smart, D., Ross, K., Carollo, S., & Williams-Gilbert, W.** (2020). Contextualizing instructional technology to the demands of nursing education. *CIN: Computers Informatics, Nursing*, 38(1), 18-27. DOI:10.1097/CIN.0000000000000565
- Thornberg, R., & Charmaz, K.** (2012). Grounded theory. In: S. D. Lapan, M. T. Quartaroli, & F. J. Riemer (Red.), *Qualitative Research: An Introduction to Methods and Designs* (s. 41-68). <https://www.wiley.com/en-us/>

Abstract

Artiklens formål er at formidle analyse og fund fra projektet *Brug af video i læreruddannelsen* med udgangspunkt i forskningsspørgsmålet: Hvordan overskrider lærerstuderende i deres diskussioner af videoer fra grundskolens danskundervisning binariteten mellem teori og praksis? Artiklen bygger på en nymaterialistisk tilgang til teori og praksis, hvor teori ikke er noget fundamentalt 'andet' end praksis. Med udgangspunkt i begrebet intra-aktivitet arbejder vi med at transformere binariteten i relationer, hvor teori og praksis konstituerer hinanden. Fokus er på at undersøge det fagdidaktiske rums tilblivelse gennem intra-aktion. Sammen med begrebet fortryllelse antager vi, at det kan være vigtige fagdidaktiske perspektiver for danskundervisere i læreruddannelsen.

The purpose of the article is to convey analysis and findings from the project *Brug af video i Læreruddannelsen* (Using video in teacher education) with the research question "When and how can student teachers with videos from Danish elementary schools exceed binarity in theory-practice?" The article is built on a new materialistic approach, where theories are no different from practices (Lenz Taguchi, 2010; Olsson, 2009). With the concepts of intra-activity (Barad, 2007), unpredictability, and enchantment, the article discusses how videos from Danish elementary schools can shape student teachers' thinking of and re-imagining of possibilities in contingency and complexity.

Intra-aktiv fagdidaktik

Teori-praksis i arbejdet med video i læreruddannelsens danskfag

Vignet 1

I et lille lokale, i mellemrummet mellem videokamera og et overskrevet whiteboard, er fire lærerstuderende i bevægelse og i fuld gang med analysere et videoklip af en undervisningssekvens i folkeskolen. “Der er også ham, der bare lige vifter med sin ene hånd”, siger lærerstuderende C og stritter med pegefingeren. “Ja”, siger lærerstuderende B, “det er det med de skjulte fingre”, vender sig mod whiteboardet med tusch og strittende finger, laver en pil fra den skrevne note ‘rækker hånden op’ og skriver ‘skjulte fingre’. Lærerstuderende D, der er ved at skrive noget på whiteboardet, træder væk, og tættere på kameraet diskuterer lærerstuderende C og lærerstuderende B sammenhængen mellem begrebet “skjulte fingre” og lærerens måde at stille lukkede spørgsmål på. De gestikulerer med hænderne, vender kroppe og blik-ke skiftevis mod hinanden og whiteboardet. “Kan du ikke skrive det på!”, siger D til C, og C går frem for at skrive ved siden af B, som stadig står og skriver. C laver en lang pil, A tager over og skriver videre. B samler op, flytter sig ind foran med siden til whiteboardet, vender sig mod C, gestikulerer med armen og med hånden mod brystet. Derefter træder alle fire lidt væk fra whiteboardet. De er tavse og kigger på whiteboardet. “Det er meget messy”, siger A.

Introduktion

Den indledende vignet er et snit lavet i videodata fra projektet *Brug af video i læreruddannelsen*. Her undersøgte en gruppe forskere og læreruddannere, hvordan metodisk arbejde med videodata fra danskundervisning i grundskolen kan styrke lærerstuderendes evne til at analysere og vurdere undervisningssituationer i et danskdidaktisk perspektiv. I videoklipet arbejder studerende fra første årgang med at disku-

Af Michael Peter Jensen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole og Aalborg Universitet, & Thomas Roed Heiden, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole og Aarhus Universitet og Danmarks institut for Pædagogik

ståelser af begrebet fagdidaktik (Nielsen, 2011). I læreruddannelses-sammenhæng knyttes disse forståelser i visse tilfælde tæt til en praksisorientering med et fjernt forhold til den specifikke, i artiklens sammenhæng, danskfaglige indholdsside. Således bliver fagdidaktikken så at sige indholdstom, hvis der ikke i uddannelsessammenhæng kan skabes et ligeværdigt og gensidigt forhold mellem teori og praksis, og mellem fag og didaktik (Nielsen, 2011).

I denne artikel anlægger vi en kritisk tilgang til denne problematik gennem det nymaterialistiske begreb *intra-aktivitet* (Barad, 2007). Barad tager med sin neologisme afstand fra begrebet *interaktion*, som er en aktivitet mellem enheder, som har en individuel eksistens. Intra-aktion er derimod en aktivitet, hvorigennem noget gøres til enheder; de emergerer i relationen (Juelskjær, 2019, s. 85). Det gør vi for at konceptualisere en relation mellem teori og praksis, hvor teori og praksis gensidigt og ligeværdigt antages at konstituere hinanden og emergere i relationen. Målet med en sådan intra-aktiv tilgang er at gøre denne 'teori-praksis' til et dynamisk fagdidaktisk redskab, som gør det muligt at kunne forestille sig danskdidaktik *på andre måder*. Hvilket vil sige måder, hvor grundskoleelever og lærerstuderende ikke blot arbejder med sproglige forståelser af eksempelvis litterære tekster, men også arbejder med at undersøge rum og materialiteter.

Vi vil undersøge, om et nymaterialistisk danskdidaktisk perspektiv gør det muligt at arbejde med videoer fra grundskolens praksis på måder, hvor faglig viden ikke bliver fastlåst i modsætninger, men giver studerende lyst til at gribe øjeblikke af åbenhed og følge de muligheder, der opstår. Vi vil i en nymaterialistisk analyse undersøge, hvorvidt vores design med videoer understøtter dette. Det sker med begrebet fortryllelse (*enchantment*, se Bennett, 2001; Hultman & Lenz Taguchi, 2010), der fokuserer på, hvad en læringsituation kan blive til i intra-aktiviteten med den omgivende verden.

Artiklens forskningsspørgsmål og kontekst

Med afsæt i videodata fra projektet er denne artikels forskningsspørgsmål således:

Hvordan overskrider lærerstuderende i deres diskussioner af videoer fra grundskolens danskundervisning binariteten mellem teori og praksis?



I artiklen udledes to forskellige måder at forstå og bruge akademiske sprogliggørelser, nemlig på den ene side en binær tænkning enten teori-til-praksis eller teori-fra-praksis, på den anden side en intra-aktiv og sammenhængende teori-praksis-relation. Til-fra-tænkningen fastholder binariteten, mens intra-aktivitet omvendt bruges til at betegne en gensidig relationalitet; teori og praksis er aldrig 'rene' eller upåvirkede af hinanden, de eksisterer ikke forud for, men er altid i relation. Vores fokus på intra-aktivitet fører til antagelsen om, at video fra grundskolens praksis kan forstyrre og udvide begrebsliggørelsen af danskdidaktisk praksis for de studerende, samtidigt med at teori kan generere nye måder at se på. En sådan gensidighed mellem praksis og teori kan således tydeliggøre danskfagets indhold i en læreruddannelseskontekst, konkret med grundskolens praksis i form af videodata af undervisning.

Artiklens data, analyser og udfærdigelse er blevet til i KILD-projektet (Kvalitet i dansk i læreruddannelsen) som er en del af QUINT (Quality In Nordic Teaching). Arbejdsgruppen omkring KILD-projektet *Brug af video i læreruddannelsen* er sammensat af to forskere og fem læreruddannere fra en dansk professionshøjskole, hvor alle i gruppen er ansat. Data er indsamlet i efteråret 2020 på tre af danskfagets udskolingsmoduler i læreruddannelsen, i alt 9 timers videodata. Projektets deltagere er lærerstuderende på 1. og 2. årgang, som arbejder i studiegrupper i modulet *Mundtlighed*. De videoklip, som de studerende arbejder med, er optaget i forbindelse med et andet QUINT-projekt, LISA (Linking Instruction and Student Achievement). Det er panoramiske optagelser, hvor kameraet er rettet mod læreren. Data er indsamlet ved udvalgte studiegrupper på alle tre hold. Der er anvendt stabilt videokamera i normalperspektiv og med halvtotal beskæring. Anvendt data til analyse og vurdering i denne artikel er et 12-minutters videoklip af en gruppe, der arbejder i et grupperum omkring et whiteboard.

Teoretisk rammesætning

- ” You cannot put a theory onto a practice. What is needed is a kind of encounter between the theory and the practice, where neither has the right to function as a highest organizing or defining principle. (Olsson, 2009, s. 97-98)
- ” Practice is in fact continuously and already doing and practicing educational theories, whether we are aware of it or not. (Lenz Taguchi, 2010, s. 21)

Artiklen bygger på en tilgang til binariteten teori-praksis, eksemplificeret ved de to ovenstående citater, hvor teorier ikke er noget 'andet' end praksis. Det samme gælder praksis, og dermed også videoerne af praksis, som ikke er noget 'andet' end teori. En nymaterialistisk teori afviser en sådan to-verdens-ontologi, der antager, at der på den ene side er *en-virkelighed-derude*, på den anden en *repræsentation-af-virkeligheden* 'her', i en anden ontologisk orden. Begge dele er noget, der *gør* noget her-og-nu. Denne forståelse af relationen teori-praksis betegner vi som intra-aktiv (Barad, 2007), den gensidige relationalitet mellem humane og nonhumane entiteter. Kroppe og objekter, affekter og tanker samles, blandes og sammenføjes på måder, der går ud over og er mere end blot forbindelse. De samler sig og smelter sammen for at omdefinere hver bestanddel materielt, og sammen danner de en ny enhed. Intra-aktion er "the mutual constitution of entangled agencies" (Barad, 2007, s. 33). Intra-aktiv fagdidaktik er baseret på denne præmis, nemlig at alt eksisterer i relation til hinanden; alle aspekter er "mutually implicated" (Lenz Taguchi, 2010, s. 40). Praksis er således ikke fjernet fra teorier på læreruddannelsen, hvad enten det er i form af, at praksis ikke *gør*, som teorien siger, eller teorien ikke relaterer til praksis på den rigtige måde. Praksis '*gør*' og praktiserer derimod konstant og altid allerede teorier (Lenz Taguchi, 2010, s. 21-22).

I vores intra-aktive tilgang konstituerer og transformerer teori og praksis gensidigt hinanden; de er intra-aktivt sammenvævede i hinandens tilblivelse. Teorier *emmergerer* således i en dynamisk relation med praksis. Pointen er ikke at positionere teori før eller på afstand af praksis (og som noget, der derfor kan 'bringes tættere på' praksis), men at situere teori og praksis som intra-aktive aspekter af samme ting. For Barad handler teoretisering ligefrem om at være 'i berøring' (Barad, 2012, s. 2). Teorier er performative praksisser, og at anvende dem er at være i berøring med eller at røre ved verden. Dette er en ontologisk vending, hvor fokus ikke kun er på, hvad der *er*, og hvad vi kan være sikre på, men også hvad der *kan være*, eller rettere: *blive-til*

(become), hvad “virtualities in the present may enable in the future” (Grosz, 2017, s. 2). Teorier er således begreber og idéer om verden, der er formbare, og som forandrer sig, når vi tænker-med-dem. At tænke med begreber gør det muligt for os bedre at forstå, hvordan teori med praksis bliver-til-igen (og igen), når vi bruger dem.

En afgørende pointe ved at opløse binariteten mellem teori og praksis er at se ontologi og epistemologi som gensidigt konstituerende. Barad (2007) kalder det *onto-epistemologi* og definerer det som “the study of practices of knowing in being” (s. 185). Onto-epistemologien tager alvorligt, at vi er *af* verden, og at vores viden kommer af vores væren *med* verden. Vores tilblivelser sammen med og vores erkendelse af verden er filtret sammen, og viden produceres i komplekse sammenfiltringer af kropslige, materielle og diskursive tilblivelser. Ved at understrege menneskets intra-aktive sammenvævning med verden kan onto-epistemologisk teori bruges til at gentænke vores lærings-ontologi og dens adskillelse af ikke bare teori/praksis, men også subjekt/objekt og diskurs/materialitet.

Med udgangspunkt i begrebet onto-epistemologi indkredser Lenz Taguchi (2010) en teori om læring, hvor den lærende og verden er intra-aktive. Dette modstiller hun et dominerende paradigme, hvor den lærende ses som adskilt fra verden. Dette paradigme kan opdeles i to perspektiver (Lenz Taguchi 2010, s. 44). I det første perspektiv går undervisning ud på at *repræsentere* en præeksisterende verden ved hjælp af sprog. Som lærende skal man reproducere disse enheder af viden, der repræsenterer virkeligheden. Grundlæggende for dette perspektiv er, at vidensstrukturer ses som sande repræsentationer af en verden, der findes ‘derude’, adskilt fra os (Lenz Taguchi, 2010, s. 45). Den lærende skal afdække sandheden om verden ved at gøre den transparent og genkendelig gennem et fags diskursive repræsentation. I det andet perspektiv på læring *præsenteres* den præeksisterende verden med det formål, at den lærende skal undersøge den. Inden for dette perspektiv findes den kognitive og konstruktivistiske teori, der ser læring som et resultat af den lærendes indbyggede nysgerrighed, i en lineær progression frem mod stigende kognitiv kompleksitet og sproglig abstraktion. En anden tilgang inden for dette perspektiv er den socialkonstruktivistiske forståelse af læring. Her er læring noget, der foregår mellem lærende i interaktive processer. Som i den kognitive tilgang ses den lærende som aktiv i sin videnskonstruktion, mens verden ses som præeksisterende, passiv og adskilt fra den lærende. Viden er udelukkende sprogligt og diskursivt konstitueret. Både den repræsenterede og præsenterede tilgang rummer et dualistisk verdenssyn, der bygger på binariteter også mellem teori og praksis. På trods af det epistemologiske skift fra realistisk til diskursivt er læringsontologien den samme.

Video som læremidler og som empirisk data

For at undersøge potentialet med brug af video benyttede projektet *Learning To Notice* (LTN) som didaktisk systematik (Seidel & Stürmer, 2014, s. 745). LTN er defineret gennem tre nedslag i arbejdet med at *beskrive, forklare og forudsige*, hvad der foregår i et givent videoklip. *Beskrivelse* betyder, at der deskriptivt udvælges og differentieres mellem forskellige elementer i en undervisningssituation. Faglig viden og faglige begreber knyttes til beskrivelse af situationen ligesom konsekvenser i optaget praksis ikke forklares. *Forklaring* betyder, at der anvendes professionel viden og klassificering af situationer, der relaterer til faglige vilkår og koncepter i henhold til komponenterne i den involverede undervisning. *Forudsigelse* henviser til evnen til at forudsige konsekvenserne af de observerede begivenheder med hensyn til elevens læring. Denne tænkte progression gennem stadier i arbejdet med videoer fra skolepraksis bestemte designet i undervisningen. På baggrund af denne systematik udarbejdede forskere og undervisere et didaktisk design til de studerendes gruppearbejde med video, hvor de studerende arbejdede med og diskuterede hver enkelt fase i LTN. De studerende så individuelt og i grupper en udvalgt video fra projektet igennem, beskrev individuelle opmærksomhedspunkter, forklarede i grupper gennem anvendelse af skriftlige noter på whiteboards og fagsprog deres opmærksomhedspunkter, og forsøgte så afslutningsvis at anvende noter og fagsprog til at forudsige, hvad der kunne være sket, hvis læreren i videoen havde handlet anderledes. Dette design blev systematisk gennemløbet to gange af hver studiegruppe med to forskellige videoer.

I dette projekt er antagelsen, at det at inddrage systematisk arbejde med videodata fra grundskolens praksis didaktisk i læreruddannelsens danskfag kan medvirke til at mediere den oplevede dikotomi og styrke de studerendes udbytte af undervisningen på læreruddannelsen. I en række studier peger uddannelsesforskere på, at denne tilgang kan bygge bro mellem den oplevede dikotomi af teoretisk undervisning og praktisk klasserumsvirkelighed (se Gaudin & Chaliès, 2015). Et centralt punkt i projektet var således, hvordan praksis på forskellig måder kan repræsenteres i læreruddannelsen. Den indbyggede forståelse i denne tilgang er, at videoer er *repræsentationer* af praksis. Video synliggør således noget ved verden, som det er set eller oplevet.

Problemet med videoer som læremidler ligger i, hvordan og hvorfor forskere og undervisere bringer videoer 'fra' praksis 'ind' i undervisningen, og hvorledes en repræsentationel forståelse og brug kan medføre en forstærkning af binariteten mellem teori og praksis. I forlængelse kan det være nødvendigt at forholde sig til de ofte lige så uerkendte som vidt udbredte konventioner, der indrammer den

måde, vi visualiserer skolens undervisning. Dette gælder ikke kun, når vi ser, analyserer og fortolker optagelserne, men også når vi filmer. Videooptagelser kan antages ikke blot at være en ressource, i og med at de konstituerer en “praxeology of seeing with a camera” (Mengis, Nicolini & Gorli, 2018, s. 290).

Fokus i denne artikel forsøger at bevæge sig væk fra en sådan repræsentationel forståelse af eleverne i videooptagelserne. Det gør den ved at undersøge, hvordan videoerne er materielt implicerede i produktionen af viden med de lærerstuderende (de Freitas, 2016). Videooptagelser ses som performative og opløser den repræsentative opdeling af praksis ‘derude’, der kan repræsenteres og undersøges i et analytisk-teoretisk ‘her’. Fokus er på den teori og praksis, der udfoldes intra-aktivt *med* video i læreruddannelsen. Videoer er ikke passive proteser til (menneskelig) forståelse, men læser og analyserer aktivt studerende, mens studerende simultant analyserer og handler med videoer. Vi bevæger os med dette bagom traditionelle opfattelser af at se på og analysere videoer som kognitive eller sociokulturelle processer. Målet er i stedet at se dem som relationelle, legemliggjorte processer. En opfattelse, hvor studerende, videoer, elever, begreber og ideer ikke ses som fikserede, passive og determinerede, men i konstant tilblivelse.

I den forbindelse kan det være nødvendigt at forholde sig kritisk til praksis omkring indsamling af videodata. Et kamera optager ikke bare undersøgelsesobjektet, men har en performativ indvirkning på det. Blandt andet har konfigurationen af kameravinkel, -placering og -bevægelse stor betydning for, hvordan rum opfattes (Mengis, Nicolini & Gorli, 2018). Hvad angår de klip fra praksis, som de studerende arbejder med, er alle i objektive totalbilleder, filmet med vidvinkel af et fikseret kamera. Rum fremstår her som containere, og ud over at orientere blikket mod bestemte analyseelementer og kvalificere dem på bestemte måder, skaber det også ideologisk ladede rum, hvor visse kroppe, handlinger og magtforhold er mulige, andre ikke. Et håndholdt kamera med close-up og subjektiv synsvinkel ville skabe andre rum, og dermed helt andre muligheder for at opleve og analysere undervisning, lærere og elever. De anvendte videooptagelser er også lavet med den typiske hands-off-metode, så neutralt og uden menneskelig indblanding som muligt. En videometode, der (re)præsenterer klasserum som indhegninger, beboet af ‘læreren’ og ‘eleven’. En sådan framing af undervisning kan have et begrænset potentiale for at animere tilskueren og udløse nye tanker, fornemmelser og refleksioner. Under det fikserede kameras blik kan mennesker blive usynlige, bortset fra som genkendelige udgaver af elever og lærere. Det er derfor vigtigt at forholde sig kritisk til ureflekterede tilgange, der entydigt ser videoer som repræsentationer af praksis eller udelukkende foku-

serer på “the semiotic purposes” af videodata (Kind, 2013, s. 431). Man bør tilstræbe at være bevidst om, at når man retter kameraet mod eksempelvis studerende, tager man del i at skabe relationer mellem kamera, studerende, undervisere og forskere. Som nævnt var videooptagelserne fra praksis forlods bestemt til at udgøre projektets læremidler, og måden, de er optaget på, er derfor ikke noget vi havde indflydelse på.

Metode

Vores videometode tog form af strukturen i LTN med *beskrivelse, forklaring* og *forudsigelse*. Designet var lagt tilrette, så grupperne i hvert nedslag skulle nedfælde tanker på og diskutere omkring et whiteboard, med henblik på at netop de sekvenser skulle filmes. Kameraet er fikseret og filmer i en objektiv halvtotal i normalperspektiv. Der er flere grunde til dette: At kameraet ikke er håndholdt skyldes ønsket om samlignelighed, både på tværs af nedslagene i de enkelte grupper og på tværs af grupperne. Det var også for at sikre, at det, der står på whiteboardet, er i centrum, samtidig med at man kan også se, hvad der sker omkring det. Beskæringen er i halvtotal ud fra ønsket om ikke at skabe distance, men netop give en mere dynamisk og kropslig oplevelse. Vi har her vægtet, at billeder er bølger af fornemmelser, der (også) skaber betydning gennem deres sanselige materialitet. Her kan video tilbyde noget nyt i forhold til traditionelle metoder. Video kan ved at række ud over det kognitive og verbale netop levendegøre bevægelsen og energien. Endvidere valgte vi få klip ud, som vi kunne afspille gentagne gange og dermed gå i dybden med. Et vigtigt fokus i videometoden er at udvikle en sensitiv tilgang til videodata. Målet var at sænke farten og skabe fordybelse i data, som fascinerer, skaber forundring og nysgerrighed.

Da videoklippene, der udgjorde læremidlet i designet, var produceret på forhånd og af andre, inkluderede vores metodiske overvejelser derfor ikke design af selve læremidlet. Selv om klip, der i højere grad bryder med den konventionelle fremstilling af undervisning, havde været ideelt, er det ikke et egentligt problem. Video antages som sådan ikke for at være repræsentationel eller nonrepræsentationel i sig selv, det er mere en tese om den overordnede forståelse af, hvad video som semiotisk system 'er' (eksperimenterende video kan også ses som repræsentation). Klippenes traditionelle set-up var dog et vilkår, vi tog med som et forbehold i vores analyser af de studerendes arbejde med det. Vores nonrepræsentationelle fokus lagde vi til gengæld i vores me-

todiske tilgang til det videodata, der udgjorde vores empiriske materiale. Målet er at finde de momenter, hvor de studerendes intra-aktioner med video ikke er repræsentationel, hvor deres tilgang til og forståelse af videoklippene er noget andet. Det afgørende metodiske snit ligger derfor i en nonrepræsentationel tilgang til vores videodata, hvor interessen i videodata ikke ligger i bekræftelsen af 'hvad der skete' som repræsentation af 'virkeligheden', men i de virtuelle muligheder og i den sanselige grebthed, som kan opstå, når begivenhederne fra undervisningen genbesøges (Hultman & Lenz Taguchi, 2010). Det er en opmærksomhed, der gør det muligt at blive affektivt grebet af, hvad der synes at fortrylle de studerende. Og det er et fokus på selv at blive fortryllet som forskere. Nonrepræsentationel videometode omfavner derfor også de ikke-sproglige, sanselige og kropslige kvaliteter der potentielt kan bane vejen for nye måder at tænke, vide og forstå på (Vannini, 2015).

