

Augmented Reality

og stilladsering af elevernes undersøgende samtale og modelleringskompetence



Birgitte Lund Nielsen,
VIA University College



Harald Brandt,
VIA University College



Ole Radner,
Skolen i Midten



Mogens Surland,
Skolen i Midten



Hakon Swensen,
Høgskolen i Oslo og Akershus
(HiOA)

Abstract: Artiklen præsenterer resultater fra pilotafprøvning i 7.-klasses fysik/kemi og biologi af to Augmented Reality (AR)-apps til naturfagsundervisning. Muligheder og udfordringer ved lærerens stilladsering af elevernes undersøgende samtale og modelleringskompetence er undersøgt med interview- og videodata. Resultaterne viser elevernes umiddelbare engagement og begyndende anvendelse af fagbegreber. Det blev tydeligt at lærerens mikrostilladsering fik eleverne til at gå dybere i deres undersøgelser og diskutere de betydende elementer i modellerne, men der blev identificeret et behov for at karakteren af en model blev diskuteret mere. Til slut eksemplificeres hvordan resultaterne er anvendt til at redesigne/tilpasse elementer i det pågældende EU-projekt.

Indledning

Augmented Reality (AR) er mere og andet end Pokémon Go! I artiklen præsenteres resultater fra pilotafprøvning af to AR-apps udviklet til undervisning i naturfagene på folkeskoleniveau. Formålet er at undersøge hvordan teknologien kan bruges i lærerens stilladsering af elevernes undersøgende samtale ifm. deres hands-on-arbejde

med AR. Fokus er altså på det fagdidaktiske da det er en pointe at vi ikke forventer at teknologien i sig selv har afgørende betydning for at kvalificere elevernes læring – det vigtige er hvordan den sættes i spil i en undervisningskontekst. Vi håber at artiklen kan inspirere til konkrete initiativer med AR og anden IKT-baseret modellering i naturfagsundervisning. Men i præsentation af den bagvedliggende forskning og diskussion af resultaterne rejses også mere almene perspektiver i relation til elevernes læring af naturfag.

Artiklen er bygget op så der først redegøres for AR overordnet set og for de to afprøvede apps. Derefter præsenteres den bagvedliggende forskning i IKT og læring af naturfag og de centrale begreber “undersøgende samtale” og “stilladsering” som afsæt for specifikation af to undersøgelsesspørgsmål og metodiske overvejelser. Sidste del af artiklen handler om resultater fra pilotafprøvningen med diskussion og perspektivering.

AR: virkelighed forstærket med digitalt indhold

AR handler kort fortalt om at et digitalt indhold er “lagt ovenpå” og dermed “forstærker og udvider” forståelsen af et virkeligt (naturfagligt) fænomen når brugeren anvender en AR-app på tablet eller smartphone. AR udvider og modificerer altså brugerens opfattelse af virkeligheden, men det er ikke som sådan en helt kunstig virkelighed som i virtual reality. Visuel udvidelse af virkeligheden er nok det som er mest kendt, men det kan også være i andre former som fx lyd. AR kan defineres ved disse egenskaber – at virkelige og virtuelle objekter kombineres i et virkeligt miljø, og at det kører interaktivt og i sand tid (Azuma et al., 2001). Aktivering af AR-indhold kan enten ske ved hjælp af en markør som fx et billede man peger på med tablet eller smartphone, eller uden markør typisk baseret på GPS-koordinater (Chen & Tsai, 2013; Pence, 2010). Fx findes forskellige (AR-)apps der bruger telefonens GPS-position og gyroskop til at finde ud af hvilken del af stjernehimlen den peger på. Derefter kan man få lagt et lag med information om hvilke himmellegemer som vises.

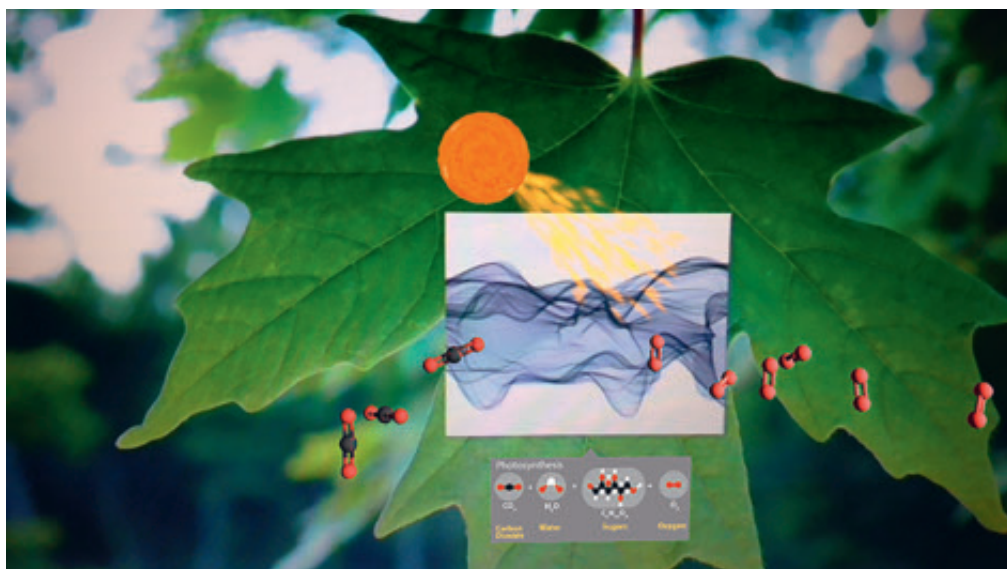
Den internationale forskning om AR i uddannelseskontekst er fortsat sparsom. I et review nævnes både potentialer, som kvalificering af elevernes begrebsforståelse og øget motivation, og udfordringer, både tekniske og i forhold til integration i undervisningen (Radu, 2014). Blandt potentialer nævnes visualisering af det usynlige, mulighed for 3-d-perspektiv og den lærendes umiddelbare oplevelse af “tilstedeværelse i” det naturfaglige fænomen (Radu, 2014).