Fortryllelse og rum

I et forsøg på at forholde os kritisk til forudsatte antagelser i videometodologi har vi valgt at gå til data med begrebet *fortryllelse*. At blive fortryllet kan ses som en strategi til at få viden på nye og hidtil ukendte måder. Begrebet defineres som "a mixed bodily state of joy and disturbance, a transitory sensuous condition dense and intense enough to stop you in your tracks and toss you onto new terrain and to move you from the actual world to its virtual possibilities" (Bennett, 2001, s. 111). Vi har i analyser af videodata fra de lærerstuderendes arbejde med video fra praksis anskuet det som en tøven i deres møde med medstuderendes kropsliggørelse, sprogliggørelse og semiotiske udtryk på whiteboards. Vi antager, at det med denne analytiske anvendelse af begrebet fortryllelse er muligt at følge, hvad studerende, en video eller et fagligt koncept kan blive til i intra-aktionen med omgivelserne. Det virtuelle er netop mulighederens realitet, som er til stede i alle entiteter i deres gensidige forbundethed (Deleuze, 1988). Vi ser ikke kun efter, hvad der 'er', men også hvilke virtuelle muligheder, der opstår i en begivenhed. I fortryllelse kan en gruppe studerende, et videoklip og et fagligt begreb 'genopstå' sammen med, hvad der emergerer i rummet foran et whiteboard. Med denne måde at tænke (med data) på er vi ikke interesserede i at definere deltagerne i en læringsituation ud fra deres begrænsninger eller adskilthed. Med et fokus på fortryllelse kan vi udvide vores blik til de intra-aktive processer, hvor teori-

praksis bliver til som et læringsrum for de lærerstuderende. Det er et skift i analyseenhed fra menneskelig agens til begivenheden og dens elementers sammenvævede relationer mellem entiteter og artefakter. Danskfagets begreber, kategorier og betydninger emergerer lige så meget fra nonhumane og førpersonlige kræfter og potentialiteter i rummet, som fra meningskabende og intentionelle kræfter i menneskelig agens.

Et sådant materiel-diskursivt læringsrum emergerer og får betydning for både studerende og produktionen af danskfaglig viden i overskridelsen af binariteten mellem teori og praksis. Et sådant rum, og den læring, der finder sted ikke bare i, men også *med* det, er multiple intra-relationer af materialer, i dette tilfælde kroppe, vægge, vinduer, videokamera, whiteboard, farvetusch, ideer og sprog. Mengis, Nicolini & Gorli (2018) påpeger, at rum har været ignoreret i empirisk forskning, og foreslår at rekonceptualisere rum som 'spacing': "An inert and preexisting background or a container of [...] activities" (s. 289). Dette begreb skaber fokus på rummets performativitet og materielle agens, og åbner mulighed for at se læringsrum som mere end blot rum fyldt med kroppe. Rummet er således i sig selv en aktiv entitet gennemtrængt af processer og kræfter, der affektivt positionerer de studerende. Dette kaster lys på den menneskelige krop som en grundlæggende åben og porøs entitet. Dette forsøger vi at indfange i analysen med brugen af begrebet 'kroppen' til at beskrive entiteter med og hos de lærerstuderende i vores data.

Særligt brugbart til vores analyse af den intra-aktive produktion af teori-praksis er Deleuze og Guattaris (1987, s. 474-475) modstilling af *strukturerede rum* (striated spaces) og *nonstrukturerede rum* (smooth spaces). Strukturerede rum er organiserede og fyldt ud med mønstre og spor, som er bestemmende for vores handlemuligheder; der er meget begrænsede muligheder for at blive til som andet end hvad der i forvejen ses som det rigtige eller meningsfulde. En uddannelsesinstitution er således et hårdt struktureret rum. Nonstrukturerede rum er derimod åbne eller tomme, uden begrænsende mønstre, hvilket kan findes i sociale relationer uden for de hårdt strukturerede rum, som i fredagsbaren eller i kaffepausen på lærerværelset i de lærerstuderendes praktikker. Her er det i højere grad legitimt at foretage forandringer og udføre alternative handlinger. Ifølge Deleuze og Guattari er de to rum fundamentalt forskellige, men interrelaterede og producerer gensidigt hinanden. Ikke kun mennesker kan strukturere rum, dog er vi blevet gode til at bruge betydningssystemer til at gøre det meget effektivt. Dette opnås især gennem overkodningsbegreber, ider og strukturer, der skaber hierarkier, binære modsætninger og segmentering. Vi bruger de to begreber til at forstå to forskellige, men sammen-

hængende bevægelser i-og-af entiteter, der emergerer og materialiseres i vores data i komplekse sammenspil mellem strukturerede og ustrukturerede rum, nemlig *whiteboard-kroppen*, *lærer-kroppen* og *elev-kroppen*.

Analyse af vignetter

Vores videoklip er valgt ud af mange timers videodata. I begyndelsen var den et af flere klip, som vi var begyndt at kode og analysere. Klippet fangede vores interesse som et eksempel på vores forskningsspørgsmål. MacLure (2013) beskriver det som data, der *gløder* (s. 661). At stoppe ved data, der gløder, er en affektiv tilgang til analysearbejdet, som kan bidrage til at sænke farten og skabe fordybelse i data, som fascinerer, skaber forundring og nysgerrighed. Vi har valgt at formidle og analysere data med vignetter. Vi benytter vignetter som rum til at tænke danskdidaktik med og indenfor og for at give små glimt af interaktionen mellem video, skriftlige og mundtlige sproglige begreber og kroppe som entiteter og artefakter (som eksempelvis whiteboards). Vignetternes er på en og samme tid hverdagsagtige og påfaldende (jf. Truman, 2014, s. 89). De kropslige og førbevidste kræfter og bevægelser, som flyder, forbinder og forbindes i intra-aktive møder mellem entiteter og artefakter, forstærkes i vores forståelse af *fortryllelse*.

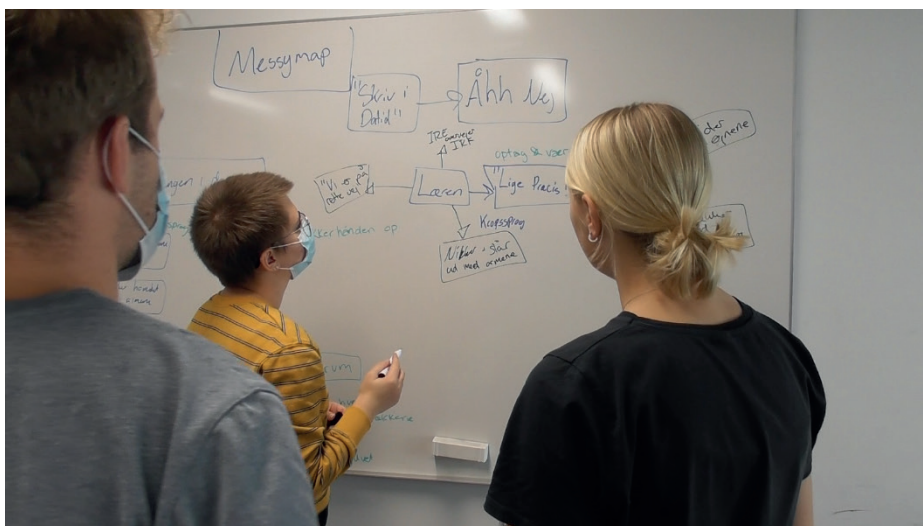
Vignet 2

Lærerstuderende A er under gruppearbejdet med basisfaglige begreber fra læreruddannelsens danskfag i kropslig kontakt med både whiteboardet og de tre andre studerende i det lille rum. Med en rød tusch i hånden drejer hun rundt og kigger til-fra-og-omkring whiteboardet, "Der er også det der, 'vi er på rette vej'", citerer hun læreren fra videoen, og med en bevægelse med hænder og arme imiterer hun lærerens gestik. Hun tilføjer hele tiden nye pile, cirkler og ord til gruppens fælles skrivning på whiteboardet. Ligeledes er hun involveret i den fælles diskussion, og hun bevæger sig tæt på og mellem de andre gruppe-medlemmer. Mens B taler til de andre studerende i gruppen med ryggen eller siden vendt mod whiteboardet, så skriver A på whiteboardet. A skriver, mens B har vendt sig halvvejs mod whiteboardet,

og både hun, C og D fokuserer på whiteboardet. “Nå, du skriver på den måde”, siger B, og ser på A’s bevægelser. “Ja, jeg skriver IRE-overvejer IRF¹”, siger A. “Ja” siger B, stirrer endnu et par sekunder på A’s skrivning, og vender sig så væk fra whiteboardet.

Billede 2.

Viser fra venstre studerende D, studerende C med ryggen til, studerende A foran whiteboard, og studerende B længst mod højre.



I vignetten fornemmes gruppen af studerendes kroppe udfolde sig i rummet. Kroppene er sammenfiltrede med andre kroppe og deres placering i rummet, i skrivning på whiteboardet, gennem kroppe, tuscher, lysindfaldet fra vinduet i rummet til højre, videokameraet bagved, og gennem danskfagets basisfaglige begreber (i opgaven fra underviser er udpeget begreberne: *Initiering-respons-evaluering* /

- 1 I IRF (Initiering-Respons-Evaluation) stiller læreren et spørgsmål (I), udvælger en elev til at svare (R) og vurderer responsen. I IRF (Initiering-Respons-Feedback) stiller læreren et spørgsmål (I), efterfulgt af et svar fra en elev (R), efterfulgt af en opfølgning gennem en tilbagemelding på elevens respons (F).

feedback), og ikke mindst videoen fra undervisningspraksis. Rytmer (tid, rum og energier) går gennem rummet og producerer i flow noter på whiteboardet. A står i centrum for denne intra-aktivitet med de tre andre studerende omkring sig: B til højre, D til venstre og C midt i billedet, med fronten mod whiteboardet og ryggen til kameraet. Relationen mellem whiteboard-tusch-krop-stemmer-ord-lærer-studerende A skaber en intensitet i rummet, der forplanter sig til de andre studerende. Denne intensitet ser vi som *fortryllelse*, hvilket analysen vil forsøge at kortlægge.

Lærer-studerende A står tæt på whiteboardet med tuschen i hånden. Hun drejer sig ofte omkring og ser på de andre studerende, men overfører lige så ofte fagbegreber, ideer og praksiseksempler gennem kroppen og tuschen til whiteboardet. Hun følger rytmen/skaber rytmen i diskussionen og flowet mellem kroppene. "Der er også det der, 'vi er på rette vej'" citerer hun læreren fra videomaterialet, og med sin krop imiterer hun lærerens gestik. Hun vender sig mod de andre, ser på dem, vender sig mod whiteboardet igen, skriver og tegner pile og indfanger sætninger fra de andre, og disse leder igen til nye pile, til ny skrivning. Disse rytmiske bevægelser gennem kroppe, whiteboard og stemme skaber en gensidig relationalitet mellem de studerende og de materielle genstande, som er i rummet, og er således gensidigt implicerede i intra-aktionen. Disse gensidige konstitueringer af muligheder for at handle kategoriserer vi som *intra-aktioner*, som især emergerer i og med A. A's *bliven-til* i disse intra-aktioner kalder vi *whiteboard-kroppen*; whiteboardet, der med sin overflade og størrelse og place-ring i rummet arrangerer kroppe, blikke og retninger, hvorved non-strukturerede rum og alternative tilblivelser muliggøres.

Whiteboard-kroppen betegner A's tilblivelse som samlingspunkt for begivenheden og dens elementers sammenflettede relationer. Men det er ikke A, som alene skaber dette. Begreber, kategorier og betydninger emergerer lige så meget fra whiteboard, noter og tusch. Det er videoen fra grundskolens praksis, der som læremiddel forgrener og materialiserer sig sammen med tilblivelsen af noter på whiteboard-et i A's performance. Der er således en række entiteter og artefakter, som medskaber rummet. Gruppearbejdet, iscenesat af underviseren med bestemte opgaver og forskellige materialer og fagligt-didaktiske begreber og processer at løse dem med, kan betegnes som et *struktureret rum*. Ifølge Deleuze og Guattari (1987) findes strukturerede og non-strukturerede rum ikke kun som sammensatte, de er også medkonstituerende i forhold til de mønstre, som konstrueres og rekonstrueres i intra-aktionen af kroppe, materialiteter og sprog.

Studerende B skaber i vores data gennem krop, stemmeleje, brug af fagbegreber, brug af tusch på whiteboardet og med sit blik ofte en anderledes tilblivelse end A ved at skabe strukturerede rum, som

indeholder en række genkendelige mønstre og spor. Hun vender sig bort fra whiteboardet, taler i et højt og klart stemmeleje til de medstuderende, som ikke står tæt på whiteboardet, hvilket særligt er C og i nogen grad D. Hun skriver meget sjældent på whiteboardet med tusch, og hendes blik er klart fokuseret på især C. Med sin brug af fagbegreber og gestik indrammer og ordner hun ikke bare 'praksis' og fagbegreber, men også de andres kroppe. B's tilblivelse er således viklet ind i en række hegemoniske diskurser om 'læreren'. Vi ser B's kropslige tilblivelse i rummet som et struktureret rum for at understrege, at B anvender betydningsladede mønstre og spor, der på en uddannelsesinstitution for kommende lærere er betydningsfulde for 'læreren'. Denne tilblivelse kalder vi *lærer-kroppen* for at understrege de diskursive betydninger og deres sammenvævning med materialiter, her særligt kroppen og whiteboardet.

De strukturerede rum fremtvinger bestemte bevægelser lige fra positioner i rummet og dialogform til teoriarena, der inddrager praksisarena. Her udvikler teori sig i en lineær proces, som er der et punkt, hvor der er udviklet nok teoretisk viden. Reelt er denne proces tømt for praksis. På den anden side skaber *whiteboard-kroppen* åbenhed, flydende bevægelse og skift. Det fornemmes i A's ordvalg, bevægelser og især i intra-aktionen mellem entitet og artefakter, hvor det med hendes verbale og kropslige imitation af læreren i højere grad bliver praksisarenaen, der inddrager teoriarenaen. I disse bevægelser omskabes og fortrylles det fælles samarbejde i momenter til et nonstruktureret rum med potentialet til at "decompose and recompose the organized educational environment" (Olsson & Lindgren, 2019, s. 10). Det er således en del af *whiteboard-kroppens* bliven-til: At kunne skabe fortryllelse i nonstrukturerede rum, som igen omskabes og gennemløber strukturerede rum, ofte gennem lærerkroppens tilblivelse. Whiteboard-kroppens tilblivelse skaber mulighed for nye måder at se og tænke danskfagets undervisning, men kun fordi de 'opsamles' af lærerkroppens strukturerede rum af fagbegreber.

Vender vi tilbage til Vignet 1 i artiklens indledning, kan studerende C's tilblivelse i en anden krop gennem whiteboard-kroppens omskabelse og gennemløb af det strukturerede rum til det nonstrukturerede observeres i vores videodata. C placerer sig i Vignet 2 og i det meste af vores videodata med ryggen foran kameraet, og ansigtet vendt mod whiteboardet, A og D i venstre side, og B i højre side. Han synes meget optaget af B's gestik og sprogliggørelse af fagbegreber og gentager eller replicerer ofte på B's sprogliggørelser. I vores tolkning af analyser har vi kategoriseret denne tilblivelse hos C som *elev-kroppen*: Et betydningsladet og diskursivt mønster som synes underlagt *lærerkroppens* hegemoniske diskurs, og som foregår i et struktureret rum.

Men i begge vignetter synes fortrylleslen gennem A's tilblivelse i intra-aktion at skabe et nonstruktureret rum, som momentvis omskaber C's tilblivelse i *elev-kroppen*. I Vignet 1 ses det, hvor C overtager tuschen fra B, påbegynder skrivning på whiteboardet, som så overtages af A, som sammen med B og D synes at færdiggøre en pointe for så at træde tilbage og betragte whiteboardet. Og i Vignet 2 ses det hvordan C fortrylles og stoppes i sin tale og bevægelser af A, som kropsligt spiller sammen med whiteboardet. Disse to momenter i C's tilblivelse ser vi som en transformation af og mulig vej væk fra *elev-kroppen*. Fra entangle-ments domineret af *lærer-kroppens* hegemoni, restruktureres *elev-kroppen* gennem *whiteboard-kroppens* tilblivelse, og samskabes momentvis i et nonstruktureret rum. Hvis lærer-kroppen og whiteboard-kroppen henholdsvis beskriver strukturerede og nonstrukturerede rum, legemliggør elev-kroppen med sin transformation potential i intra-aktionen mellem dem.

Diskussion og konklusion

I de ovenstående vignetter mener vi gennem analysen at have fundet et performativt og nonrepræsentationelt perspektiv i de lærerstuderendes læreprocesser, som kan indramme vores forståelse af en intra-aktiv fagdidaktik i læreruddannelsens danskfag. Hermed mener vi også at have indkredset, hvordan lærerstuderende i arbejdet med videoer fra skolens undervisning kan arbejde med teori og praksis, nemlig når videoerne ikke er til stede som repræsentationer, men netop som performative kræfter i læringsrummet; når videoerne intra-agerer med whiteboard, sproglige begreber, nysgerrighed, erfaringer, forskellige kroppe, og så videre. Således ser vi i glimt, hvordan de studerende ikke laver analyse *af* videoen, men tænker *med* videoen og *med* danskfagets begreber og således intra-aktivt. Det er ikke længere, hvad der skete 'derude' i praksis, der betyder noget, men mere hvad der sker nu, og hvad der kan ske i næste øjeblik, og i næste. Det handler ikke så meget om at skildre eller repræsentere, som det handler om aktualiseringen af muligheder. Dette er en anden form for *noticing* end i repræsentationelle tilgange som eksempelvis LTN. Hultman og Lenz Taguchi kalder det "seeing with data" (2010, s. 536), og handler om teoripraksis, der 'sker' i-øjeblikket, i-relation, og i-mellem. Vores første delkonklusion er hermed, at der i anvendelsen af videodata i læreruddannelsens danskfag kan arbejdes kritisk med studerendes performativitet: Hvad fik man som studerende øje på, som man ikke vidste før, ved at betragte teoripraksis i danskfaget med andre?

Hermed lægger vi op til, at videoer kan anskues som *affektive læremidler* i læreruddannelsens danskfag. Ifølge Massumi (2015) er affekt førdiskursive sanseerfaringer, der erfares kropsligt gennem rytmer af intensitet og energi. Affekt er førsprogligt, og udspiller sig før de primære sansninger oversættes til følelsesindhold og sproglige udtryk. Affektive møder med andre entiteter og artefakter rummer potentialet til hele tiden at flytte de studerende fremad eller holde dem tilbage. Videoers potentiale som affektive læremidler er først og fremmest relationel, bestemt af og med intra-aktive møder, som kan være i-eller-uden for læreruddannelsens undervisning. Men en del af det relationelle møde begynder allerede i videoproduktionen og derfra videre ind i studerendes arbejde med video. Video har den fordel, at det kan vise komplekse bevægelser og relationer, og derfor medvirke til en mere levende og intens animering af menneskelig og mere-end-menneskelig oplevelse. Ikke fordi video gengiver virkelige oplevelser af virkeligheden på mere trofaste måder, men fordi video med kompleksiteten af de indtryk, de formidler, har en enestående kraft til påvirke tilskuerne gennem deres relation med skærmen (jf. MacLure, Holmes, MacRae & Jones, 2010, s. 545). Vores anden delkonklusion er således, at video som læremiddel kan antages at skabe muligheder for at forstyrre studerendes sædvanlige blik, og åbne for muligheden af, at studerende kan få øje på nye, hidtil skjulte forbindelser og antagelser om undervisning i dansk.

Disse måder at arbejde med video på kan forstyrre og udvide begrebsliggørelsen af praksis for de lærerstuderende, samtidigt med at teori kan generere nye måder at se på. I vores data så vi i glimt, hvordan danskfagets anvendte teorier ikke bruges som mærkater, man klistrer på repræsenteret praksis. I disse glimt, uden vanemæssige måder at tænke, se eller gøre tingene på, er det faglige rum nonstruktureret nok til at muliggøre, hvad Deleuze og Guattari (1987) kalder flugtlinjer, muligheden for at undslippe, det undvigende øjeblik, når forandring sker (s. 88). I analysen kobledede vi flugtlinjer til især studerende A, som med *whiteboard-kroppen* skaber muligheder for at undslippe de immobile strukturerede rum og dermed skabe nonstruktur. Det er sådanne *fortryllede* øjeblikke, hvor man som studerende udvider sig selv og bliver transformeret, og viden konstrueres af væren *med* verden.

Den svære rolle for underviserne på læreruddannelsen bliver så at kunne reflektere fagdidaktisk over skabelsen af nonstrukturerede rum, hvor disse fortryllelser vil kunne finde sted. Disse rum med fortryllelser, antager vi, kan støtte lærerstuderende i at orientere sig i en mere gensidig forståelse af dikotomien mellem teori og praksis, hvor teori ikke 'blot' er reproduktion af faglige begreber (som vi så en del eksempler på i vores videodata fra andre grupperum), og praksis ikke 'blot' er positionering, som henholdsvis lærer og elev (som vi så hos

studerende B og C i vores analyser). De svære spørgsmål, som med fordel kan belyses gennem yderligere didaktisk forskning, vil så være: *Hvordan skabes flere muligheder for som lærerstuderende at udfolde sig som lærerstuderende A? Og hvilke konstruktive positioner kan underviseren i læreruddannelsens danskfag med fordel indtage for, at dette finder sted?* Ligeledes lægges der op til at udforske videoers potentialer som affektive læremidler. Muligvis er læring skabt i og af strukturerede rum, men de nonstrukturerede rum har antageligvis større kraft til at forstyrre det, der tages for givet, nemlig de normaliserede og binaritets-producerende måder at undervise og lære på. Intra-aktiv fagdidaktik vil handle om at skabe læringsrum, der på den ene side er tilstrækkeligt *strukturerede* til at kunne skabe tryghed og grundlæggende rutiner, men som på den anden side gør det muligt for studerende at gå ind i nonstrukturerede rum, hvor de kan tænke og gøre anderledes. En sådan forståelse af fagdidaktik anskuer vi som generisk: Som forskere har vi undersøgt overskridelse mellem teori og praksis i læreruddannelsens danskfag, men den vil givetvis kunne genfindes og anvendes i en række af andre fag på læreruddannelsen.

Referencer

- Barad, K.** (2007). *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. Duke University Press. DOI:10.1215/9780822388128
- Bennett, J.** (2001). *The enchantment of modern life: Attachments, crossings and ethics*. Princeton University Press.
- Callewaert, S.** (2007). Pædagogik - videnskab eller professionsviden? I: P. Ø. Andersen, T. Ellegaard & L. J. Muschinsky (red.), *Klassisk og moderne pædagogisk teori* (s. 226-243). Hans Reitzels Forlag.
- de Freitas, E.** (2016). The moving image in education research: Reassembling the body in classroom video data. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 29(4), 553-572. DOI:10.1080/09518398.2015.1077402
- Deleuze, G.** (1988). *Spinoza: Practical philosophy*. City Lights Books.
- Deleuze, G. & Guattari, F.** (1987). *A thousand plateaus: Capitalism and schizophrenia* (B. Massumi, oversættelse). University of Minnesota Press.
- Gaudin, C. & Chaliès, S.** (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41-67. DOI:10.1016/j.edurev.2015.06.001
- Grosz, E.** (2017). *The incorporeal: ontology, ethics, and the limits of materialism*. Columbia University Press. DOI:10.7312/gros18162

- Hultman, K.** & Lenz Taguchi, H. (2010). Challenging anthropocentric analysis of visual data: A relational materialist methodological approach to educational research. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 23(5), 525-542. DOI:10.1080/09518398.2010.500628
- Johansen, M. B.** & Frederiksen, L. L. (2013). Teori og praksis i de danske professionsuddannelser. *Tidsskrift for Nordisk barnehageforskning*, 6(5), 1-12. DOI:10.7577/nbf.578
- Juelskjær, M.** (2019). *At tænke med agential realisme*. Samfundslitteratur.
- Kind, S.** (2013). Lively entanglements: The doings, movements and enactments of photography. *Global Studies of Childhood*, 3(4), 427-441. DOI:10.2304/gsch.2013.3.4.427
- Lenz Taguchi, H.** (2010). *Going beyond the theory/practice divide in early childhood education. Introducing an intra-active pedagogy*. Routledge.
- MacLure, M.** (2013). Researching without representation? Language and materiality in postqualitative Methodology. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 26(6), 658-667. DOI:10.1080/09518398.2013.788755
- MacLure, M., Holmes, R., MacRae, C. & Jones, L.** (2010). Animating classroom ethnography: overcoming video-fear. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 23(5), 543-556. DOI:10.1080/09518391003645370
- Massumi, B.** (2015). *The politics of affect*. Polity Books.
- Nielsen, F. V.** (2011). Sammenlignende fagdidaktik: Genstandsfelt, perspektiver og dimensioner. *Cursiv*, 7, 11-32.
- Mengis, J., Nicolini, D. & Gorli, M.** (2018). The video production of space: How different recording practices matter. *Organizational Research Methods*, 21(2), 288-315. DOI:10.1177/1094428116669819
- Olsson, L. M.** (2009). *Movement and experimentation in young children's learning: Deleuze and Guattari in early childhood education*. Routledge. DOI:10.4324/9780203881231
- Olsson, M. & Lindgren, A.** (2019). The role of digital cameras in child and researcher encounters in preschool. *Video Journal of Education and Pedagogy*, 4, 1-13.
- Saugstad, T.** (2007). Om viden og kunnen – pædagogisk set. I: P. Ø. Andersen, T. Ellegaard & L. J. Muschinsky (red.), *Klassisk og moderne pædagogisk teori* (s. 205-225). Hans Reitzels Forlag.
- Seidel, T. & Stürmer, K.** (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in preservice teachers. *American Educational Research Journal*, 51(4), 739-771. DOI:10.3102/0002831214531321
- Truman, S. E.** (2014). Reading, writing and materialisation: An autobiography of an English teacher in vignettes. *English in Australia*, 49(3), 88-95.
- Vannini, P.** (2015). *Non-representational Methodologies. Re-envisioning Research*. Routledge.

Abstract

I artiklen undersøger jeg, hvilke læringspraksisser der bliver konstrueret, når virtuelle laboratorier bliver en del af naturfagsundervisningen i skolen. Jeg viser, hvordan to forskellige former for virtuelle laboratorier bliver brugt i undervisningen med afsæt i begreberne ”redskab-for-tanke” (Shaffer & Clinton, 2006) og et ”objekt-at-tænke-med” (Papert, 1980). Det ene laboratorium lægger op til en mere åben og eksplorativ læringspraksis, hvor eleverne kan eksternalisere deres idéer, og det virtuelle laboratorium bygger bro mellem det abstrakte og konkrete. Det andet laboratorium er mere instruerende og bliver i højere grad brugt som forberedelse til det undersøgende arbejde og som en interaktiv teorbog. Jeg peger desuden på paradokset i, at det virtuelle laboratorium tilbyder et sikkert læringsrum, men samtidig bliver risiko- og konsekvensfrit.

In this article, I investigate which learning practices are constructed when virtual laboratories become a part of science teaching in the school. Based on the concepts “toolforthoughts” (Shaffer & Clinton, 2006) and an “object-to-think-with” (Papert, 1980), I show how two different kinds of virtual laboratories are used in teaching. One of the laboratories is designed for a more open-ended and explorative learning practice and is used to combine abstract and concrete thinking. The other laboratory is more instructive and is to a greater degree used to train pupils in following a protocol or as an interactive textbook. Furthermore, I argue that a paradox exists in that the virtual laboratory offers a secure learning space, but at the same time becomes a risk-free learning space.

Virtuelle laboratorier – redskaber at tænke med

Af Sanne Lisborg, Aalborg Universitet og Københavns
Professionshøjskole

Indledning

Med naturvidenskabsstrategien (UVM, 2018a) bliver virtuelle laboratorier (VL) udpeget som en del af løsningen på at styrke naturfagsundervisningen i skolen. UVM lancerede i 2019 tre initiativer, der skal stimulere skolernes brug af virtuelle laboratorier, da kun 7 pct. af skolerne bruger VL (Implement, 2018). Disse er 1) gratis adgang til udvalgte virtuelle laboratorier fra det danske firma Labster i perioden 2019-20, 2) udviklingen af inspirationsmateriale på emu.dk og 3) udviklingsprojektet InterLab (2020-2022), hvor otte skoler, fem gymnasier og fem erhvervsskoler afprøver og udvikler didaktiske tilgange til at inkorporere virtuelle laboratorier i undervisningen (UVM, 2019). Endelig er der igangsat et toårigt forsøg (2020-22), hvor det bliver afprøvet, om virtuelle simuleringer skal integreres i de skriftlige naturfagsprøver (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021). Det markante policy-fokus på virtuelle laboratorier gør, at det må forventes, at VL komme til at spille en større rolle i naturfag, særligt hvis de bliver en del af afgangsprøven.

I evalueringsrapporten fra UVM's udviklingsprojekt Interlab (2022) samt i et vidensnotat udarbejdet af Virtual Learning Lab (UVM, 2018b) bliver det konkluderet, i lighed med andre studier, at VL kan supplere det fysiske eksperimentelle arbejde, da eleverne kan interagere med og observere fænomener, der ellers er for farlige eller svære at opleve i virkeligheden (De Jong, Linn & Zacharia, 2013).

Herudover peges der på, at virtuelle laboratorier kan øge elevers læring og motivation i naturfag. En central pointe i denne forbindelse er, at flere studier viser, at kombinationen af fysiske og virtuelle forsøg fører til det største læringsudbytte (Rutten, Van Joolingen & Van Der Veen, 2012; Smetana & Bell, 2012). I evalueringsrapporten fra Interlab-projektet, bliver det fremhævet, at virtuelle laboratoriers store potentiale er at kunne visualisere abstrakte naturvidenskabelige fænomener samt engagere eleverne gennem den interaktiv brugerflade. Endnu et potentiale ved det virtuelle laboratorium er, at eleverne kan begå

fejl i et sikkert rum og lære af deres fejltagelser (Honey & Hilton, 2011). Omvendt er en udfordring ved det virtuelle læringsmiljø, at eleverne ikke tager ”simuleringen lige så alvorligt som det virkelige laboratorieforsøg” (UVM 2018b, s. 6), da de ikke oplever en reel fare i det virtuelle læringsmiljø. Hertil kommer, at eleverne ikke får erfaring med, hvordan og hvorfor noget går galt i det fysiske laboratorium og heller ikke mærker den produktive frustration, der kan være i denne forbindelse (Tho & Yeung, 2018). Hennessy, Wishart, Whitelock, Deaney, Brawn, Velle, McFarlane, Ruthven & Winterbottom (2007) konkluderer i tråd hermed, at læreren skal have fokus på at understøtte kritiske refleksioner over virtuelle laboratoriers mangelfuldhed, så eleverne forstår potentialer og begrænsninger ved de forskellige vidensdomæner.

Forskningsfeltet inden for virtuelle laboratorier består primært af kvantitative effektmålingsstudier, der adresserer fordele og ulemper ved brugen af VL (Mutlu & Sesen, 2020). Disse studier fokuserer på faktorer såsom læringsudbytte og motivation, hvor det metodiske design er baseret på brug af kontrolgrupper eller før- og eftertests (for eksempel Winkelmann, Keeney-Kennicutt, Fowler, Macik, Guarda & Ahlborn, 2020; Achuthan, Kolil & Diwakar, 2018). Hertil kommer, at der ikke er mange studier, der undersøger brugen af VL i en dansk undervisningskontekst. Der er dog enkelte undtagelser, såsom det før omtalte Interlab-projekt. Artiklen bidrager således til den smalle forskningslitteratur på feltet, der gennem kvalitative klasserumsstudier undersøger, hvilke læringspraksisser der udfolder sig med virtuelle laboratorier i naturfagsundervisningen i en dansk skolekontekst. Artiklen skal besvare følgende forskningsspørgsmål:

Hvilke læringspraksisser bliver der skabt, når virtuelle laboratorier bliver en del af naturfagsundervisningen, og hvilke potentialer og udfordringer afstedkommer dette?



Inspireret af Science and Technology-forsker, Estrid Sørensen, der udvikler en forståelse af læring med afsæt i aktørnetværksteorien, så abonnerer jeg på et sociomaterielt perspektiv på læring. Sørensen (2009) gør op med en human-orienteret tilgang til læring, der er centreret omkring elever og lærer og deres mål og behov. Læring er derimod en sociomateriel praksis, hvor læring er et resultat af situerede og lokale anordninger mellem elever, lærere, teknologier og andre materialiteter. I stedet for at forstå teknologier som passive, og noget som mennesker *gør* noget med, så er de derimod *medskabende* af den

sociale praksis, der udspiller sig i klasselokalet. En teknologi som VL inviterer qua sit design til bestemte brugspraksisser, men er ikke determinerende for en bestemt læringspraksis. De læringspraksisser, der udspiller sig med virtuelle laboratorier i undervisningen, er derimod et resultat af en større sociomateriel kontekst, hvor det er samspillet mellem teknologi, elever/lærere og andre materialiteter, der er udslagsgivende for, hvilken læringsituation der bliver skabt. Det er disse situerede læringspraksisser, som jeg undersøger og beskriver i artiklen.

Jeg starter artiklen med at give en introduktion til de to virtuelle laboratorier, som er genstand for analysen. Herefter redegør jeg for undersøgelsens metodiske design og dens teoretiske ramme. I analysen viser jeg, hvordan de to former for virtuelle laboratorier understøtter naturfagsundervisningen på forskellig vis, i kraft af både deres design og den sociomaterielle kontekst som de indgår i. Derefter stiller jeg skarpt på, hvad det virtuelle laboratorie betyder for elevernes oplevelse af at fejle og have noget på spil i læringsprocessen. Det er nemlig særligt disse aspekter, som eleverne fremhæver som en udfordring ved virtuelle læringsmiljøer. Afslutningsvis konkluderer jeg på analysen og diskuterer studiets resultater og begrænsninger.

Virtuelle laboratorier i naturfag

Virtuelle laboratorier er interaktive computersimuleringer, der giver en eksperimentel praksis, hvor brugeren kan ændre og manipulere faktorer for at observere implikationer heraf. Det interaktive aspekt er centralt, og herved adskiller det virtuelle laboratorie sig fra statiske visualiseringer (Honey & Hilton, 2011). I artiklen bruger jeg betegnelsen virtuelle laboratorier, der både dækker over virtuelle laboratorier, der simulerer et virkeligt laboratiemiljø og eksperimentelle processer (Tatli & Ayas, 2013) samt virtuelle laboratorier, der behandler verden som et laboratorie (Interlab, 2022). I forhold til sidstnævnte, så tillader denne form for virtuelle laboratorier, at eleverne kan interagere med og blive klogere på et naturvidenskabeligt fænomen såsom acceleration og energi ved at bygge skaterramper eller bølgers egenskaber ved at interagere med vand- og lydbølger. I artiklen undersøger jeg, hvordan to forskellige typer af virtuelle laboratorier bliver brugt i naturfagsundervisningen. Det ene er PhET Interactive Simulations, udviklet af University of Colorado Boulder. Det andet er Labster, udviklet af et dansk firma ved samme navn.

PhET er gratis tilgængelige onlinesimuleringer inden for fagene fysik, kemi, biologi og matematik, hvor flere er oversat til dansk, og er rettet mod grundskole-, gymnasie- og universitetsniveau. PhET er de virtuelle laboratorier, der primært bliver brugt i den danske folkeskole (Implement, 2018). PhET-simuleringerne er i 2D-grafik og foregår ofte ikke i en laboratoriekontekst, men er rettet mod forståelsen af et bestemt naturvidenskabeligt fænomen (Honey & Hilton, 2011). PhET er designet med udgangspunkt i den konstruktivistiske læringsforståelse, hvor der er fokus på elevernes egen eksploration (Perkins, Loeblein & Dessau, 2013). De virtuelle laboratorier er forsøgt udviklet, så de har et intuitivt interface og kan bruges med minimal introduktion (Whitacrea, Hensberryb, Schellingera & Findleya, 2019). PhET kan derfor i vid udstrækning blive brugt, så det passer med lærerens læringsstil og læringsmål (Clark, Nelson, Sengupta & D'Angelo, 2009). Der er brugt forskellige visuelle repræsentationer og animerede modeller, og eleverne får en umiddelbar feedback via visuelle ændringer, når de ændrer forskellige parametre (Perkins et al., 2013). På Illustration 1 ses et skærbillede af det virtuelle laboratorium *Bølge: Intro*, hvor eleverne kan lære om frekvens og amplitude. Eleverne kan trykke på den grønne knap på vandhanen, der begynder at dryppe og herved lave bølger. I den venstre side kan eleverne fx skrue op og ned for frekvensen og bruge forskellige måleinstrumenter.

Illustration 1.

PhET Interactive Simulation: Waves Intro.



Kilde: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/waves-intro>

Labster udvikler laboratoriesimuleringer, som primært er henvendt til gymnasie- og universitetsniveau. Der er over 200 simuleringer på engelsk, og 11 er oversat til dansk. De virtuelle laboratorier er tilgængelige online, men skolerne skal købe licenser for at få adgang. Som nævnt havde UVM frikøbt licenser til udvalgte simulationer i perioden 2019-20. De kan bruges i fagene biologi, kemi og fysik. De virtuelle laboratorier er designet på baggrund af idéen om fejldreven læring, hvor eleverne har mulighed for at fejle og få feedback på deres handlinger. Ifølge simuleringens udvikler hos Labster handler det om, at eleverne: *"(...) kan erkende: nåå det er sådan her, det rigtige ser ud, og det herovre er det forkerte, og det her er rigtigt fordi sådan og sådan"* (Simuleringens udvikler, Labster, 3.1.2020). Labster er 3D-simuleringer, der er designet, så brugeren får oplevelsen af at være i et laboratorium. Eleverne bevæger sig rundt i laboratoriet, guidet af en robotagtig stemme. Når eleverne skal udføre en eksperimentel procedure, skal de gøre dette ved hjælp af en animeret 3D-hånd (se Illustration 2), fx tage en prøve, sætte den ind i et apparat og trykke på startknappen (Jones, 2018). Det virtuelle laboratorium har desuden fokus på spilbaserede elementer, såsom at eleven skal udføre en mission og for eksempel finde ud af, hvorfor der er en massiv fiskedød i havet. Simuleringerne er en blanding af teori og eksperimentel praksis, hvor eleverne udfører eksperimenter, læser teori og svarer på multiple choice-spørgsmål. De har desuden et pointsystem, hvor eleverne får point i forhold til, hvor godt de svarer.

Illustration 2.

Labster, Explore Marine Biology: Investigate a massive fish death.



Kilde: <https://www.labster.com/simulations/marine-biology/>

I modsætning til PhET er Labster ret instruerende, da der er et bestemt forløb, som eleverne skal igennem. Dette gør sig også gældende, når eleverne skal udføre eksperimenter, hvor de ofte skal følge en prædefineret procedure. De to former for virtuelle laboratorier bygger på to forskellige forståelser af læring. PhET tager udgangspunkt i en konstruktivistisk og eksplorativ læringsforståelse, hvor eleverne selv er styrende i forhold til læringsforløbet. Labster er derimod designet til, at eleverne lærer at gennemføre en eksperimentel procedure korrekt med en høj grad af instruktion. Her tildeles eleverne rollen som små forskere, der skal lære at begå sig i et laboratorium (Lisborg, 2021). De to læremidler baserer sig på to forskellige opfattelser af, hvad naturvidenskab er, og hermed hvad eleverne skal lære i skolen. Formålet med artiklen er ikke at lave en komparativ analyse af de to former for virtuelle laboratorier, men at vise at forskellige virtuelle læringsmiljøer afstedkommer forskellige læringspraksisser og hermed potentialer og begrænsninger, som er vigtige at tage højde for i undervisningen.

Teoretisk blik

Til at undersøge, hvilke læringspraksisser der udspiller sig i klasse-lokalet med de to former for virtuelle laboratorier, trækker jeg på Shaffer og Clintons (2006) analytiske begreb *redskab-for-tanker*. Begrebet indebærer, at de læringspraksisser, der konstitueres med VL, finder sted gennem et medieret forhold mellem menneske og teknologi – og den situerede sociale kontekst. Shaffer og Clinton bygger videre på forståelsen fra handlingsteori (Engeström, 1999) og medieret handling (Wertsch, 1998) om, at forholdet mellem tanker, handling og teknologi er centralt for læring. Men hvor de tidligere teorier opererer med et asymmetrisk forhold mellem mennesker og artefakter, så peger de med aktørnetværksteorien (for eksempel Latour & Woolgar, 1986) på, at teknologier ikke er passive aktanter, som vi gør noget med, men at de ”skubber tilbage” i deres interaktioner med mennesker (Shaffer & Clinton, 2006). Begrebet redskab-for-tanke inkorporerer det dialektiske forhold mellem artefakt og menneskelig handling. Det giver ikke mening at tale om teknologier uden tanker og handlinger og vice versa. I tråd med den sociomaterielle læringsforståelse, der ligger til grund for artiklen, så peger Shaffer og Clinton på, at de læringspraksisser, der bliver konstrueret med det virtuelle laboratorie er et samspil mellem menneske og teknologi – og ikke et resultat af enten menneskelig handling eller teknologiens intentionalitet. De advokerer for, at redskab-for-tanker er *skabeloner for handling*:

” We refer to these reifications as templates because they have a particularity to their form. This particularity does not ensure that toolforthoughts enact the social organizations that their inventors intend – a toolforthought is a social pattern, and no one would expect that intent is equivalent to outcome in a social setting. (Shaffer & Clinton, 2006, s. 292)

Hermed peger de på det forhold, at læringsteknologier i kraft af deres design (og de tanker der ligger heri) kan forstås som skabeloner, der gør nogle handlinger mere sandsynlige end andre, men at de ikke determinerer en bestemt form for handling eller social orden. Det væsentlige er at undersøge empirisk, hvilke muligheder og begrænsninger som bestemte redskab-for-tanker bringer med sig – og hvordan de er med til at skabe forskellige former for social interaktion og læring.

Jeg trækker desuden på Paperts forståelse af mikroverdener til at konceptualisere, hvilke læringspraksisser der bliver skabt med de to typer af virtuelle laboratorier. I sit banebrydende værk *Mindstorms* (1980) formulerer Papert begrebet mikroverdener som et modsvar til den gængse opfattelse af computerassisteret læring i 80’erne, hvor

computerteknologi begyndte at blive en del af skolen. På dette tidspunkt var det meste læringssoftware baseret på instrumentel læring og programmeret instruktion. Læringsfilosofien bag mikroverdener er derimod baseret på principperne opfindelse, leg og udforskning, hvor eleverne tilegner sig viden via en meningsfuld og personlig proces (Rieber, 2004). Papert placerer sig inden for konstruktivismen, hvor elevens aktive handlen med teknologier er i centrum for læringen (Papert, 1980). Det er elevens egne formodninger om, hvordan et naturvidenskabeligt fænomen fungerer, der er styrende for læringen, og her ser Papert computeren som et brugbart værktøj. Computeren bliver et *objekt-at-tænke-med* (object-to-think-with), da det er muligt at konkretisere og visualisere abstrakte fænomener. Logo-programmeringssproget, udviklet af blandt andet Papert, bygger på princippet om, at børn skal lære at kode på en mere genkendelig måde end tal og ligninger. Med Logo kan eleverne ved at taste kommandoer få Logo-skildpadden (en simpel robot) til at bevæge sig og tegne formationer. Herved bliver effekterne af kodning synlige for børnene på en genkendelig og konkret måde (Stevens, Boden & Rekowski, 2013). Papert beskriver, hvordan Logo-skildpadden fungerer som et *overgangsobjekt* (transitional object), der hjælper børn med at forstå abstrakte teoretiske fænomener gennem deres konkrete handlen med at få skildpadden til at bevæge sig:

” You can do something to it and it will change and it will act. So, in some ways, it's like these things we work with in the real world, and in some ways, it's like those abstract things. It's a transitional object that helps you manipulate the abstract ones. This ability to create transitional objects gives us a way of closing the gap between intuitive and formal learning.
(Papert, 1989, s. 10)

Et overgangsobjekt kan hermed hjælpe eleverne med at lukke hullet mellem en intuitiv og formel læring og konstruere mentale modeller af, hvordan naturvidenskabelige fænomener virker.

I analysen udfolder jeg, hvordan PhET og Labster bliver brugt som forskellige redskaber-for-tanker i naturfagsundervisningen, og hvilke muligheder og begrænsninger de to læremidler afstedkommer, men først præsenterer jeg det metodiske og empiriske grundlag for analysen.

Metode og empiri

Det empiriske grundlag for at besvare forskningsspørgsmålet er et case-studie på tre skoler (fremover benævnt skole 1, skole 2 og skole 3) i udskolingen (8.-10. klasse). Empiriindsamlingen er foretaget i perioden maj 2019-september 2021¹. På hver skole har jeg fulgt én lærer, men observeret undervisning i to-tre forskellige klasser. Metodisk har jeg anvendt videoobservation, skærmoptagelser og interviews med lærere og elever. Jeg har været med i timer, hvor virtuelle laboratorier har været en del af undervisningen, men også efterfølgende, hvor de har samlet op på arbejdet med VL og udført fysiske forsøg i relation til det virtuelle laboratorie. Tabellen neden for giver et overblik over de forskellige dele af feltarbejdet.

Tabel 1.

Overblik over feltarbejde.

	Skole 1	Skole 2	Skole 3
Videoobservationer	8 (1 virtuel)	3 (1 virtuel)	4 (1 virtuel)
Skærmoptagelser	5		4
Elevinterviews	4 med 8 elever		3 med 6 elever
Lærervinterviews	4	2	4

Som det fremgår af tabellen, har jeg primært lavet feltarbejde på skole 1 og skole 3, hvorfor disse udgør det primære grundlag for min analyse. Der er indhentet informeret samtykke fra elevernes forældre, hvor formålet med undersøgelsen, databehandlingen, og hvad de giver samtykke til, er beskrevet. I det følgende redegør jeg for brugen af de valgte metoder.

¹ At empiriindsamlingen har strakt sig over en periode på to år skyldes skolenedlukning grundet COVID-19.

Videobservation: Jeg har filmet de undervisningstimer, som jeg har observeret på de tre skoler². Ligesom traditionel deltagelsesobservation er formålet med videoobservation at få en dybere forståelse for den sociale praksis, man undersøger, da man selv er del af den. I forhold til feltnoter er det en særlig fordel ved videoobservation, at man kan gense de sociale interaktioner igen og igen og udvikle og genoverveje sin analyse heraf (Szulevicz, 2012). Da jeg filmer både det, der foregår før, under og efter eleverne bruger det virtuelle laboratorie, får jeg et blik for, hvordan VL indgår i og kobler sig til en større undervisningssammenhæng. Videoptagelserne giver mig desuden mulighed for at indfange de sociale interaktioner og dialoger mellem både lærer/elev og elev/elev, og hvilken betydning dette har for de læringspraksisser, der udfolder sig. I min observation har jeg fokuseret særligt på enkelte elever, når de arbejdede med VL i undervisningen. Disse elever er udvalgt i samarbejde med læreren. Kriterierne for udvælgelse er, at der var en spredning i forhold til både køn og elevernes faglige niveau i naturfag. Det var ligeledes disse elever, som jeg bad om at skærmoptage, og som jeg efterfølgende interviewede.

Skærmoptagelser: Jeg har som nævnt bedt udvalgte elever om at skærmoptage, når de har brugt virtuelle laboratorier. Disse optagelser er foretaget med softwareprogrammerne Screencast-O-Matic og PowerPoint. Med videoobservation indfanger jeg ikke alt det, der foregår på elevernes skærme. Skærmoptagelserne giver mig adgang til, hvordan eleverne gebærder sig i det virtuelle laboratorie, hvilke valg de foretager sig, og hvilke udfordringer de støder på undervejs. Da der er lyd på optagelserne, får jeg desuden indblik i, hvilke dialoger eleverne har med hinanden og læreren.

Interviews: Jeg har foretaget semistrukturerede interviews (Brinkmann & Kvale, 2015) med både lærere og elever. Formålet hermed er at få adgang til deres konkrete erfaringer med virtuelle laboratorier og de potentialer og udfordringer, som de oplever. I interviewene med lærerne har jeg på baggrund af min observation spurgt ind til forskellige undervisningssekvenser og deres didaktiske overvejelser og erfaringer med at bruge VL. Jeg har interviewet eleverne i par, da de ofte har arbejdet sammen to og to om det virtuelle laboratorie. I disse interviews har jeg brugt klip fra deres skærmoptagelser som et *elicitation device* (Haper, 2002) til at stimulere deres hukommelse og få dem til at reflektere over konkrete læringsituationer. Alle informanter er anonymiseret i artiklen.

2 Der er enkelte dele af min observation, som jeg ikke har filmet grundet tekniske problemer. I disse tilfælde har jeg gjort brug af feltnoter.

Til at kode min empiri har jeg gjort brug af tematisk analyse (Clarke, Braun & Hayfield, 2015; Braun & Clarke, 2006). Her er det første skridt at gøre sig bekendt med datamaterialet. Dette har jeg gjort ved at transskribere interviews med lærere og elever. Ved videomaterialet og skærmoptagelserne har jeg set materialet igennem og noteret mig interessante passager i et excelark. Det næste trin er det initierende arbejde med at finde temaer på tværs af datamaterialet. Jeg har grupperet identiske former for passager i kodningsprogrammet NVivo. Det tredje og fjerde trin er at få bearbejdet de mange forskellige koder (i mit tilfælde 35) til potentielle analytiske temaer, samt at tjekke om der er et godt match mellem de udvalgte temaer og det samlede datasæt. Dette har jeg konkret gjort ved at kigge materialet igennem igen og identificere sekvenser, som var relevante for de valgte temaer, som jeg ikke havde øje for i første gennemgang. Det femte skridt er at definere de temaer, som man vil arbejde med, og den overordnede historie i analysen³. De overordnede tematikker, som jeg har valgt at behandle i artiklen, er: *lærerens didaktisering, det interaktive aspekt, konkretisering af det abstrakte, eksplorativ læring, instrumentel læring og risikofri læring*. Disse temaer er valgt, da de tilsammen er med til at illustrere, hvilke forskellige læringspraksisser der bliver konstrueret med de to former for virtuelle laboratorier.

Analyse

I det følgende undersøger jeg, hvilke konkrete læringspraksisser der bliver konstrueret med virtuelle laboratorier. Jeg starter med at beskrive, hvilke læringspraksisser bliver skabt med PhET, og bevæger mig derefter videre til Labster.

Virtuelle laboratorier som et objekt-at-tænke-med

Jeg vil starte med et eksempel fra en fysiktime i 10B (skole 3), hvor eleverne arbejder med PhET-simuleringen *Energi-Skatemark* i en lektion om energiformer. I det virtuelle laboratorium kan eleverne bygge forskellige former for skaterramper, lade en skater køre ned ad den og måle på den potentielle og kinetiske energi. Læreren Sigurd fortæller,

3 Et af de temaer, som fylder meget i mit datamateriale, men som jeg ikke skriver om i artiklen, er kropslighed og elevernes forståelse heraf i forhold til det virtuelle versus det fysiske laboratorium. Dette behandler jeg derimod i en anden artikel (Lisborg & Tafdrup, under udgivelse).

at hans mål med at bruge det virtuelle laboratorie er at sætte nogle gode billeder på de abstrakte energibegreber, da flere har svært ved at forstå dem. Han oplever, at eleverne synes, det er en sjov og motiverende måde at arbejde på:

” (...) at få en hund til at køre på et skateboard og kigge på den energi i forhold til at kigge på et pendul, der svinger frem og tilbage (...) Det er, for mig at se, en sjovere måde at gøre det på, at man kan sidde og lege med det, og at de herigennem (...) får en forståelse af de her energiformer.
(Sigurd, lærer, 21.09.21)

Det er ikke kun Sigurd, der oplever, at det virtuelle laboratorie åbner op for en mere legende og udforskningsrig læringsproces. Eleven Frederik beskriver i det efterfølgende interview sin oplevelse af arbejdet med simuleringen således:

” Jeg får lov til at bestemme, hvad der skal ske (...) fordi jeg tænker: ’(...) Hvad sker der, hvis jeg får ham til at veje 70 kg? Eller putter ham på månen eller fem kilo?’ Man stiller måske nogle små spørgsmål til sig selv uden at tænke over det så meget. Og så på grund af at det er dig selv, og ikke en eller anden video, så får du svar på det med det samme, og du får svar på de spørgsmål, der ligesom fanger dig.
(Frederik, elev, 06.09.2021)

Her opleves læringen som udforskningsrig og legende, da det er elevens egen undren og nysgerrighed, der er styrende for læringsprocessen. Denne form for læring er i tråd med forståelsen af *playful learning*, da eleven oplever at have agency og være retningsgivende for læringen. Den legende tilgang er med til at engagere eleven og skabe fokus på læringsaktiviteten (Zosh, Hopkins, Jensen, Liu, Neale, Hirsh-Pasek & Whitebread, 2017). Som Frederik siger, får han svar på de spørgsmål, *der fanger ham* – i modsætning til en statisk illustration eller en video, hvor eleven i højere grad er en passiv modtager frem for aktiv deltager. Det virtuelle laboratorie kan siges at blive et objekt-at-tænke-med, da den sætter eleven i stand til at eksternalisere eller afprøve sine idéer, som Papert skriver: ”Having the computer meant they could try out ideas (...) as opposed to a situation where they could only think about it inside their heads, unable to externalize those ideas and see the results” (Papert, 1979, s. 7). Det interaktive aspekt i det virtuelle laboratorie gør det muligt for eleverne at afprøve, hvordan de forskellige energiformer bliver påvirket, når de laver skaterbanen kortere, får skateren til at veje mindre eller gør ham vægtløs. De idéer,

som eleverne får, bliver mulige at afprøve med simuleringen, da de får en umiddelbar og visuel feedback på deres handlinger (Hogle, 1995).

Der er flere elever, der oplever det som motiverende, at de selv er styrende i læringsprocessen, som en elev formulerer det: ”Man er lidt mere motiveret, hvor man tænker: ’Hvad sker der, når jeg gør det her?’, i stedet for at man bare skal finde ud af hvorfor” (Carl, elev, 06.09.21), eller som en anden elev siger: ”(...) når man får lov til selv at gøre det, så selvom man laver det forkert, så får man alligevel lov til at lege med det, og se hvad der er rigtigt eller forkert” (Olivia, elev, 06.09.21). Som det fremgår af det sidste citat, så oplever eleven, at det virtuelle laboratorium giver mulighed for, at hun kan begå fejl og lære heraf, hvilket som nævnt bliver fremhævet som en didaktisk fordel ved VL.

Ligesom Logo-skildpadden fungerer det virtuelle laboratorium som et overgangsobjekt eller en konkretisering af de abstrakte naturvidenskabelige fænomener, der ligger langt væk fra elevernes hverdag. Et eksempel herpå er fra en time, hvor eleverne Line og Clara arbejder med PhET-simuleringen *bølge: intro* (Se Illustration 1). Der er afbildet en vandhane, som eleverne kan få til at dyppe med højere og lavere frekvens, og hermed kan de lære om bølgers egenskaber:

” De trykker på den grønne knap på vandhanen, som begynder at dryppe og lave bølger. Line (læser et arbejdsspørgsmål højt): ’Hvad sker der med bølgen, når I ændrer frekvensen?’. De sætter frekvensen op, og der begynder at komme flere bølger på skærmen. Clara: ’Nårh, det er, jo hurtigere dråberne drypper ned, jo flere bølger kommer der (...). Så det er lidt ligesom ude på stranden, det der med, at du trykker fingeren ned i vandet, så kommer de der bølger ud, og jo mere du gør det, jo hurtigere kører det’.
(Skærmoptagelse, Clara, 12.09.2020)

Visualiseringen af vandhanen, som eleverne kan få til at dryppe og lave bølger i vandet, bliver et overgangsobjekt til at begribe begrebet frekvens og lukke hullet mellem den intuitive og den formelle viden, som Papert (1987) skriver. Den dryppende vandhane gør det muligt for Clara at koble den faglige viden med sin personlige erfaring om, hvordan hun kan skabe bølger med lavere og højere frekvens, når hun dypper sin finger i vand. Ved at eleverne kan knytte personlige og konkrete erfaringer til læreprocessen, får de en større forståelse af det bagvedliggende naturvidenskabelige koncept (Papert, 1980). Men det er ikke altid let for eleverne at forstå, hvordan de skal afkode det virtuelle laboratorium, og her spiller læreren en central rolle. Dette bliver udfoldet i næste afsnit.

Lære at afkode det virtuelle laboratorie

Den frihed til selv at eksplorere, som PhET lægger op til, gør, at flere af eleverne har svært ved at finde ud af, hvordan de skal navigere i det virtuelle laboratorie, og hvad udfaldet er, når de ændrer på et parameter. Her er lærerens supportering og didaktisering central for, at eleverne kan aflæse simuleringen korrekt. I eksemplet nedenfor vender vi tilbage til eleverne Clara og Line, der skal besvare et arbejdsspørgsmål om, hvad der sker, når de får to vandhaner til at dryppe. Men eleverne ved ikke, hvordan de skal udlede noget om bølgers egenskaber på baggrund af de to dryppende vandhaner. De beder derfor læreren Sigurd om hjælp:

Sigurd (peger på skærmen): Hvad kan man se?

Clara: Det er spøjst, de kører sådan ind over hinanden (viser med fingrene, hvordan bølgerne fletter sig sammen).

Sigurd: Ja, og det var det, vi har talt om, at det kunne de godt.

Clara: Ja, det var det med, at det ligner, at de bliver skubbet tilbage, men faktisk kører de igennem hinanden.

Sigurd bekræfter og spørger: Hvad sker der, når I smækker frekvensen helt op?

Det gør de, og Clara udbryder: Hold nu fast, så kommer der flere. Og hvad sker der, hvis man skruer helt ned? (siger hun entusiastisk, mens hun skruer frekvensen helt ned).

De kigger alle tre spændt på computerskærmen. Clara griner lidt og siger: Nej, det er bare en stor blå klat.

Sigurd: Det vil sige, at så ligger bølgerne måske helt herude et eller andet sted (peger på kanten af skærbilledet).

Clara: Nårh, ja.

(Skærmoptagelse og videoobservation, 12.9.2020)

Med udgangspunkt i de to dryppende vandhaner får Sigurd Clara til at formulere, hvad hun kan observere. Clara husker fra tidligere i timen, at en egenskab ved bølger er, at de kan gå igennem hinanden. Sigurd spørger videre, hvad der sker, hvis frekvensen sættes op. Dette får Clara til at undre sig over, hvad der sker, hvis den sættes ned, og hendes nysgerrighed bliver vakt. Hun observerer, at det bliver *en stor blå klat*, men ved ikke, hvordan hun skal oversætte denne visualisering til noget, der har med bølgers egenskaber at gøre, hvilket Sigurd hjælper hende med at begrebsliggøre.

For at det virtuelle laboratorie kan blive et meningsfuldt redskab-for-tanker er samspelet mellem teknologi, lærer og elev central. Som i eksemplet, hvor det er i dialogen med læreren, der stiller åbne spørgsmål med udgangspunkt i det virtuelle laboratorie, at eleven lærer at afkode simuleringen og lave koblinger mellem denne og sin teoretiske viden om bølgers egenskaber.

Samspil med andre materialiteter

Det virtuelle laboratorie er ikke kun en del af en social kontekst, men også en materiel. I den konkrete undervisning indgår det virtuelle laboratorie i en bredere undervisningskontekst med andre materialiteter. Læreren Sigurd bruger ofte PhET-simuleringerne i et samspil med analoge teknologier. Et eksempel herpå er fra timen, hvor eleverne arbejder med det virtuelle laboratorie omkring bølgers egenskaber. I undervisningssekvensen forinden har eleverne i par lavet bølger med en fjeder ude på gangen. Når eleverne efterfølgende arbejder med bølger i VL, så bruger Sigurd deres erfaringer med at lave svingninger med fjederen til at understøtte deres forståelse af, hvad begrebet frekvens er:

” Eleverne Mie og Alice er i gang med at besvare et arbejdsspørgsmål om, hvordan de i det virtuelle laboratorie kan lave vandbølger med større og lavere frekvens. Men de ved ikke, hvad de skal gøre, da de ikke er sikre på, hvad begrebet frekvens er. De spørger derfor læreren Sigurd om hjælp. Sigurd spørger, om de kan huske, hvad der skete, når de bevægede fjederen hurtigere ude på gangen. Mie svarer, at der kom flere bølger hurtigt efter hinanden. Sigurd siger, at det er det samme, der sker, når de får vandhanen til at dryppe hurtigere, så bliver frekvensen højere. Eleverne bekræfter, at de forstår det, og de går i gang med at lave bølger med høj og lav frekvens i det virtuelle laboratorie.

(Feltnoter, 12.9.2020)

I sekvensen ovenfor hjælper Sigurd eleverne med at oversætte mellem to forskellige vidensdomæner. Eleverne er ikke selv i stand til at lave koblinger mellem den tidligere undervisningsaktivitet, hvor de har fået en forståelse af begrebet frekvens ved at lave svingninger med en fjeder, og visualiseringen af en dryppende vandhane. Men i dialogen med læreren bliver det tydeligt for dem, hvordan de kan arbejde med frekvens både som bølger med en fjeder og som bølger i vand. Sigurd uddyber i det efterfølgende interview, at læreren har en central rolle i forhold at hjælpe eleverne med at forstå, hvordan de arbejder med bølger på forskellige måder, så det virtuelle laboratorie ikke bliver *parallel læring*, men hjælper til at udvide elevernes begrebsforståelse (Sigurd, lærer, 6.09.2021). PhET-simuleringen bliver således et redskab-for-tanker, der har potentiale til at hjælpe eleverne med at forstå abstrakte naturvidenskabelige begreber og øge deres begrebsforståelse. Men lærerens didaktisering og hjælp til at afkode det virtuelle laboratorie er central for, at eleverne kan binde an til dem på en succesfuld måde.

Trin-for-trin-instruktion

Labster-simuleringerne er som beskrevet ret instruerende i deres form. Når eleverne skal udføre et forsøg i det virtuelle laboratorium, så er der ofte en bestemt procedure, som de skal følge. Som i eksemplet nedenfor fra en virtuel biologitime i 9A (skole 1), hvor eleverne arbejder med simuleringen *Massiv fiskedød og eutrofiering* (Se Illustration 2). Vi følger eleven Viktor, der er nået til et sted i simuleringen, hvor han skal finde årsagen til den massive fiskedød:

” Viktor bliver bedt om at gætte, hvilken industri der har udledt store mængder af næringsstoffer og forurenede vandet ved et fiskeri. Der er et kort over nitrogenkilder ved fiskeriet. Han gætter på, at det er bomuldsmarken, da denne ligger tættest på fiskeriet, hvor fiskene er døde. Derefter skal han teste denne hypotese ved at analysere nitrogenkoncentrationen i forskellige vandprøver. Han skal vælge tre vandprøver ved at kigge på et kort over, hvor de er taget. Han starter med at tage vandprøve 1-3, men der popper en besked op om, at det er de forkerte vandprøver, og at han i stedet skal tage prøverne 2, 4 og 5. Det gør han, og han følger trin for trin de instrukser, han får, så han får målt indholdet af de tre prøver. Til slut skal han på baggrund af resultaterne svare på, om hans hypotese var rigtig, men dette har han svært ved at afgøre. Han ræsonnerer sig frem til, at han vil lægge to af prøveresultaterne sammen, da de løber ud i den samme å, og gætter derfor på, at det er tøjfabrikken, da denne ligger tættest på søen. Men det er ikke rigtigt. Efter tre gæt finder han ud af, at hans oprindelige hypotese var rigtig.
(Skærmoptagelse, Viktor, 23.4.2021)

I sekvensen skal Viktor vælge mellem fire prædefinerede hypoteser og undersøge, om hans hypotese er rigtig. Men han har svært ved på baggrund af vandprøverne at ræsonnere sig frem til, hvilken hypotese der er den rigtige, da han ikke selv har formuleret den og hermed de antagelser, der ligger til grund herfor. Der er desuden lagt en valgfrihed ind mellem forskellige vandprøver, men i realiteten er det ikke muligt at vælge andre end de rigtige for at gennemføre forsøget succesfuldt. Denne form for læring er på mange måder langt fra Paperts idé om mikroverdener, hvor det er elevernes egen undren og afprøvning, der er styrende for læringen. Læringsteknologien minder mere om det, som Papert kalder *tutorials*, hvor computeren fungerer som en maskinbaseret instruktion (Papert, 1987), der bunder i et behavioristisk læringssyn. Her opfattes læring som en kausal sammenhæng mellem de stimuli, som den lærende er udsat for, og den respons, som disse stimuli afføder. Læringen deles op i mindre trin-for-trin-

sekvenser, og den lærendes handlinger bliver derfor korrigeret eller belønnet i overensstemmelse med det korrekte svar (Selwyn, 2011). Denne korrektion af handlinger ses eksempelvis, når Viktor bliver korrigeret i forhold til de vandprøver, han har taget, eller når han skal be- eller afkræfte sin hypotese ved at trykke på det rigtige svar. Det er ikke eleven selv, der formulerer hypoteserne eller forklaringen på resultaterne, men dette er prædefineret på forhånd. Man kan argumentere for, at det virtuelle laboratorie understøtter en mere traditionel ”køgebogsforståelse” af eksperimentelt arbejde (Hodson, 2008; Millar, 2004).

Læreren Simon fortæller, at et centralt formål med at bruge Labster er at træne eleverne i at følge en protokol og være præcise i deres egne undersøgelser, ”både i forhold til forsøg, men også i forhold til undersøgelsescirklen: Opsæt en hypotese, afprøv den, analysér resultaterne” (Simon, lærer, 23.4.2021). I den fælles opsamling på elevernes arbejde i det virtuelle laboratorie omkring fiskedød bruger han tid på at tale med elever om, hvordan de i det virtuelle laboratorie bevæger sig rundt i de forskellige faser i undersøgelsescirklen. Han fortæller i et opfølgende interview om sine erfaringer med at bruge Labster:

” Når eleverne skal ud at lave noget tilsvarende, så kan de faktisk overføre protokollerne derfra (det virtuelle laboratorie) til et rigtigt laboratorie senere. Så det giver dem ret meget kompetence i forhold til udførelse af en undersøgelse og de forskellige trin. (Simon, lærer, 18.01.22)

Men han oplever også, at man som lærer har en central rolle i forhold til at tale med eleverne om, hvilke forskelle der er på en computersimulering og de undersøgelser, som de selv kan opstille. Han forklarer, at det udstyr, der bliver brugt i simuleringen er *top of the line*, hvor det udstyr, de har adgang til, er skoleudstyr, og det derfor er vigtigt at tale med eleverne om forskelle og ligheder mellem de forsøg, som de laver i det virtuelle og i det fysiske laboratorie (Simon, 20.01.2020).

Det virtuelle laboratorie som en interaktiv teoribog

Læreren Simon bruger ofte det virtuelle laboratorie som en forberedelse, inden eleverne skal lave eksperimenter i skolelaboratoriet, for at de skal blive bekendte med de teoretiske begreber. Et eksempel herpå er et forløb om energi. Først gennemgår Simon de centrale teoretiske begreber entalpi og entropi, som eleverne skal arbejde med i VL. Derefter arbejder eleverne sammen i par med det virtuelle laboratorie, hvor de svarer på arbejdsspørgsmål undervejs, som Simon har lavet. Her skal de eksempelvis på baggrund af det, de har lært i simu-

leringen, beskrive begreberne entalpi og entropi. I den efterfølgende time er eleverne i det fysiske laboratorie og laver forsøg med endotermiske reaktioner: "Og der kan de pludselig sætte nogle ord på. I stedet for bare at sige: 'Det bliver koldere', så kan de sige: 'Det er en endotermisk reaktion'" (Simon, lærer, 20.2.2020). Han oplever, at det bliver lettere for eleverne at forstå begreberne, fordi de har arbejdet med dem interaktivt i det virtuelle laboratorie først. Det virtuelle laboratorie bliver således brugt til at understøtte elevernes begrebsforståelse. Læreren Sigurd oplever også, at eleverne får en *hands on*-forståelse af teorien i det virtuelle laboratorie, der er mere motiverende end at læse i en bog (Interview, 13.1.2021). Denne opfattelse deler flere af eleverne, der ser VL som et godt alternativ til andre mindre interaktive læremidler såsom en bog: "Man er lidt mere inde i det, i stedet for at bare at læse, så gør man noget selv" (videoobservation, 22.6.2019) eller et læreroplæg: "Det er ikke som normal undervisning, hvor det bare er læreren, der står og forklarer (...). I stedet for at det er information, der kommer til én, så skal man selv finde det" (Videoobservation, 26.8.2020). Hermed bliver det virtuelle laboratorie et supplement til de traditionelle undervisningsformer til at understøtte elevernes begrebsforståelse på en måde, som eleverne oplever som mere engagerende og motiverende.

Risikofri, men også konsekvensfri læring

Som tidligere nævnt er en af fordelene ved at lave forsøg i et virtuelt miljø, at eleverne kan fejle i et sikkert rum og lave forsøg, der ellers er for farlige at lave i et klasselokale (Honey & Hilton, 2011; Perkins et al., 2010). Læreren Simon peger på det at kunne fejle som en af de pædagogiske fordele ved Labster-simuleringerne: "Jamen, en af mulighederne er helt klart (...) at kunne begå fejl i et sikkert rum (...). Al forskning viser, at det er der, vi lærer allermost, det er, når vi retter vores egne fejl" (Simon, lærer, 9.5.2019). Flere elever oplever det ligeledes som positivt, at det virtuelle laboratorie udvider handlingsrummet for, hvad de kan eksperimentere med. Som Mie fra skole 1 siger: "Så får du en forståelse for, hvor stærkt et stof kan reagere med et andet (...) som man jo så ikke kunne lave i fysiklokalet" (Mie, elev, 12.9.2019). Eller Martin fra samme klasse: "Der er mange farlige ting, vi ikke må lave, men så kan vi prøve at lave det derinde" (Martin, elev, 12.9.2019).

Denne mulighed for at gå eksperimentelt til værks uden at være bange for at fejle harmonerer med Paperts forståelse af, at mikroverden tilbyder et sikkert læringsmiljø, hvor eleverne frit og trygt kan udforske: "The microworld is created and designed as a safe place for exploring. You can try all sorts of things. You will never get into trouble (...) You are totally safe in this little world" (Papert, 1987, s. 80). Dette

fokus på at kunne begå fejl ligger også til grund for nyere didaktiske retninger såsom inquiry-based learning (Pedaste, Mäeots, Siiman, De Jong, Van Riesen, Kamp & Tsourlidaki, 2015) og failure-driven learning (Darabi, Arrington & Sayilir, 2018). Men selvom eleverne er glade for at kunne begå fejl i et sikkert rum, oplever de, at de er mere koncentrerede, når de laver et fysisk eksperiment, da deres handlinger er afgørende for udfaldet af forsøget, som Toke siger: ”Du kan måske ikke være med resten af timen (...) fordi du har spildt det, du har lavet” (Toke, elev, 20.2.2020), eller Emma: ”Hvis du sidder med det i dine hænder, så har du et forsøg til at gøre det rigtigt” (Emma, elev, 20.2.2020). I citatet nedenfor fortæller eleven Astrid, hvordan hun oplever forskellen på at lave forsøg i det fysiske og i det virtuelle laboratorie:

” Der [i det virtuelle laboratorie] ved man også, at det ikke kan gå galt, men derinde (peger på fysiklokalet) der fokuserer man ligesom mere, for man ved, at her skal jeg ikke spille svovlsyre ud over alting, men derinde, der gør man det jo ikke, så der er det bare sjuv (viser med hænderne, at hun gør det hurtigt) (...). Man fokuserer mere på selve opgaven, hvor hvis man sidder der [med det virtuelle laboratorie], så kan man godt gøre en eller anden ting og så lige sidde og snakke lidt ved siden af. Derinde der gør man tingene og snakker bagefter.
(Astrid, elev, 20.2.2020)

I citatet beskriver Astrid, hvordan hun er mere fokuseret, når hun laver et fysisk eksperiment, da hun ved, at hun har noget på spil. I et fysisk forsøg har elevernes handlinger reelle konsekvenser, for eksempel at *spilde svovlsyre*, hvis de gør det for hurtigt. Bevidstheden om, at de kan lave en irreversibel fejl i det fysiske laboratorie, gør, at de er mere koncentrerede, som Astrid siger: *Derinde der gør man tingene og snakker bagefter*. Derimod oplever de ikke den samme koncentration i det virtuelle laboratorie, da deres handlinger er reversible, som en anden elev formulerer det:

” Det har ikke nogen konsekvens, at man gør det forkert [i det virtuelle laboratorie], så det er ikke sådan, at du skal gøre det rigtigt og være meget præcis med det, for hvis du gør det forkert, så starter du bare forfra.
(Videoobservation, 26.8.2020)

Der er et paradoks i, at det virtuelle laboratorie skaber et sikkert læringsrum, hvori eleverne kan fejle, men at de samtidig oplever ikke at have noget på spil. Deweys (1913/2013) forståelse af interesse eller

opmærksomhed er relevant i denne sammenhæng. Interesse er altid rettet mod et objekt, og det er i vores handlen i forhold til dette objekt, at vi kan opleve interesse. Det centrale her er, om aktiviteten er af en sådan karakter, at den tillader kompleksitet og udfordringer, der kræver en indsats af eleven – og hermed en *varig interesse* eller samlet opmærksomhed (Dewey, 1913/2013, s. 59). Læringsaktiviteten skal ikke være for let, men være af en karakter, så det at overvinde forhindringerne tillægges en værdi (Petersen, 2012). I forlængelse heraf bruger læringsforsker Knud Illeris begrebet ”modstandspotentiale”, der betegner de læreprocesser, der er forankret i oplevelsen af modstand. Denne modstand kan enten have en konstruktiv effekt på elevernes læring, hvis den forstås og accepteres, eller en restriktiv påvirkning, hvis den opleves som uoverkommelig (Illeris, 2000). Når eleverne udfører fysiske eksperimenter, så får bevidsthed om eksperimentets modstandspotentiale en produktiv karakter. De oplever at have en samlet opmærksomhed på den læringsaktivitet, som de er beskæftiget med, da det er afgørende for forsøgets udfald, hvordan de agerer. Omvendt opleves det virtuelle laboratorium som et risikofrit rum, hvori der ikke er et reelt modstandspotentiale. Hermed bliver elevernes opmærksomhed delt, da de ikke oplever, at deres handlinger har reelle konsekvenser – og man kan *lige sidde og snakke lidt ved siden af*, som eleven fra før udtrykker det. Det er ikke kun eleverne, der adresserer det manglende risikoelement i det virtuelle laboratorium, det samme gør læreren Simon:

” Der er et godt element af fare over det at være i fysiklokalet og arbejde eksperimentelt (...). Du arbejder med nogle ting, som du skal have en sikkerhed omkring. Og det element af fare er der ikke i simulationen. Det er positivt i forhold til at turde nogle ting, men det mangler måske, også i forhold til at skærpe koncentrationen. Linedanseren bliver altid lidt bedre, når han eller hun lige smider staven til sidst, ik’, eller nettet forsvinder. Så man kunne sagtens faktisk overveje at lægge et underholdende fejlelement ind (...) og lægge det ind som sådan et helt bevidst: ’Her, der kan I nu gøre det så galt, at I kommer til skade, hvis I ikke gør det rigtigt, derfor er det rigtig vigtigt, at I følger instruktionerne. I kan ikke bare lege rundt med tingene mere.
(Simon, lærer, 20.2.2020)

Her adresserer Simon dilemmaet mellem et sikkert læringsrum og det konstruktive modstandspotentiale, hvor elevens koncentration, ligesom linedanserens, skærpes, når der reelt er noget på spil. Han formu-

lerer et ønske om, at dette farelement kunne appliceres i det virtuelle laboratorie, hvor eleverne kan bevæge sig fra et risikofrit til et risikofyldt domæne. Spørgsmålet er, om det er muligt at imitere fare i et computersimuleret laboratorie, hvilket jeg tager op i diskussionen nedenfor.

Diskussion og konklusion

Som jeg har vist i analysen, understøtter de to former for virtuelle laboratorier naturfagsundervisningen på forskellige måder. De er både i kraft af deres design (intentionalitet) og den konkrete brug i undervisningen, såsom lærerens didaktisering, dialoger mellem lærer og elever og samspillet med andre materialiteter, forskellige toolsfor-thoughts. Tabellen nedenfor giver et overblik over, hvilke læringspraktisser de to former for virtuelle laboratorier understøtter og hvilke udfordringer og potentialer, der knytter sig hertil:

Tabel 2.

Overblik over læringspraksis, udfordringer og potentialer.

	PhET	Labster
Hvilken læringspraksis understøtter det virtuelle laboratorie	<p>Åbent format – kan tilpasses forskellige læringsstile og mål</p> <p>Konstruktivistisk læringsforståelse – muliggør en eksplorativ og legende læring</p>	<p>Lukket format – et prædefineret læringsforløb</p> <p>Behavioristisk læringsforståelse – instruerende/trin-for-trin</p>
Potentialer	<p>Konkretisere og visualisere abstrakte naturvidenskabelige fænomener (et overgangsobjekt)</p> <p>Det interaktive aspekt er engagerende og motiverende</p> <p>Kan begå fejl og lære heraf (umiddelbar visuel feedback)</p>	<p>Træne undersøgelseskompetencer/følge en protokol</p> <p>Interaktiv teoribog – understøtte elevernes begrebsforståelse</p> <p>Mere motiverende end mindre interaktive læringsmidler</p> <p>Kan lave forsøg, der ellers er for farlige</p>
Udfordringer	<p>Svært for eleverne at afkode det virtuelle laboratorie (kræver didaktisering)</p> <p>Skabe sammenhæng mellem det virtuelle laboratorie og fysiske undersøgelser</p>	<p>Svært for eleverne at overføre viden fra det virtuelle til det fysiske laboratorie (kræver didaktisering)</p> <p>Risikofri læring – eleverne er mindre koncentreret</p>

PhET-simuleringerne, der er mere åbne i deres design, bliver brugt som et objekt-at-tænke-med, hvor eleverne kan afprøve deres idéer og få en umiddelbar visuel feedback. På denne måde bliver elevernes egen undren styrende for læringsprocessen, hvilket flere elever oplever som motiverende. Det virtuelle laboratorie bliver desuden en måde at skabe visuelle og konkrete forbindelser til de abstrakte teoretiske koncepter på, som det kan være svært at knytte an til. Men det er ofte svært for eleverne at afkode, hvordan de skal skabe forbindelser mellem det, de kan observere i det virtuelle laboratorie, og den bagvedliggende teoretiske viden. Her har læreren en central rolle i at hjælpe

eleverne med at kunne skabe disse koblinger mellem de forskellige vidensdomæner og materialiteter. Labster-simuleringerne, der er mere instruerende i deres form og læner sig op ad en mere behavioristisk læringsopfattelse, bliver i højere grad brugt til at træne eleverne i at følge en protokol og understøtte deres forståelse af den naturvidenskabelige metode. Denne form for læring bliver mere en form for trin-for-trin-læring, hvor eleverne skal lære at følge de forskellige trin i en bestemt eksperimentel praksis. Labster-simuleringerne bliver desuden brugt i undervisningen til at gøre eleverne klogere på teoretiske koncepter, inden de går i det fysiske laboratorium. På denne måde bliver det virtuelle laboratorium brugt som et interaktivt alternativ til teoribogen eller et læreroplæg, hvilket eleverne finder motiverende. En central begrænsning ved analysen er, at den alene baserer sig på tre cases, og derfor ikke siger noget om omfanget af, i hvor høj grad VL bidrager til at øge elevernes motivation i naturfag – eller hvilke typer af elever, der oplever at blive motiverede.

Én af fordelene ved det virtuelle laboratorium er, at eleverne kan begå fejl og arbejde med materialer, det ellers ville være for farligt at interagere med i skolelaboratoriet. Men eleverne oplever, at de er mindre koncentreret i det virtuelle end i det fysiske laboratorium, som det også bliver peget på i vidensnotatet (UVM, 2018b). I det virtuelle laboratorium er elevernes handlinger reversible, og det produktive modstandspotentiale forsvinder. Spørgsmålet er, om dette konstruktive element af fare kan blive inkorporeret i en computersimulering, der per definition eliminerer reel fare? Eller om man kan designe virtuelle laboratorier, hvori eleverne kan eksplorere frit og fejle og samtidig opleve, at de har noget på spil? Det ligger uden for rammerne af dette studie at svare herpå, men det ville være interessant at undersøge, hvilke både tekniske og didaktiske løsninger, der kunne stimulere elevens koncentration og oplevelse af at have noget på spil i det virtuelle laboratorium.

Som nævnt peger flere studier på, at eleverne lærer mest, når det virtuelle laboratorium bliver brugt i kombination med det fysiske laboratoriearbejde. Fokus for analysen er ikke at måle på læringseffekt, men derimod at bidrage med en forståelse af, hvordan elever og lærere oplever brugen af virtuelle laboratorier. Et interessant perspektiv i denne sammenhæng er, at flere af eleverne adresserer det praktiske og fysiske arbejde i naturfag som et kærkomment afbræk fra computerskærmen: ”Ja, også det med, at man kan holde det i hænderne og ser det, i stedet for at man bare ser det på en skærm, som man gør med alt andet, som man gør til dagligt, ik’?” (Johan, elev, 26.8.2020). Eller som en anden elev siger: ”Vi sidder næsten hele tiden foran en computer, og det gør vi jo også her, så det er dejligt at få lov til at lave noget selv fysisk, som vi gør, når vi laver forsøg” (Caroline, elev, 26.8.2020). Da

Papert formulerede sine tanker om computerteknologiens muligheder i undervisningen, var eleverne lige begyndt at få adgang til computere i skolen. Siden er computeren blevet en fast bestanddel i klasselokalet, og elevernes hverdag og skolegang er i høj grad digitaliseret (Sørensen & Levinsen, 2019). Som citaterne illustrerer, så oplever eleverne det analoge og fysiske arbejde som noget ekstraordinært og nærmest eksotisk, da de er vant til, at læringen er medieret via computeren. Dette er et interessant perspektiv i forhold til det virtuelle laboratorie og digitale læringsteknologier generelt. Det indikerer, at det digitale i sig selv ikke er motiverende for eleverne, hvilket yderligere understreger vigtigheden af et frugtbart samspil mellem de virtuelle og fysiske læringspraksisser i naturfagsundervisningen.

Referencer

- Achuthan, K., Kolil, V.K. & Diwakar, S.** (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 23, 2499-2515.
- Braun, V. & Clarke, V.** (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Brinkmann, S. & Kvale, S.** (2015). *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing* (3. udg.). Sage Publications.
- Børne- og Undervisningsministeriet** (2021). *Prøveformer og forsøg*. Lokaliseret 3. oktober, 2021 på <https://www.uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-proever/proevetilrettelaeggelse/adgang-tilmelding-og-booking/proeveformer-og-forsog>
- Clark, D. B., Nelson, B., Sengupta, P. & D'Angelo, C.** (2009). *Rethinking Science Learning Through Digital Games and Simulations: Genres, Examples, and Evidence*. [Conference Presentation]. National Research Council Workshop on Gaming and Simulations, October 6-7. 2010.
- Clarke, V., Braun, V. & Hayfield, N.** (2015). Thematic analysis. I: J. Smith (red.). *Qualitative psychology: A practical guide to research methods* (222-248). Sage Publications Ltd.
- Darabi, A., Arrington, T. L. & Sayilir, E.** (2018). Learning from failure: a meta-analysis of the empirical studies. *Educational Technology Research and Development*, 66, 1101-1118. DOI:10.1007/s11423-018-9579-9
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C.** (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308.
- Dewey, J.** (1913/2013). *Interesse og indsats i uddannelse*. Syddansk Universitetsforlag.
- Engeström, Y.** (1999). Activity theory and individual and social transformation. I: Y. Engeström, R. Miettinen & R.-L. Punamaki (red.), *Perspectives on activity theory* (19-38). Cambridge University Press. DOI:10.1017/CBO9780511812774
- Lisborg, S.** (2021). Virtual Educational Laboratories: Instructive or explorative learning?. *STS Encounters - DASTS working paper series*, 12(1), 19-49. https://www.dasts.dk/?page_id=356

- Lisborg, S** & Tafdrup, O. (under udgivelse). Virtual Laboratories and Posthuman Learning. *Techné: Research in Philosophy and Technology*.
- Hennessy, S.**, Wishart, J., Whitelock, D., Deane, R., Brawn, R., Velle, L., McFarlane, A., Ruthven, K. & Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers and Education*, 48(1), 137-152. DOI:10.1016/j.compedu.2006.02.004
- Hodson, D.** (2008). Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (3).
- Hogle, J.G.** (1995). Computer microworlds in education: Catching up with Danny Dunn. *ERIC*.
- Honey, M.A.** & Hilton, M.L. (2011). *Learning science through computer games and simulations*. The National Academies Press. DOI:10.17226/13078
- Illeris, K.** (2000). *Læring – aktuel læringsteori i spændingsfeltet mellem Piaget, Freud og Marx*. Roskilde Universitetsforlag.
- Interlab** (2022). *Interaktive laboratorier: Rapport - Februar 2022*. Børne- og Undervisningsministeriet.
- Implement** (2018). *Forundersøgelse til indsats vedr. understøttelse af eleveres adgang til virtuelle laboratorier*. Lokaliseret 12. september, 2021 på, <https://www.uvm.dk/publikationer/2019/190425-forundersogelse-og-vidensnotat-om-anvendelsen-af-interak-laboratorier-i-naturfagsundvis>
- Jones, N.** (2018). Simulated labs are booming. *Nature*, 562, 5-7. DOI:10.1038/d41586-018-06831-1
- Latour, B.** & S. Woolgar (1986). *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts* (2. udg.). Princeton University Press. DOI:10.2307/j.ctt32bbxc
- Millar, R.** (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science, High school science laboratories: role and vision. *National Academy of Sciences*, 1-24.
- Mutlu, A.** & Şeşen, B.A. (2020). Comparison of inquiry-based instruction in real and virtual laboratory environments: Prospective science teachers' attitudes. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 12(2), 600-617.
- Papert, S.** (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, Inc.
- Papert, S.** (1987). Microworlds: transforming education. I: R. Lawler & M. Yazdani (Red.), *Artificial intelligence and education; vol. 1: learning environments and tutoring systems* (s. 79-94). Ablex Publishing Corp.
- Pedaste, M.**, Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquirybased learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. DOI:10.1016/j.edurev.2015.02.003
- Perkins, K.**, Loeblein, P. & Dessau, K. (2010). Sims for Science: Powerful tools to support inquiry-based teaching. *The Science Teacher*, 77(7), 46-51.
- Petersen, M. R.** (2012). *En undersøgelse af samspillet mellem begrebsændringer og interesseudvikling i gymnasiets biologiundervisning*. Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, 13, Syddansk Universitet.
- Rieber, L.** (2004). Microworlds. I: D. Jonassen & M. Driscoll (red.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (s. 583-603). Routledge.

- Rutten**, N., Van Joolingen, W. R. & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153. DOI:10.1016/j.compedu.2011.07.017
- Selwyn**, N. (2011). *Education and technology: Key issues and debates*. Continuum.
- Shaffer**, D. W. & K. A. Clinton (2006). Toolforthoughts: Reexamining Thinking in the Digital Age. *Mind, Culture, and Activity*, 13(4), 283-300. DOI:10.1207/s15327884mca1304_2
- Smetana**, L. K. & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370. DOI:10.1080/09500693.2011.605182
- Stevens**, G., Boden, A., & von Rekowski, T. (2013). Objects-to-think-with-together. *EndUser Development* (223-228). Springer Berlin Heidelberg.
- Szulewicz**, T. (2012). Videoobservationer som privilegeret dokumentation af hverdagspraksis? I: M. Pedersen, J. Klitmøller & K. Nielsen (red.), *Deltagerobservation: En metode til undersøgelse af psykologiske fænomener* (s. 107-119). Hans Reitzels Forlag.
- Sørensen**, B. & Levinsen, K. (2019). *Den hybride skole: Læring og didaktisk design, når det digitale er allestedsnærværende*. Klim.
- Sørensen**, E. (2009). *The materiality of learning: Technology and knowledge in educational practice*. Cambridge University Press. DOI:10.1017/CBO9780511576362
- Tatli**, Z. & Ayas, A. (2013). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(1), 159-170.
- Tho**, S. W. & Yeung, Y. Y. (2018). An implementation of remote laboratory for secondary science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(5), 629-640. DOI:10.1111/jcal.12273
- UVM** (Undervisningsministeriet) (2019). *Frikøb af licenser og en række andre initiativer skal styrke anvendelsen af interaktive laboratorier i naturfagsundervisningen*. Lokaliseret 10. september, 2021 på <https://www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvmm/2019/apr/190425-frikoeb-af-licenser-skal-styrke-anvendelsen-af-interaktive-laboratorier>
- UVM** (Undervisningsministeriet) (2018a). *National naturvidenskabsstrategi*. Undervisningsministeriet.
- UVM** (Undervisningsministeriet) (2018b). *Vidensnotat om brugen af interaktive virtuelle laboratoriesimulationer for at forbedre læring og interesse inden for naturvidenskab*. Undervisningsministeriet.
- Wertsch**, J. V. (1998). *Mind as action*. Oxford University Press.
- Whitacre**, I., Hensberryb, K., Schellingera, J. & Findleya, K. (2019). Variations on play with interactive computer simulations: balancing competing priorities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(5), 665-681. DOI:10.1080/0020739X.2018.1532536
- Winkelmann**, K., Keeney-Kennicutt, W., Fowler, D., Macik, M., Guarda, P. & Ahlborn, C. (2020). Learning gains and attitudes of students performing chemistry experiments in an immersive virtual world. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 620-634. DOI:10.1080/10494820.2019.1696844
- Zosh**, J. N., Hopkins, E. J., Jensen, H., Liu, C., Neale, D., Hirsh-Pasek, K. & Whitebread, D. (2017). *Learning through play: A review of the evidence*. The LEGO Foundation.

Abstract

Covid-19 krævede i 2020 og 2021 en omstilling til online undervisning på universiteterne. Denne artikel udforsker, hvordan en gruppe studerende og undervisere på kurset 'IKT, interaktion og organisation' på Informationsvidenskab, Aalborg Universitet i København, har brugt oplevelserne fra den digitale omstilling som grundlag for at gentænke undervisning og de etablerede didaktiske designs gennem, og med anvendelse af, teknologi. De studerende fik udfordringen at videreudvikle brugen af Moodle som en læringsplatform til støtte for undervisning og læring online og on-site i kontekst af problembaseret læring (PBL). Gennem arbejdet åbnedes især to 'black boxes' – det vil sige processer, der er gensidigt usynlige, når undervisningen afvikles som forventet. Disse black boxes omfattede henholdsvis de studerendes forberedelse og undervisernes tilrettelæggelse af undervisning. Artiklens bidrag er netop fortsat at åbne disse black boxes gennem brug af teori, interviews og designudvikling samt at blotlægge de aktører og strukturer, som ellers ikke ekspliciteres i undervisningen.

During 2020-2021, Covid-19 demanded a transition to online teaching in universities. This article explores how a group of students and educators in the course 'ICT, Interaction, and Organization' at Aalborg University utilize the experiences from the digital conversion as foundation to innovate education and the established didactic designs in the context of technology. The students redesigned the use of Moodle, aiming at supporting teaching and learning online and on-site in the context of problem-based learning. Throughout their work, particularly two 'black boxes' were opened – i.e., processes that are mutually invisible when teaching is conducted as usual. These black boxes included the students' preparation and the educators' organization of teaching, respectively. The contribution of this article is to open these black boxes through the use of theory, interviews, and design development and thus to expose the actors and structures that are not otherwise made explicit in the teaching.

Åbn undervisningens 'black boxes'

Fælles undersøgelses- og designprocesser af teknologibrug i omstillingen til online undervisning

Introduktion

I to omgange måtte undervisere i 2020 og 2021 på meget kort tid redigere deres undervisning og vejledning, der var planlagt som 'on-site' undervisning, således at aktiviteterne kunne udfolde sig i andre rum end planlagt. For mange undervisere og studerende brød det med en vanlig undervisningssituation, hvor aktørerne mødes på samme lokation baseret på et bestemt didaktisk set-up formidlet primært gennem de fysiske rammer, som universitetet udgør, herunder opsætning af seminarrum samt nogle supplerende digitale værktøjer. I den nye situation blev en didaktisk opsætning udelukkende baseret på læringsaktiviteter, der skulle finde sted online via værktøjer som Moodle, Zoom, Panopto, Teams, One Drive, Google Drive med videre. Flere af disse værktøjer var nye både for undervisere og studerende og allerede anvendte værktøjer, for eksempel Moodle, fik en ny betydning, når alle læreprocesser var overladt til online rum, hvor deltagelse var distribueret i tid og rum. Som følge af Covid-19 stod hele uddannelsessektoren, ikke kun i Danmark men i hele verden, i en meget ny og helt unik situation i 2020-21, hvor undervisningen blev omlagt fra analog undervisning til udelukkende digital online undervisning. Undersøgelser i forhold til Aarhus Universitet (Rambøll, 2020), Københavns Universitet (Løkkegaard & Misfeldt, 2022) og ni videregående uddannelser, herunder Aalborg Universitet, Roskilde Universitet og Syddansk Universitet (Georgsen & Qvortrup, 2021) har identificeret, at dette betød:

Af Stine Ejsing-Duun, Laura Bøgelund Gravesen, Andreas Harboe Salskov Ager & Lone Dirckinck-Holmfeld, Institut for Kommunikation og Psykologi, Aalborg Universitet, København

- et radikalt skift i betydningen af teknologier i forbindelse med online undervisning.
- en radikal forandring i undervisernes og de studerendes praksis samt spændinger og udfordringer i forbindelse med udviklingen af nye praksisser, hvor især de nye online medierede interaktionsformer gav udfordringer med manglende føling og kontakt mellem underviserne og de studerende samt de studerende indbyrdes; ligesom de studerende også gav udtryk for, at de har lært mindre.
- ændrede forhold i organisationen: Push i forhold til digital undervisning, nye regelsæt, arbejdsbetingelser (inden for de eksisterende time-normer), nye arbejdsdelinger, nødvendigheden af teknisk og pædagogisk træning, oplæring med mere.

Fælles for undersøgelserne var dog også, at nogle studerende og underviserne fandt det positivt, at den online undervisning var mere fleksibel – både hvad angår tid og sted, ligesom “de sparede kræfter til det vanlige sociale fællesskab, som kan synes overvældende” (Løkkegaard og Misfeldt, 2022, s. 80). Selv om der har været tale om *nødundervisning*, så er et fund på tværs af studierne, at institutionerne ønsker at udnytte læringen fra Covid-19 i forhold til at udvikle nye tilgange til undervisning og eksamen samt udnytte mulighederne ved online undervisning.

I 2021 planlagde tre undervisere kurset *IKT, interaktion og organisation* på Informationsvidenskab, Aalborg Universitet i København. Undervisningen på Aalborg Universitet er baseret på problem- og projektbaserede læreprocesser (PBL) (Dirckinck-Holmfeld, 2002). På grund af Covid-19 valgte fagets undervisere under anden nedlukning at formulere en case i undervisningen, der fokuserede på den forandring, som den øgede teknologibrug har betydet for interaktionen i undervisningen på universitet (Center for Digitalt Støttet Læring, u.å.). Med udgangspunkt i de nye erfaringer og i universitetets strategi om at øge digitalisering af uddannelse og PBL (Aalborg Universitet, u.å.) skulle de studerende komme med forslag til videreudvikling af brugen af Moodle som en læringsplatform. Det skulle ske i samspil med andre læringsteknologier til støtte for undervisning og læring, især PBL, i lyset af et stigende behov for at undervisningen kunne gå ‘online’.

Artiklen er skrevet med udgangspunkt i et praksisfællesskab (Wenger, 1998) bestående af to undervisere og to studerende. Gennem en fælles analyse- og skriveproces (praksis) baseret på designforslag og argumentationer udviklet af kursets studerende, undersøger vi i artiklen, hvordan udtalte studie- og undervisningspraksisser (black boxes) kan ekspliciteres ved at analysere brugen af og redesigne læringsplatformen Moodle. Formålet med at ekspliciterer studie- og

undervisningspraksisser er at øge den gensidige forståelse mellem undervisere og studerende. Denne gensidige forståelse kan skabe et grundlag for bedre at kunne understøtte disse praksisser gennem design og ibrugtagning af teknologier til online-medierede PBL-praksisser.

Problemformuleringen for artiklen lyder således:

Hvordan kan udtalte studie- og undervisningspraksisser (black boxes) ekspliciteres og benyttes som afsæt for fælles læring i organisationen i udviklingen af online medierede PBL-praksisser?



Læringsplatforme

Vi indleder artiklen med at præsentere fænomenet læringsplatforme, da det primært er denne teknologi, som er i fokus i de studerendes undersøgelser. Vi præsenterer herunder tre perspektiver af fænomenet: *Perspektivet om læringsplatforme, læringsplatforme som infrastrukturer for læring og læringsplatforme som grænseobjekter*. Afsnittet introducerer endvidere læringsplatformen, Moodle, der er den specifikke platform, som er i fokus i artiklen.

Læringsplatforme

Læringsplatforme er en pædagogisk teknologi, der dels kan beskrives som en paraply over forskellige services og funktioner, og som dels fungerer som et forum mellem forskellige aktører i uddannelsesinstitutionen: Undervisere, studerende, ledelse og eksterne samarbejdspartnere. Nogle af de funktioner, som en læringsplatform rummer, er: Design af læringsforløb, elevplan, evaluering, deling af forløb, administration af læremidler og portefølje (Hansen, Qvortrup, Kølsen & Gynther, 2017, s. 3).

Ved at bruge begrebet læringsplatform og ikke det mere udbredte begreb om 'learning management system' (LMS), ønsker vi at understrege en læringsplatforms pædagogiske betydning i forhold til at understøtte og udvikle de pædagogiske praksisser og mediere læreprocesser.

Læringsplatforme kan forstås som en fast defineret teknologi med bestemte intentioner og et sæt af funktioner og værktøjer. Overfor dette foreslår Hansbøl (2009), at man i stedet med fordel kan studere læringsplatforme. Hansbøl foretager her en semantisk ændring af ordet, hvor endelsen 'form' bliver til 'formation'. Form konoterer noget statisk, hvorimod brugen af formation indikerer, at her

tales om en dynamisk entitet, der justeres i samspil mellem flere aktører (som for eksempel fugle, der flyver i formation). Hermed flytter hun fokus mod, hvordan det pædagogiske personale bruger platformen, samt hvilke funktioner, værktøjer, principper og praksisser, som kombineres. Hansbøl påpeger videre med reference til Strathern (1991), at der ofte er tale om 'partielle til- og frakoblinger'. Det betyder, at nogle dele af læringsplatformen tilkobles eksisterende praksisser, medens andre frakobles (Hansbøl, 2009). I forlængelse heraf skriver Tamborg, Kiær og Misfeldt (2017) om læringsplatformenes plasticitet, som omfatter læringsplatformenes muligheder for at tilpasse og understøtte forskellige praksisser.

Infrastrukturer for læring

For at forstå betydningen af læringsplatforme i skiftet fra on-site til udelukkende online undervisning og læring efter Covid-19, finder vi det interessant at introducere et begreb om infrastruktur. Jones og Dirckinck-Holmfeld (2009) foreslår, at infrastruktur-perspektivet fokuserer på IT som komplekse systemer i dynamiske omgivelser frem for enkelte værktøjer og artefakter. Infrastruktur kan forstås som tekniske systemer eller services, som blot er der, og som vi tager for givet (for eksempel postsystemet, jernbaner, internettet etc.). I modsætning til dette kan infrastrukturer også anskues som socio-tekniske og socio-kulturelle systemer, der integrerer tekniske systemer med organisation, værdier og brug, som påvist af Star og Ruhleder (1996); Byholm og Nyvang (2009) og Tabo (2020). Endvidere er infrastrukturer en forudsætning for allestedsnærværende adgang til servicen. Det er først, når infrastrukturen bryder ned, at vi bliver opmærksom på, at der er tale om infrastruktur. Denne definition af infrastruktur indebærer samtidig, at det er brugen, som afgør, om noget kan defineres som en infrastruktur eller bliver til en infrastruktur. Byholm & Nyvang (2009) beskriver infrastrukturer som de generelt underordnede og relativt permanente dele af en virksomhed og endvidere, at det infrastrukturelle perspektiv sætter i forgrunden, at it-systemer aldrig er designet fra bunden; de bygger altid på eksisterende værktøjer og praksis. Vi vil derfor foreslå, at i skiftet fra on-site til online læring bliver læringsplatforme en central del af infrastruktur for læring; det vil sige, at de indgår som en nødvendig og relativ permanent del af handlingerne i den professionelle praksis. De er således transparente for brugerne, når alt fungerer, og bliver kun synlige ved nedbrud (Star & Ruhleder, 1996), hvilket vil sige, at undervisere og studerende kan bruge læringsplatformene på rutinebasis. Det skal dermed være intuitivt at navigere, kommunikere og deltage i læreprocesser, og som infrastruktur bygger platformene på konventioner og standarder fra undervisnings- og læringspraksisser. On-site understøttede infrastrukturen af det fysiske set-up af campus, klasserum, digitale og analoge værktøjer etc., som er udviklet historisk og indoptaget i vores praksis

og hverdagsrutiner i rollerne som underviser og studerende. Med Covid-19 ændrede infrastrukturen for læring sig radikalt, da Moodle, Zoom og andre digitale værktøjer pludselig blev den sammenbindende infrastruktur.

Læringsplatforme som grænseobjekt

Det tredje perspektiv, som knytter sig tæt til infrastrukturenbegrebet og læringsplatforme, er at betragte læringsplatforme som grænseobjekter. Begrebet er oprindeligt udviklet af Star og Griesemer (1989) i forbindelse med et samarbejdsprojekt mellem forskere og amatører knyttet til Berkeleys Museum of Vertebrate Zoology og indenfor det faglige felt institutionel økologi. På dansk benyttes begrebet *grænseobjekt*, hvilket vil sige et objekt, som er i krydsfeltet mellem adskillige sociale verdener, og som samtidig opfylder de informationsmæssige krav, der er for hver af disse. Det er derfor et objekt, som de forskellige sociale verdener kan relatere sig til og anvende i deres praksis. Star & Griesemer (1989) formulerer det således:

” This (boundary object) is an analytical concept of those scientific objects which both inhabit several intersecting social worlds (...) and satisfy the informational requirements of each of them. Boundary objects are objects which are both plastic enough to adapt to local needs and constraints of the several parties employing them, yet robust enough to maintain a common identity across sites. They are weakly structured in common use and become strongly structured in individual-site use. They may be abstract or concrete. They have different meanings in different social worlds, but their structure is common enough to more than one world to make them recognizable, a means of translation. The creation and management of boundary objects is key in developing and maintaining coherence across intersecting social worlds. (Star & Griesemer, 1989, s. 393)

Det har siden vist sig at være et meget robust begreb indenfor IT-forskningen. Her vil vi bruge begrebet til at forstå, hvordan et fælles grænseobjekt, i form af en læringsplatform, forbinder forskellige sociale verdener, og gør det muligt at kommunikere, udveksle informationer, lære og samarbejde mellem undervisere og studerende, administration, IT-service med mere; men begrebet kan også kaste lys over, hvad der gør disse processer vanskelige (Riis & Dirckinck-Holmfeld, 2020). Grænseobjekter kan understøtte samspil og samarbejde mellem forskellige sociale verdener på forskellige måder, således argumenterer Carlile (2002) for tre forskellige typer af grænsedragninger. Der er de syntaktiske grænseobjekter, der skal minimere misforståelser og sikre et fælles udgangspunkt. Carlile bruger prislister, som et eksempel på

de syntaktiske grænseobjekter. Der er grænseobjekter, der skaber grundlag for en semantisk grænsedragning mellem sociale verdener. Carlile (2002) bruger standardiserede metoder som et eksempel på semantiske grænseobjekter, der giver mulighed for at forstå og repræsentere flere synspunkter i samarbejdet. Endeligt er der de pragmatiske grænsedragninger, der er transformativ, her udvikles viden igennem brug af grænseobjekterne. Prototyper og kortlægninger er eksempler på sådanne grænseobjekter.

Moodle som læringsplatform

I denne artikel har vi især fokus på Moodle som læringsplatform. Ifølge Moodles egen hjemmeside er Moodle et Learning Management System (LMS). Systemet er open source og har et meget stort community af brugere. Moodle benyttes således af mere end 292 mio. brugere i mere end 183.000 institutioner i verden (240 lande) (Moodle, u.å.a). Moodle skriver om sig selv: "From humble beginning in 1999, Moodle LMS, the open source platform at the heart of the Moodle ecosystem, has constantly evolved through a commitment to pedagogy, open source philosophy and a collaborative global community of like-minded educators and technologists" (Moodle, u.å.b). Moodles økosystem omfatter blandt andet et netværk af Moodle Education, Moodle Workplace, Moodle Apps og The learning institution for the Moodle community.

Aalborg Universitet (AAU) har implementeret Moodle til støtte for alle on-sites uddannelser og nogle efter-videreuddannelser. Det primære formål er at give studerende let og digital adgang til undervisnings- og læringsmidler samt information om studierne. Men, som AAU skriver, Moodle kan også bruges mere interaktivt af studerende og ansatte, for eksempel ved at bruge fora, online opgaver, feedback, quizzes, chats med mere (AAU, u.å.). I artiklen vil vi bruge betegnelsen 'AAU-Moodle' for at tydeliggøre, at det er denne *platformation* af Moodle, som de studerende har arbejdet med.

Metode

Artiklen beskæftiger sig med at forstå de radikale omstillinger, ben-spænd og udviklingsmuligheder, som Covid-19 blev en anledning til. Fra et forskningsperspektiv giver det en helt usædvanlig situation for at studere omlægningen fra primært analog til udelukkende digital undervisning og læreprocesser. Som følge af Covid-19 var vi i en situation, hvor hele uddannelsessektoren indenfor en utrolig kort tids-horisont skulle omstille sig og derved ændre samspillet mellem infra-strukturer, teknologier, mennesker (studerende og undervisere) og or-ganisationen – inden for en større kontekst af videregående uddannel-ser på universitetsniveau og globalt. Metodisk tager vi udgangspunkt i en ekstrem case, der er usædvanlig eller har en problemfyldt kontekst og som kan bidrage til at belyse nogle mere generelle perspektiver (Flyvbjerg, 2011), herunder udviklingsmuligheder post Covid-19. Artik-lens case er således ekstrem, idet Covid-19 som kontekst er usædvan-lig. Vi undersøger derfor de udtalte studie- og undervisningspraksis-ser i form af black boxes gennem en problemfyldt case, eftersom Covid-19 vil have indflydelse på artiklens konklusion i relation til, hvordan black boxes kan benyttes som fælles læring i udviklingen af online PBL-praksisser.

Artiklens forfattere har undersøgt fænomenet, ibrugtagning og re-design af online teknologier til undervisning på videregående ud-dannelser, gennem et epistemisk samarbejde. Vi er her blandt andet inspireret af artiklen Bovill, Cook-Sather og Felten (2011), der handler om, hvordan studerende er co-designere af egen uddannelse. I løbet af projektet er det således blevet klart for os, at der gennem den fælles udforskning af casen skabes en meta-forståelse, opmærksomhed og engagement i eget studie ved at åbne de black boxes som undervisning og infrastrukturer for læring er, og samtidig gøres dette til et fælles anliggende mellem studerende og undervisere.

Artiklens datagrundlag er primært et vidensdelingsseminar, der blev afholdt og optaget på Zoom. På seminaret præsenterede kur-susdeltagerne deres forslag til redesign af Moodle samt argumen-tation herfor. Derudover har vi brugt materiale delt på Moodle af grup-perne i processen. Dette materiale omfatter delanalyser og design-forslag. Endeligt har alle fire forfattere deltaget i kurset som henholds-vis studerende og undervisere. Forfatterne har dermed noter, analyser og billeder, som alle er indgået som en del af datagrundlaget.

Casebeskrivelse

Artiklen tager udgangspunkt i et undervisningsforløb på BA-uddannelsen i Informationsvidenskab, et kursus med fokus på IKT, interaktion og organisation; i alt 5 ECTS. Kurset har til formål at gøre de studerende i stand til at: “forstå samspillet mellem IKT, brug og kontekst på såvel organisations- som brugergrænsefladeniveau. Herunder at forstå forandringsprocesser i netværk og organisationer vedrørende ibrugtagning af nye teknologier og dertil knyttede nye kommunikations-, samarbejds- og/eller læringsformer” (Moodle, 2021).

Undervisningsforløbet fandt sted i den anden bølge af Covid-19 i foråret 2021 og under det, vi kan kalde 2. iteration af omstillingen til online læring. Som en fælles case for undervisningsforløbet havde underviserne derfor valgt at tage udgangspunkt i erfaringerne fra 1. iteration. Således var problemstillingen at undersøge:

” ... hvordan man videreudvikler brugen af Moodle som en læringsplatform til støtte for undervisning og læring, især PBL, i lyset af et stigende behov for at kunne gå ‘online’. Dette skal ske i samspil med andre læringsteknologier og platforme, herunder Zoom, Teams, Panopto, Powerpoint, Microsoft OneNote, Google mv. (Ejsing-Duun & Dirckinck-Holmfeld, 2021, s. 2)

Som grundlag for arbejdet i undervisningen har de studerende undersøgt problemstillingen gennem kvalitative interviews, herunder semi-strukturerede online interviews med seks undervisere og studerende, samt to fokusgruppeinterviews med tre studerende per fokusgruppe. Baggrunden for valget af kvalitative interviews bunder i, at de studerende skulle generere en dybere forståelse for undervisernes og andre studerendes oplevelser af undervisningens udfordringer, der opstod som følge af Covid-19. De kvalitative data blev transskriberet og analyseret induktivt i tematiske analyser for at finde sammenhænge i datamaterialet. Denne induktive tilgang gav de studerende førstehåndserfaring med den kvalitative data, hvilket kunne underbygge argumentationen for valg af fokus i forbindelse med videre analyse.

På kurset blev de studerende præsenteret for analytiske perspektiver, som afsæt for argumenter for et re-design. Disse teorier repræsenterer forskellige traditioner og metoder inden for en sociokulturel og socioteknisk forståelse af samspillet mellem IKT, interaktion og organisation: “Science-Technology-Studies” (STS), herunder “aktør-netværksteori” (ANT), “Activity Theory” (AT) og teorien om “praksisfællesskaber” (Communities of Practice, CoP). I STS anlægges et særligt fokus på teknologiers påvirkning af, og relation til, mennesker gennem interaktioner (Bossen & Lauritsen, 2007), herunder

undersøgelse af grænseobjekter, der muliggør et samarbejde inden for de sociale verdener (Star & Griesemer, 1989). Med ANT som afsæt for analyse er der langt større fokus på de emergerende netværk i situationen, som påvirkes af både humane og non-humane aktører, herunder teknologiens påvirkning af situationerne (Latour, 2004; Nesper, 2011). Med afsæt i AT kunne de studerende få indsigt i de spændinger og muligheder, der er indbygget i situationen (Engeström, 2001). Ved inddragelse af en eller flere af de ovenstående analytiske tilgange fik de studerende argumenter for re-design af online didaktik og af de anvendte værktøjer. Slutteligt bidrog Wenger og kollegers arbejde med læring i praksisfællesskaber til overvejelser i forbindelse med organisatoriske forhold med hensyn til ibrugtagning af et re-design (Wenger, 1998; Wenger, White & Smith, 2009).

Undervisningen var struktureret som en iterativ proces, hvor de studerende løbende indsamlede og analyserede data, fremstillede deres forståelse af problemstillingerne samt præsenterede idéer til re-design af AAU-Moodle, der kunne bidrage til at tænke forbedringer af praksisser. En inspirationskilde for at fokusere på design som metode til udforskning er artiklen (Hautopp & Ejsing-Duun, 2020), som handler om, hvordan IT understøtter samarbejde online ved at skabe rum for samskabelse og repræsentation. Forløbet har således været tilrettelagt som et undervisningsforløb og en fælles udforskning af fenomenet gennem feltundersøgelse og prototypedesign.

Undervisningsforløbet baserer sig på en pragmatisk tradition om fælles, epistemisk udforskning gennem design. Designprocesserne var således udtryk for undersøgelser snarere end bud på færdige og målrettede løsningsforslag (Ejsing-Duun & Skovbjerg, 2019). I fællesskab undersøgte kursets studerende de fremtidige potentialer ved brug af AAU-Moodle gennem interviewdata, teorier om IT, interaktion og organisationer samt designprocesser som 'dåseåbner'. Når empiri, teori og designprocesser tilsammen rent metaforisk betegnes som en dåseåbner, dækker det over to elementer: 1) Empiri, teori og designprocesser er med til at åbne for de gensidigt usynlige processer (black boxes), der kører, når en proces er en succes (Latour, 1999), som for eksempel når undervisningen fungerer. 2) Gennem disse sammenstillede perspektiver afgrænses undersøgelsens fokus, idet visse elementer får, og ikke får, opmærksomhed (agential cuts) (Barad, 2007).

Kursets studerende har anvendt en eller flere af teorierne til at analysere empirisk data og som afsæt for design. Det metodisk interessante er, at fokus i analyserne og designet præges af de studerendes interesser, og det bliver således i vid udstrækning de studerendes 'stemmer', som præsenteres. Dertil kommer, at forløbet demonstrerer nogle nedslag i de forskellige rammeværker i forhold til at begrunde analyser og design. Vores interesse for at belyse de udtalte studie-

og undervisningspraksisser er således opstået undervejs i forløbet – godt hjulpet på vej af Latour og kollegers arbejde med teknologi- og netværksforståelse samt Engeström og kollegers arbejde med spændinger og ekspanderende læreprocesser.

Præsentation af studerendes designforslag og potentialer

Kursets studerende arbejdede i fem grupper og endte med hver deres designforslag. I kontekst af, at de skulle foreslå et design, vil de studerendes analyser have et intentionelt præg (Nelson & Stolterman, 2014), idet de har valgt at fokusere på elementer, de fandt særligt interessante, vigtige og/eller mulige at håndtere. Dette er særligt interessant, fordi det således primært bliver et studenterperspektiv, som gives ‘stemme’, idet studerende ikke blot medvirker som informanter, men også som designere, der kommer med bud på udvikling af teknologien og dens ibrugtagning. Vi præsenterer de fem designforslag her fordelt over tre designtemaer. Hvert design udtrykker en fremanalyseret forståelse, en mulig forandring og tilsvarende formål og et ønske om forandring. Designforslagene præsenteres ved at gengive argumenterne for disse forslag. Formålet er dermed ikke at vurdere forslagene, men at blotlægge dels argumentationerne og dels at belyse potentialerne for bedre integration af teknologi i undervisningen. Der er tale om midlertidige forslag præsenteret på kursets vidensdelingsseminar.

Designtema 1: Standardisering af en stringent kursusstruktur

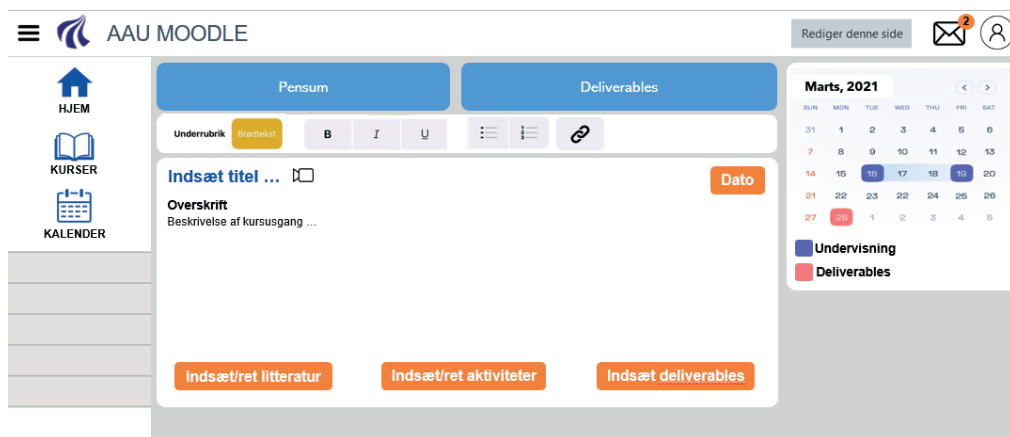
To grupper udvikler et design (på baggrund af hver sit datasæt), der har til formål at skabe et bedre overblik på AAU-Moodles kursusside og derigennem en bedre forberedelse for både underviser og studerende. Designudfordringen perspektiveres af, at både studerende og undervisere deltager i mange forskellige AAU-Moodle- rum. Gruppernes perspektiv bliver rammesat af interviews, hvori både undervisere og studerende omtaler kursusstruktur som en væsentlig præmis i forberedelsessituationen. Den ene gruppe foretager en AT-analyse (Engeström, 2001), der identificerer en spænding, da den studerendes ønskede objekt om at kunne forberede sig ikke kan imødekommes fyldestgørende, da et manglende overblik over, hvad der skal læses til hvilken kursusgang, skaber forvirring. Inspireret af CoP-begrebet *feature* (Wenger, White & Smith, 2009), præsenterer gruppen derfor en ‘udvid-funktion’. Ved åbning af kursussiden ses kun kursustitlerne, indtil brugeren aktivt trykker udvid. Dette, vurderer

gruppen, vil styrke den studerendes forberedelse, da der hurtigere opnås overblik over alle kursusgangene og den næste kursusgang hurtigere kan identificeres.

Den anden gruppe præsenterer ligeledes en løsning, der optimerer forberedelsen til kurser. De interviewer en underviser, der også er studiekordinator, samt en gruppe studerende. Gennem en tematisk analyse udleder gruppen, at AAU-Moodles mange funktioner samt 'krav' om langvarig 'scrolling' er upraktisk for både underviser og studerende. Gruppen foretager ligeledes en netværksanalyse (Alexander & Silvis, 2014), hvori aktørerne italesætter, at de er afhængige af AAU-Moodle i deres forberedelse. Derfor finder gruppen det relevant at optimere AAU-Moodles upraktiske interface, da gruppens empiriske interviewdata viser, at de mange funktioner besværliggør både underviseren og de studerendes forberedelse. Designidéen består af et standardiseret redigeringsvindue for underviseren (Figur 1), da gruppen vurderer, dette vil støtte underviserne i at skabe en mere stringent kursusstruktur for de studerende. I redigeringsvinduet er kun de mest nødvendige funktioner for undervisningen bevaret, hvilket skaber en kursusside med mindre tekst og nemmere tilgang til filer og litteratur.

Figur 1.

Designforslag af en stringent kursusstruktur med et standardiseret redigeringsfelt til underviserne.



På denne måde ønsker gruppen at støtte de studerendes ansvar for egen læring (i relation til PBL), da overblikket under forberedelsen til kurser på denne måde er forbedret.

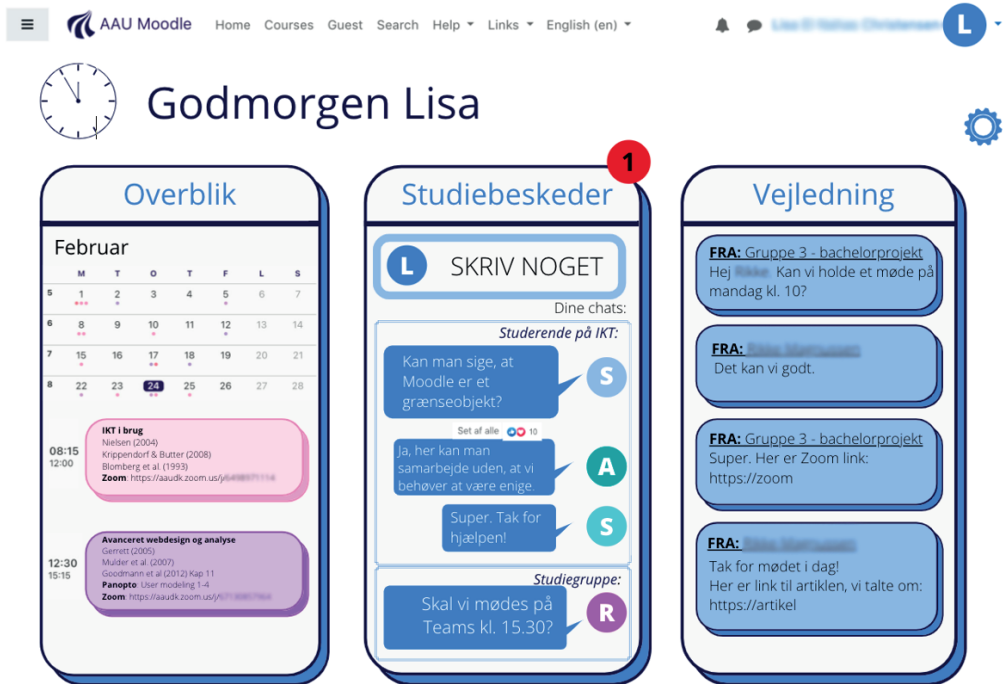
Designtema 2: Moodle Dashboard – et dynamisk overblik og rum for udveksling

To grupper arbejder med, hvordan AAU-Moodle kan anvendes som samlingssted for studerende og undervisere, der derigennem kan interagere på tværs af tid og rum. En sådan brug af AAU-Moodle kan fremme en kultur for vidensdeling. En gruppe har udarbejdet et re-design af AAU-Moodle, hvor AAU-Moodle beriges med et 'dashboard', der giver et umiddelbart overblik over den studerendes aktiviteter, og som kan fremme hurtige interaktioner. Designets empiriske afsæt er interviews med en anden bachelorstuderende og en underviser. I gruppens analyse af interviewet finder de frem til, at den studerende oplever en mangel på overblik, hvilket gør det svært at forberede sig. Hvor den studerende er optaget af at kunne forberede sig 'effektivt' til undervisningen, så er underviseren optaget af at 'engagere' sine studerende. Underviseren savner tovejskommunikation, især gennem AAU-Moodle, og oplever samtidigt, at den nuværende brug af AAU-Moodle, hvor informationer primært går fra underviser til studerende, gør det sværere at engagere de studerende. Gruppen foretager en ANT-analyse (Alexander & Silvis, 2014), hvor de viser, at der er en asynkron magtfordeling, idet underviseren er vært for og giver af størstedelen af den information, der formidles gennem rummet. Samtidigt argumenterer de gennem begrebet *grænseobjekt* for, at AAU-Moodle kan fungere som et samlingssted for de forskellige sociale verdener, idet det tillader samarbejde mellem studerende og undervisere.

Gruppen finder en designmulighed i deres to interviews, idet begge interviewpersoner har gode erfaringer med et andet LMS (Canvas). Gruppens re-design af AAU-Moodle bliver dermed inspireret af Canvas Dashboard, som er den side, studerende ser, når de logger på systemet. Canvas Dashboard giver således et overblik over den pågældende studerendes kurser på tværs af et semester. Men gruppen videre-udvikler på indholdet (se illustration i Figur 2), der omfatter et overblik over aktiviteter (kalender), studiebeskeder (to-vejs-kommunikation) og nyheder (push-beskeder). Igennem dette re-design positionerer gruppen AAU-Moodle som et grænseobjekt i STS-forstand, idet AAU-Moodle skal give aktører fra forskellige sociale verdener mulighed for at finde og dele viden. Det er en udvikling for gruppen, der i begyndelsen ser undervisere og studerende som adskilte systemer – begge med Moodle som central entitet.

Figur 2.

De studerendes dashboard med overblik og chat-funktion.



En anden gruppe bidrager ligeledes med fokus på at ibrugtage et mere symmetrisk og synkront kommunikationsrum, idet de foreslår en bedre brug af AAU-Moodles chatfunktion. Dette forslag er baseret på analyse af interviews med en underviser og en studerende, der viser en utilfredshed med brugen af AAU-Moodle, der primært er orienteret mod envejs-kommunikation – fra underviser til studerende. Derudover beskriver underviseren AAU-Moodle som et 'lager' af information og dokumenter, der muliggør undervisningssituationen. Dermed er AAU-Moodle informationstung, men fremmer ikke kommunikation. Gruppen er dermed interesserede i, hvordan AAU-Moodle kan give studerende og undervisere mulighed for bedre indbyrdes interaktion og kommunikation. Deres bud er at integrere en chatfunktion i AAU-Moodle, der kan skabe en mere synkron kommunikation, som kan fremme artikulationsprocesser mellem studerende og underviserne. Gruppen begrundet integrationen i teorien om praksisfællesskaber, idet deres design hviler på en antagelse om, at praksisfællesskabet styrkes. De peger på, at de studerende bruger

Facebook som redskab i deres kommunikation om skemaændringer, problemer med tekster eller forhandling af andre undervisningsrelaterede temaer. Her er underviserne ikke deltagende. Gruppen argumenterer for, at AAU-Moodle i stedet for kunne bruges til at fremme praksisfællesskabet.

Designtema 3: Personlig læringsportefølje på tværs af uddannelsens dele

Den sidste gruppe tager udgangspunkt i, hvordan AAU-Moodle kan understøtte PBL, og mere specifikt ansvar for egen læring, i en online kontekst. Som udgangspunkt for analysen og re-designet har de interviewet en erfaren underviser, som også forsker i brugen af AAU-Moodle, samt en gruppe studerende på faget. Gruppen benytter ANT (Alexander & Silvis, 2014) til at kortlægge netværket omkring undervisere og studerende og når frem til, at de forskellige teknologier – her specielt AAU-Moodle – spiller en helt central rolle i forbindelse med de mange forskellige studieaktiviteter, som studerende og underviserne foretager i forbindelse med undervisningen, for eksempel forhandling om planlægning mellem undervisere. Samtidigt med afsæt i aktivitets-teori (Engeström, 2001) identificerer de spændinger mellem undervisningens formål (PBL), læringsudbytte og værktøj (AAU-Moodle). Gruppen argumenterer for, at AAU-Moodle ikke fungerer særlig godt som et forhandlingsrum mellem undervisere og studerende, fordi Moodle i høj grad er afsender af information til de studerende. AAU-Moodle medierer i denne sammenhæng en afsender/modtager-interaktion mellem underviserne og de studerende, snarere end en dynamisk interaktion, hvor studerende også kan dele indhold og deres viden med underviserne (og med hinanden). Underviseren bliver således den overordnede afsender i interaktionen. Med udgangspunkt i teorien om praksisfællesskaber (Wenger, 1998) argumenterer gruppen for, at denne indbyggede struktur i forhold til rollefordeling modarbejder PBL's værdier.

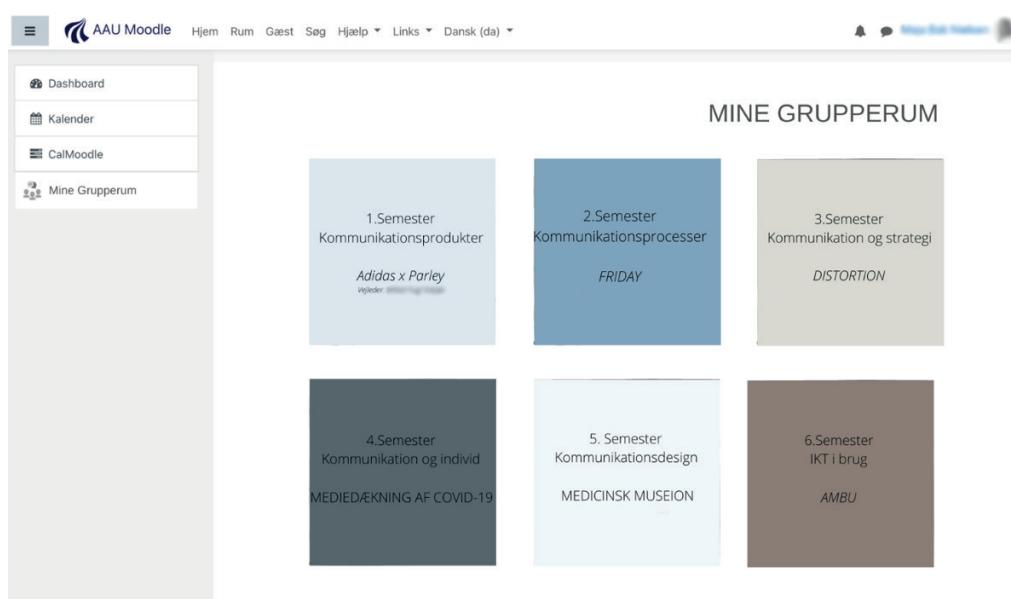
Efter således at have identificeret nogle spændinger i forhold til brugen af AAU-Moodle, præsenterer gruppen et re-design, hvor de studerende i højere grad kan tage ansvar for egen læring (PBL). De gør dermed op med, at AAU-Moodle udelukkende skal mediere en afsender/modtager-interaktion, men at AAU-Moodle kan blive et rum, hvor de studerende kan organisere sine egne ting og dele deres viden med andre undervisere.

Gruppen laver derfor et designforslag med grupperum organiseret semestervis, således at man kan få et overblik over de projekter, man har deltaget i (Figur 3) – som et fælles samlingspunkt på tværs af semestre. Her uploader den enkelte studerende de ting fra semestret, som er vigtige at huske i fremtiden, og som man også kan gå tilbage

til. Det fungerer således som en slags portefølje eller som en af de studerende formulerer det til vidensdelingsseminaret; som et mini-LinkedIn, der kan publiceres således at folk udefra, undervisere og andre studerende på tværs af semestre kan se, hvad der bliver arbejdet med.

Figur 3.

Designforslag 'Mine grupperum', der viser seks forskellige semestre med tilhørende projekttitler.



I forhold til gruppens problematik med afsender/modtager-interaktionen indrettes grupperummene, så de studerende selv styrer, hvad der kommer derind og dermed får mulighed for at 'kuratere' deres egen læreproces og dermed er ansvarlig for egen læring (PBL).

Analyse: Læringsplatformens potentielle orienteringer

I det følgende analyserer vi nogle af de forhold, som går på tværs i de studerendes arbejde med AAU-Moodle, herunder AAU-Moodle som samlingssted, som understøtter af praksisfællesskaber og som grænseobjekt og infrastruktur. Vi analyserer dermed designforslagene ved at positionere dem i forhold til hinanden og efterfølgende deres orienteringer. Herved ønsker vi at undersøge, hvordan de studerendes design, der bygger på en øget forståelse af studie- og undervisningspraksisser, kan underbygge en øget forståelse af ibrugtagningen af Moodle.

AAU-Moodle som samlingssted

I præsentationen af de studerendes re-design under vidensdelingsseminaret opstår en diskussion af begrebet 'samlingssted', da designet af et Moodle Dashboard bliver præsenteret under titlen "Moodle som samlingssted". Dette medfører en diskussion af begrebet 'samlingssted'. I samspil tales et samlingssted frem som dels a) et sted hvor ting samles (et arkiv), dels b) et sted der fungerer som et fælles startpunkt for kurset, og dels c) et sted til udveksling af holdninger, idéer, spørgsmål med videre. Den fælles forståelse bliver den udvidede forståelse, at AAU-Moodle kan bruges som arkiv, som fælles startpunkt samt både til udveksling og udvikling af forståelser, idéer, spørgsmål med videre. Hvordan samlingsstedet aktualiseres, afhænger af designet på brugergrænsefladeniveau, samt om udviklingen af praksis understøtter forståelsen af Moodle som et samlingssted i den udvidede betydning og de partielle tilkoblinger, som deltagerne gør brug af.

AAU-Moodle som understøtter af praksisfællesskaber

Alle fem grupper ønsker dermed med deres designforslag at udvikle AAU-Moodle som et samlingssted, der understøtter udviklingen af praksisfællesskaber som grundlæggende principper for studiemiljøet. De studerendes design skubber således på vores forestillinger om fremtiden. Hvordan kan de studerendes bud skabe nye forestillinger om relationer og forandring? Hvordan har rammen fungeret i forhold til at stimulere idéer, der bryder med 'as is'? De studerendes designforslag orienterer sig mod forskellige interaktionskontekster, der forbinder de deltagende aktører i samarbejder:

- Lokalt: samarbejde om kursussiden
- Globalt: samarbejde på semesterniveau (studieaktiviteter her og nu)
- Hyperglobalt: samarbejde på tværs af hele studiet

Forslagene kan samtidig ses som et spejl på etablerede kulturer, der på

nogle punkter også holder udviklingen tilbage, herunder fordeling af ansvar mellem undervisere og studerende, usynligt arbejde på begge sider og forskellige forståelser af for eksempel ansvar for egen læring i forhold til PBL.

De fleste af grupperne viser gennem deres analyser, at interaktionen i AAU-Moodle bærer præg af, at underviserne er afsendere af information og studerende er modtagere. Nogle grupper accepterer denne orientering i deltagelse på kursussiden. Dette bygger på en forestillet fælles overenskomst om, at underviserne designer kurset, og at underviserne tilrettelægger, at de studerende nemt og effektivt kan danne sig et overblik over kurset, og de tekster, som forudsættes læst. Overenskomsten består så i, at de studerende faktisk læser teksterne. Moodle som samlingssted i perspektiv 1 præsenteres af flere grupper med fokus på at få etableret et fælles startpunkt for kurset, og en tavs tilslutning til den magtfordeling, som AAU-Moodle umiddelbart lægger op til.

De studerendes designforslag har således været med til at åbne den black box, som hedder ”et fælles startpunkt for kurset”, idet den viser, hvilke forståelser af praksis, de studerende bygger på, herunder særligt de studerendes anerkendelse af magtforholdet i interaktionen. Designforslagene peger på nogle perspektiver, der kan tages med i et videre arbejde for at lave en ’standard’, som understøtter det fælles startpunkt. Flere grupper påpeger samtidig, at positioneringen af undervisere som afsendere og studerende som modtagere kan modarbejde en deltagelsesform, som beror på fælles vidensudveksling og -udvikling mellem undervisere og studerende og mellem studerende. Denne orientering mod samskabelse og delt ansvar ses som grundlæggende værdier i PBL. Skal samskabelsen understøttes, er et re-design af AAU-Moodle og justering af undervisnings- og læringskulturen nødvendig. Designtema 3, der foreslår, at Moodle understøtter et personligt læringsportefølje er netop et bud på sådan en ændring, hvor projektarbejdet gøres til basisenheden, og hvor de studerende i tilrettelæggelsen af disse informations- og kommunikationsrum tildeles samme rettigheder og pligter, som typisk følger med en underviser. Designtema 2 forsøger at omgå den ubalancerede rollefordeling i interaktionen ved at genindføre chat og studiebeskeder, så aktører fra forskellige sociale verdener får nemmere adgang til at finde og dele viden – en udvikling, der i begyndelsen vil se undervisere og studerende som adskilte systemer, men hvor Moodle kan bygge bro.

AAU-Moodle som grænseobjekt og læringsinfrastruktur

Gruppernes analyser peger på, at AAU-Moodle er det centrale grænseobjekt, hvorigennem praksis på studiet forhandles. Designforslagene giver nogle fingerpeg i retningen af, hvordan AAU-Moodle kan re-

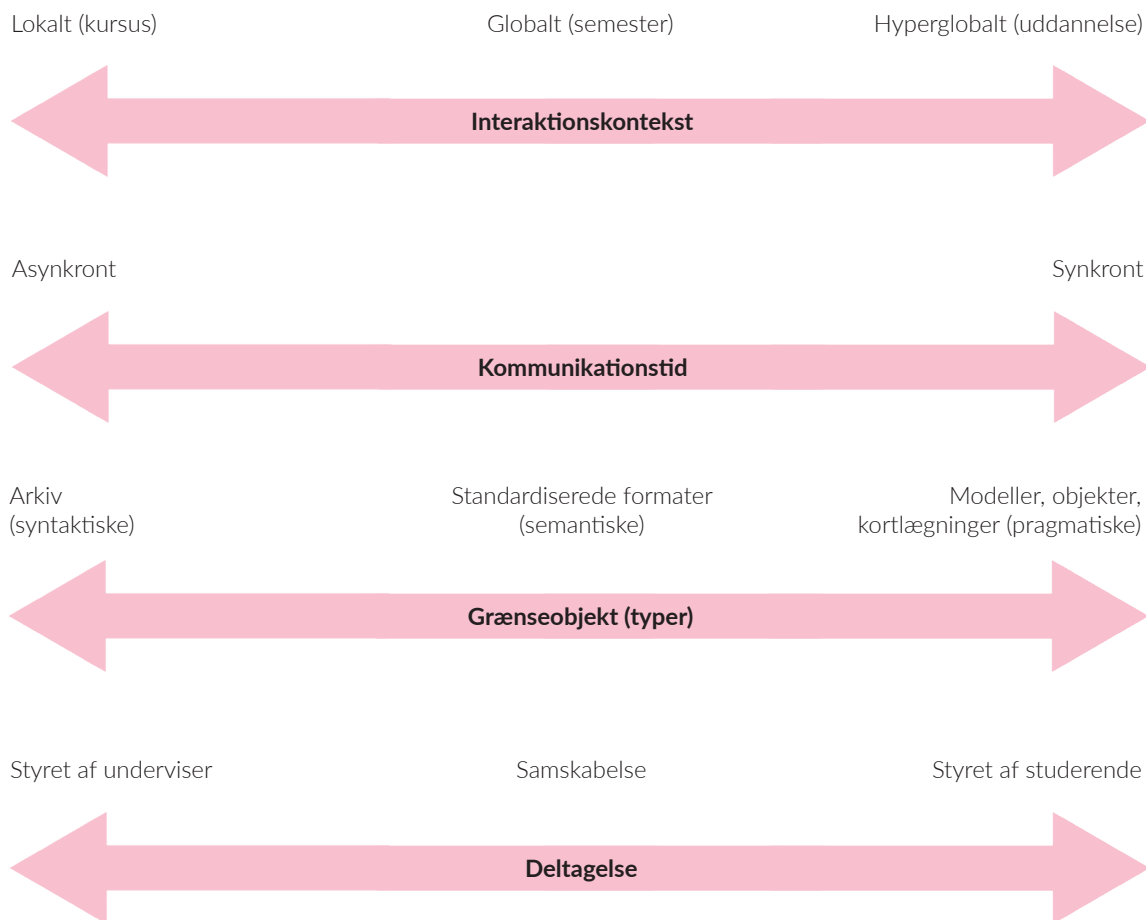
designes, således at AAU-Moodle i højere grad effektivt understøtter og udvikler det enkelte kursus som et arkiv, hvor både studerende og undervisere kan genfinde materialer (for eksempel kursustekster eller Powerpoints). Samtidigt foreslår grupperne, at AAU-Moodle kommer til at fungere mere som en standardiseret pakke, som fremmer forståelse af forventninger på tværs af aktørerne (Design tema 1). Endeligt foreslår en gruppe (Design tema 3), at AAU-Moodle kan bruges som en slags kortlægning (portefølje) af de studerendes uddannelsesvej, som kan bruges individuelt til at understøtte læring og refleksion, men også som udgangspunkt for læring og refleksion med undervisere og medstuderende.

I tråd med værdierne i PBL peger de studerendes skitser på, at et grundlæggende design må tage udgangspunkt i projekterne og den enkeltes udviklingsbane. Skabeloner (standarder) for aktiviteter, for eksempel kurser, skal være fleksible, men samtidig tilstrækkelig robuste i forhold til at skabe et fælles startpunkt for kurset – mellem de studerende og mellem de studerende og underviserne. Dette aspekt forsøger designforslagene fra design tema 1 således at imødekomme gennem en standardisering af kursusstruktur.

Det ovenstående leder frem til, at undervisningens fysiske rum og hvordan vi skal deltage som studerende er to black boxes, som vi har taget for givet, og som vi ikke har lagt ekstra vægt på før Covid-19. Når digitale værktøjer, såsom AAU-Moodle, pludselig bliver den centrale og eneste læringsinfrastruktur, forklarer det ønskerne og nødvendigheden af at udvikle AAU-Moodle ud fra idéen om grænseobjekter, så Moodle kan støtte udviklingen og vedligeholdelsen af sammenhængskraft i praksisfællesskaber og gennem PBL – på tværs af de interagerende sociale verdener. Her ikke kun som nogle abstrakte designprincipper, men som konkrete designforslag, der kan tilgodese lokale behov på en uddannelse, et semester eller et kursus.

Vi har i Figur 4 illustreret fire parametre, som er kommet til syne gennem analysen af designforslagene, der omfatter følgende orienteringer: 1) Interaktionskontekst: Lokalt-Globalt-Hyperglobalt; 2) Kommunikationstid: Asynkront-Synkront; 3) Typer af grænseobjekter: Arkiv, Standardiserede formater, Modeller/Objekter/Kortlægninger; 4) Deltagelse: Styret af underviser, Samskabelse, Styret af studerende. I analysen af designforslagene viste vi, at der er forskellige grader af deltagelse; dette sidste parameter er derfor et kontinu.

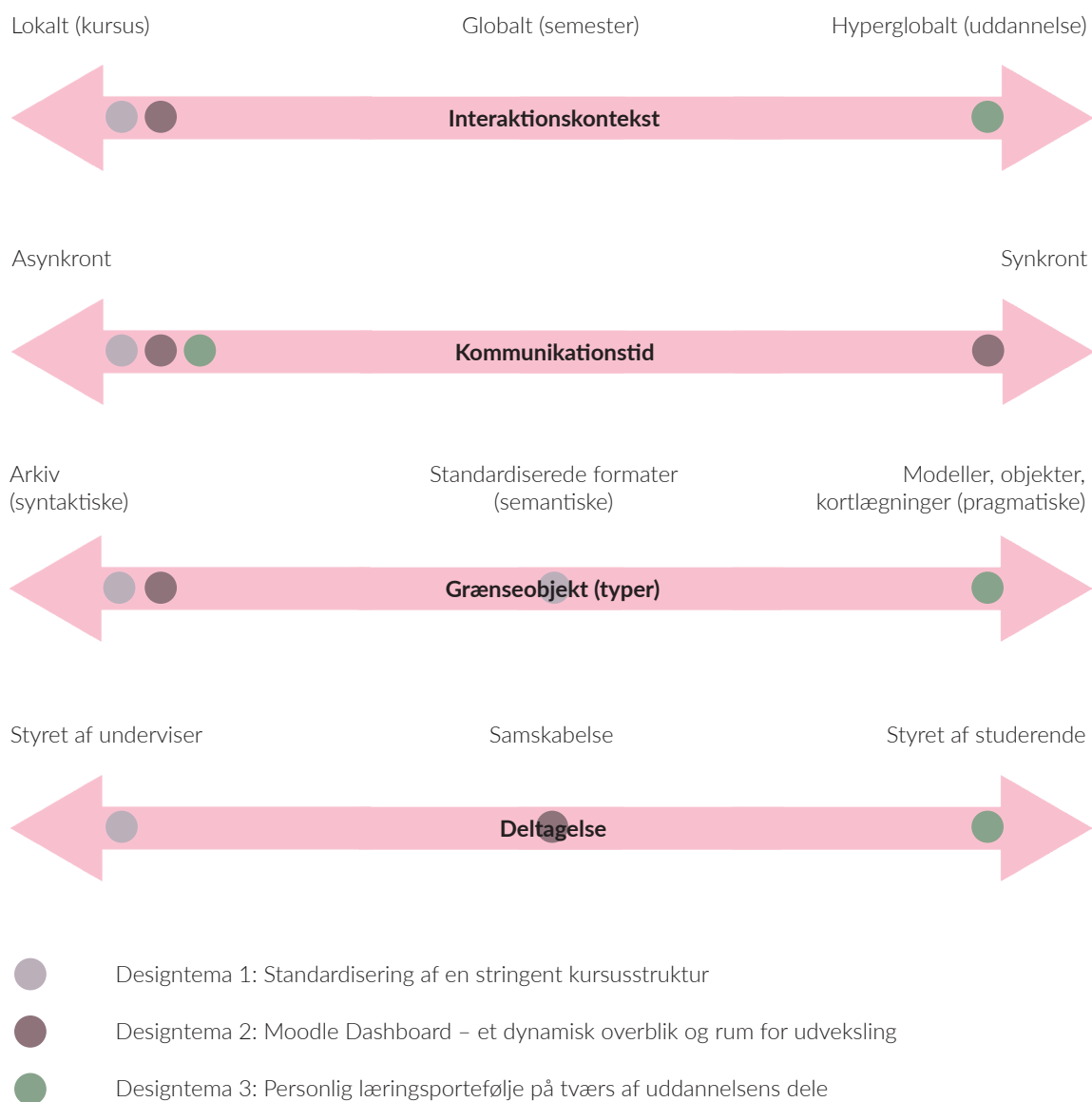
Figur 4.
'Læringsplatformers fire orienteringer'
vises i denne model.



Når vi i Figur 5 tilføjer orienteringerne i kursusdeltagernes designforslag, bliver det tydeligt, at der for nogle er mest fokus på venstresiden med en fastholdelse af den asynkrone rollefordeling, sådan som de studerende fremanalyserer den (se præsentation af designforslag). Dette understøttes gennem designtema 1 og 2, som primært orienterer sig mod at optimere brugen af AAU-Moodle med fokus på kursussiderne som interaktionskontekst og med forbedringer på syntaks og det semantiske niveau. Designtema 2 søger at ændre på deltagelse og kommunikationstiden ved at introducere brugen af chat og beskeder mellem undervisere og studerende. Designtema 3 placerer sig mere i højresiden af figuren, som peger i retningen af nogle mere radikale forandringer – både i kulturen og i designet af AAU-Moodle som et græn-

seobjekt – og en læringsinfrastruktur med henblik på, at AAU-Moodle understøtter PBL og vedligeholdelsen af sammenhængskraften i praksisfællesskabet. Figuren illustrerer således, at vi kan tale om designforslagene som forskellige “læringsplatformationer”.

Figur 5.
 'Læringsplatformationens fire orienteringer'
 set i de tre designtemaer.



Diskussion

Denne artikel bygger på samarbejde mellem studerende og forskere om at udforske omstillingen til udelukkende online undervisning under anden bølge af Covid-19 i foråret 2021. Netop samarbejdet med de studerende bringer et nyt forskningsperspektiv i fokus; de studerendes. Som Nelson & Stolterman (2014) argumenterer, så vil de studerendes analyser have et intentionelt præg, idet de igennem analyserne søger at underbygge designbeslutninger. Hermed ikke være sagt, at de studerende ikke overholdt reglerne for god forskningsskik i deres analyser, men metoden gav mulighed for at fokusere på elementer, som de studerende fandt specielt interessante, vigtige, mulige at håndtere og lignende. Traditionelt gælder, at selv om et forskningsprojekt har fokus på de studerendes perspektiv, så er forsker-subjektet netop forsker og ikke studerende. I denne undersøgelse har de studerende fungeret som medforskere i en undervisningssituation og bidraget til at fremanalysere forhold, som tidligere var black box. Samtidig giver det os som forskere en førstehåndsoplevelse af samt analytisk indsigt i, hvordan de studerende erfarer den ekstreme case. At bede de studerende om at lave designskitser er en tilgang til læreprocesser, som støtter de studerendes eksternalisering af problemstillingen. Samtidig bidrager designforslagene til et samskabende arbejde – ikke kun i kurset, men i AAU som organisation med henblik på at optimere brugen af AAU-Moodle og andre digitale værktøjer.

De studerendes projekter har skabt indsigt i nogle forhold, som ikke er ekspliciteret i organisationen, og som udtrykkes i Figur 4. Ved at bidrage med en opmærksomhed på disse orienteringer, ønsker vi at give et sprog for, hvordan ibrugtagning af samme system (her Moodle) kan påvirke roller, læringsformer, -deltagelse og forventninger mellem undervisere og studerende. De studerendes undersøgelser og designs har bidraget til at åbne de black boxes, som vedrører *et fælles startpunkt for kurset* (designtema 1) eller ønsket om *mere dynamisk interaktion* (designtema 2) og ikke mindst, hvordan AAU-Moodle kan *tilrettelægges for at støtte de studerendes eget ansvar for læring (PBL)* (designtema 3).

På et strukturelt niveau har projekterne afsløret en tenderende interaktionsform med underviserne som afsender og de studerende som modtager, som er indlejret i AAU-Moodles basisdesign, hvilket strider mod PBL-tankegangen. Samtidig udnyttes Moodle ikke tilstrækkeligt til støtte for den enkelte studerendes læreproces og professionelle udvikling. De studerende præsenterer således ansatser til et grundlæggende re-design, som blandt andet tager udgangspunkt i en portefølje-tankegang som basisstruktur for indretningen af AAU-Moodle, med udgangspunkt i de studerendes projekter og lærings-

aktiviteter. De studerende fremanalyserer, at AAU-Moodle bliver den centrale læringsinfrastruktur i perioden af udelukkende online læring, og at det giver en meget anderledes situation for de studerende og underviserne. Det kan diskuteres, om Moodle bliver en infrastruktur i den radikale betydning af at være transparent og indarbejdet i vores kropslige rutiner. Tværtimod så viser projekterne, at der er usikkerhed i forhold til både en effektiv brug og forskellige forventninger og praksisser i og på tværs af undervisere og studerende.

Grupperne foreslår, at vi skal se AAU-Moodle som et fælles grænseobjekt. Det vil sige, at AAU-Moodle skal videreudvikles og redesignes således, at det er fleksibelt nok til at fungere som læringsinfrastruktur for alle studier på AAU og ud-af-huset, og samtidig robust nok i forhold til at give mening for alle brugerne af AAU-Moodle. Det er i forlængelse heraf, at grupperne peger på et fælles arbejde med at udvikle fælles standarder, for eksempel for brug af kursussiden på AAU-Moodle.

Grupperne har gennem designforslagene påpeget flere black boxes i forhold til brugen af AAU-Moodle. Næste skridt for en mere intuitiv og rutinepræget brug kunne derfor være at igangsætte udviklingsarbejde med henblik på at få udviklet 'standarder' i forhold til disse funktioner. I dette arbejde er der mindst to læringspunkter fra Star & Griesemer (1989). Den første er, at en kursusside skal være fleksibel nok, så den kan bruges globalt på Aalborg Universitet og hyberglobalt, og så alligevel 'stærkt struktureret' på den enkelte kursusside. Den anden er, at udviklingen og organiseringen af 'grænseobjekter' er nøglen til at skabe og vedligeholde sammenhæng og tilslutning på tværs i organisationen og på tværs af sociale verdener.

Hvis vi vender tilbage til diskussionen af læringsplatforme og AAU-Moodle som læringsinfrastruktur, betyder det, at i stedet for at drøfte en læringsplatform i absolutter (om den kan støtte/ikke støtte bestemte pædagogiske metoder for eksempel PBL), så understøtter principperne om grænseobjekter, at det ikke blot er tilstrækkeligt at implementere en læringsplatform, men at denne løbende må tilpasses og skræddersyes til de sociale fællesskaber, som den skal understøtte. Da de sociale fællesskaber er dynamiske, skal udviklingen og udviklingsmetoderne kunne tage højde for dette. Når vi taler om vigtigheden af at udvikle 'standarder', er det ikke en argumentation for standarder, som udvikles 'ved skrivebordet' og 'top-down', men netop standarder som kan understøtte det levede liv i organisationen og er tæt integreret med dennes praksis. Omsat til denne case betyder det, at undervisere og studerende ved Informationsvidenskab skal kunne tilslutte sig disse standarder og internalisere dem kropsligt som en del af deres hverdagspraktiske rutiner og operationer som en 'lært praksis'. Med den sidste tilføjelse om 'lært praksis' knytter vi an til

oplæringsaspektet i forhold til ibrugtagning af infrastrukturer. Under anden bølge af Covid-19 blev både studerende og undervisere 'tvunget' ud i online learning som 'trial and error'. Set fra et organisatorisk læringssynspunkt var det et unikt samfundsmæssigt eksperiment, som producerede en masse kollektiv erfaring om, hvad der faktisk er muligt at håndtere online. Men som en mere bæredygtig strategi må 'omlægningen til udelukkende online undervisning' også ses som en læringsstrategi, hvor vi må interessere os for, hvordan vi – i dette tilfælde AAU som organisation – kan understøtte omlægningen som en 'lært praksis'.

Konklusion

Vi har igennem artiklen undersøgt, hvordan udtalte studie- og undervisningspraksisser (black boxes) kan ekspliciteres og benyttes som afsæt for udvikling af designforslag, der åbner for en ny forståelse af online medierede PBL-praksisser på AAU. I vores analyse af designforslagene så vi, hvordan studerende søger at forbedre denne praksis, der med udgangspunkt i forståelse af nuværende praksis foreslår redesign og ændring af brugen af AAU-Moodle. Forslagene er orienterede mod en syntaktisk og semantisk understøttelse af samspillet mellem undervisere og studerende, således at de studerende ud fra kursets struktur effektivt kan finde de rigtige tekster og aflæse, hvad der forventes af dem.

Vi har i projektet udviklet modellen 'Læringsplatformens fire orienteringer', som kan hjælpe undervisere og studerende til at overveje teknologiens rolle i den måde, den udfoldes på i deres praksis. Modellen kan også være udgangspunkt for pædagogiske beslutninger om ibrugtagning af læringsplatformer på universiteter og i særdeleshed i kontekst af PBL.

De tre designtemaer søger også at transformere praksis på forskellig vis: En vision er at skabe en mere synkron og uformel kommunikation mellem undervisere og studerende. En anden vision er at understøtte de studerendes longitudinale uddannelsesudvikling gennem en organisering af kurseret indhold på tværs af semestre. I begge visioner er de studerende mere styrende i deres brug af AAU-Moodle.

Tak

Vi vil gerne benytte lejligheden til at takke Informationsvidenskab, BA 6. semester (forår 2021) på Aalborg Universitet, København, for spændende samarbejde og bidrag til at udvikle forståelser for kompleksiteten

i omstillingen til online undervisning i forbindelse med Covid-19, herunder skitseforslag til at re-designe AAU-Moodle til støtte for problem- og projektbaserede læreprocesser. Endvidere stor tak til medstuderende, undervisere og ledere tilknyttet Kommunikation og Digitale Medier for jeres tid og erfaring om online undervisning, som I har delt med de studerende.

Referencer

- Alexander**, P. M. & Silvis, E. (2014). Towards extending actor-network theory with a graphical syntax for information systems research. *Information Research*, 19(2). Tilgængelig på <http://InformationR.net/ir/19-2/paper617.html>
- Barad**, K. (2007). *Meeting the universe halfway*. Duke University Press. DOI: 10.2307/j.ctv12101zq
- Bossen**, P. & Lauritsen, P. (2007) Symbolsk interaktionisme og STS. I: C. B. Jensen, P. Lauritsen & F. Olesen (2007). *Introduktion til STS*. Hans Reitzels Forlag.
- Bovill**, C., Cook-Sather, A. & Felten, P. (2011). Students as co-creators of teaching approaches, course design, and curricula: Implications for academic developers. *International Journal for Academic Development*, 16(2), 133-45.
- Bygholm**, A. & Nyvang, T. (2009). An Infrastructural Perspective on Implementing new Educational Technology: The Case of Human Centered Informatics. I: L. Dirckinck-Holmfeld, C. Jones & B. Lindström, *Analysing Networked Learning Practices in Higher Education and Continuing Professional Development*. Sense Publishers.
- Carlile**, P. R. (2002). A pragmatic view of knowledge and boundaries: Boundary objects in new product development. *Organization science*, 13(4), 442-455. DOI:10.1287/orsc.13.4.442.2953
- Center** for Digitalt Støttet Læring. (u.å.). *Årsberetning 2020-2021*. Aalborg Universitet. Lokaliseret på https://www.cdul.aau.dk/digitalAssets/1034/1034010_cduls-aarsberetning.pdf
- Dirckinck-Holmfeld**, L. (2002). Designing virtual learning environments based on problem oriented project pedagogy. I: L. Dirckinck-Holmfeld & B. Fibiger (Red.), *Learning in Virtual Environments*. Samfundslitteratur.
- Ejsing-Duun**, S. & Dirckinck-Holmfeld, L. (2021). *Casebeskrivelsen: IKT, interaktion og organisation*. Aalborg Universitet.
- Ejsing-Duun**, S. & Skovbjerg, H. M. (2019). Design as a Mode of Inquiry in Design Pedagogy and Design Thinking. *International Journal of Art & Design Education*, 38(2), 445-460. DOI:10.1111/jade.12214
- Engeström**, Y. (2001). Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156. DOI:10.1080/13639080020028747

- Flyvbjerg, B.** (2011). *Making social science matter: Why social inquiry fails and how it can succeed again* (S. Sampson, oversættelse; 13. oplag). Cambridge University Press.
- Georgsen, M. & Qvortrup, A.** (2021). *Erfaringer og oplevelser med online undervisning på 9 videregående uddannelsesinstitutioner i foråret 2020*. Uddannelses- og Forskningsministeriet. Lokaliseret på <https://www.ucn.dk/Files/Billeder/ucn/Forskning/COVID%2019%20undervisning%20samlet%20rapport.pdf>
- Hansbøl, M.** (2009). *Researching relationships between ICTs and education: Suggestions for a science of movements*. [PhD dissertation. Danish School of Education, Aarhus University].
- Hansen, J.J., Qvortrup, A., Kølsten, C. & Gynther, K.** (2017). *Delrapport 4: Læringsplatformene i pædagogisk og didaktisk praksis: Potentialer og barrierer* (Delrapport 4; s. 1-20). Undervisningsministeriet/Styrelsen for It og Læring. Lokaliseret på <https://emu.dk/sites/default/files/2019-06/GSK%20-%20it%20og%20teknologi%20-%201%C3%A6ringsplatforme%20-%20Delrapport%204.pdf>
- Hautopp, H. & Ejsing-Duun, S.** (2020). Spaces of Joint Inquiry Through Visual Facilitation and Representations in Higher Education: An Exploratory case study. *Electronic Journal of E-Learning*, 18(5). DOI:10.34190/JEL.18.5.001
- Jones, C. & Dirckinck-Holmfeld, L.** (2009). Analysing Networked Learning Practices. I: L. Dirckinck-Holmfeld, C. Jones & B. Lindström, *Analysing Networked Learning Practices in Higher Education and Continuing Professional Development*. Sense Publishers.
- Latour, B.** (1999). *Pandora's hope: essays on the reality of science studies*. Harvard University Press.
- Latour, B.** (2004). On using ANT for studying information systems: a (somewhat) Socratic dialogue. C. Avgerou, C. Ciborra and F. Land, (Red.), *The Social Study of Information and Communication Technology*, s. 62-76. Oxford University Press
- Løkkegaard, E. B. & Misfeldt, M.** (2022). *Omlagt undervisning under corona-nedlukningen 2020. Erfaringer fra Københavns Universitet*. No. 59, IND's Skriftserie. Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet. Lokaliseret på https://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/nr.-592022-omlagt-undervisning-under-corona-nedlukningen-2020/Skriftserie_nr_59.pdf
- Moodle** (u.å.a). *Our Mission*. Lokaliseret 1. maj 2022 på <https://moodle.com/about/>
- Moodle** (u.å.b). *Forside*. Lokaliseret 1. maj 2022 på <https://moodle.com/>
- Moodle** (2021). IKT, interaktion og organisation. Lokaliseret 1. marts 2022 på <https://moduler.aau.dk/course/2020-2021/BAKDM201823?lang=da-DK>
- Nelson, H. G. & Stolterman, E.** (2014). *The design way: Intentional change in an unpredictable world*. MIT Press.
- Nespor, J.** (2011). Devices and educational change. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 15-37. DOI:10.1111/j.1469-5812.2009.00611.x
- Rambøll.** (2020). *Undersøgelse af online undervisning og eksamen forår*. Lokaliseret på https://newsroom.au.dk/fileadmin/Artikler/AU_Kommunikation-Medier/Kommunikation/Undersoegelse_af_online_undervisning_og_eksamen_foraar_2020_191020.pdf

- Riis, M. & Dirckinck-Holmfeld, L.** (2020). Boundary Practices and the Use of Boundary Objects in Collaborative Networked Learning. I: N. B. Dohn, P. Jandrić, T. Ryberg & M. de Laat (Red.), *Mobility, Data and Learner Agency in Networked Learning* (s. 155-172). Springer International Publishing. DOI:10.1007/978-3-030-36911-8_10
- Star, S. L. & Griesemer, James R.** (1989). Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420. DOI:10.1177/030631289019003001
- Strathern, M.** (1991). *Partial connections*. Rowman & Littlefield.
- Tabo, G. O.** (2020). *Designing Infrastructures for Learning: Technology and Human Praxis*. Aalborg Universitetsforlag.
- Tamborg, A. L., Kiær, K. & Misfeldt, M.** (2017). *Delrapport 5: Teknologianvendelse og interaktioner med eksisterende praksisser* (Del-rapport 5; s. 1-17). Undervisningsministeriet/Styrelsen for It og Læring. <https://emu.dk/sites/default/files/2019-06/GSK%20-%20it%20og%20teknologi%20-%201%C3%A6ringsplatforme%20-%20Delrapport%205.pdf>
- Wenger, E.** (1998). *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. Cambridge University Press.
- Wenger, E., White, N., & Smith, J. D.** (2009). *Digital habitats: Stewarding technology for communities*. Cpsquare.
- Aalborg Universitet.** (u.å.). *VIDEN FOR VERDEN – DIGITALISERINGSSTRATEGI. Del af Aalborg Universitets strategi 2016-2021*. Lokaliseret på https://www.strategi.aau.dk/digitalAssets/602/602500_030418_aau_digitaliseringsstrategi_web.pdf
- AAU** (u.å.). *Moodle på AAU*. Lokaliseret den 10. maj 2022 på <https://www.its.aau.dk/vejledninger/moodle>