I denne artikel undersøges elevernes arbejde med to AR-apps der er udviklet i kontekst af EU-projektet “Augmented reality for science education” (AR-sci) (se boks 2). I første del af projektet er der arbejdet med at udvikle og afprøve forskellige mere eller mindre eksemplariske apps. Målet har været at undersøge læringspotentialer og

kvalificere rammesætning og støttende materiale til de næste faser i projektet hvor først lærere og i sidste ende elever er AR-producenter. Dette centrale sigte – at elever og lærere skal arbejde aktivt med AR og ikke bare være “konsumenter” – deles med et andet dansk projekt med fokus på rumlig visualisering af solsystemet med AR hvor eleverne har kreeret de fysiske prototyper (Majgaard, Lyk, Larsen & Lyk, 2016). I AR-sci-projektet er det dog helt centralt at lærere og elever bliver producenter af de IKT-baserede animationer.

“Lost in the woods”

Den første af de apps der er udviklet i AR-sci-projektet, hedder “Lost in the woods” og er beregnet til undervisning inden for det biologiske område. Ressourcen er særligt målrettet elevernes modelleringskompetence (se boks 1) da de skal anvende og formidle brugen af en række AR-modeller/-animationer knyttet til “hvordan et træ fungerer og fx laver fotosyntese”. Bl.a. vises lysprocessen (figur 1), absorption af lys i et grønkorn, læbecellens funktion, vandoptag via rødder og transport i stammen.



Figur 1. Figuren viser et eksempel fra “Lost in the woods”. En korrekt placering af denne markør (se eksempel på hvordan en markør kan se ud, i figur 4 nedenfor) vil være på et blad. Når markøren aktiveres med iPad eller smartphone lægges en digital 3-d-model oven på det fysiske blad.

Opgaven til eleverne er at diskutere hvad de forskelle modeller “er en model af”, og derefter skal de ud i en virkelig skov i nærområdet og placere markørerne der starter de forskellige AR-animationer. Hele vejen igennem skal eleverne samle materiale som

foto og skærmpoint til at formidle deres forståelse af hvordan modeller hjælper os til at forstå processer i naturen. Så opgaven er også målrettet kompetencer knyttet til formidling og kommunikation (boks 1). I figur 1 eksemplificeres hvordan augmenteret indhold bl.a. med molekylmodeller af O_2 og CO_2 lægges ovenpå med det virkelige blad vist bagved. Når eleverne undersøger modellerne med tablet/smartphone inde i klassen, ser de ikke bladet, men kun 3-d-processen. Deres opgave er at finde ud af hvad det er modellen viser, og hvor denne proces sker henne. Når de får placeret de forskellige markører og aktiverer dem, vil den fysiske virkelighed med blade, stamme m.m. blive en central del af skærmbilledet. Opgaven hvor appen indgår, er altså lavet så eleverne aktivt undersøger og går "bag om modellen". De skal ikke bare "konsumere" det digitale indhold.

Naturfaglige kompetencer med særlig vægt på modelleringskompetence

I en dansk kontekst binder et fælles naturfagligt kompetencebegreb og de fire naturfaglige delkompetencer (undersøgelseskompetence, modelleringskompetence, perspektiveringskompetence og kommunikationskompetence) naturfagene sammen på langs og på tværs i folkeskolen. Kompetencebegrebet i relation til naturfag er diskuteret i en række publikationer (Dolin et al., 2003; Dolin, 2014; Elmoose, 2014), herunder også modelleringskompetencen særligt (Nielsen, 2015).

Waldrip og Prain (2012, s. 146) opdeler elevernes arbejde med repræsentationer i fire delelementer som vi mener er i god overensstemmelse med hvordan modelleringskompetence er beskrevet i dansk kontekst, og samtidig tilpas præcise til at de kan anvendes i analyse af elevernes samtale på video (metode anvendt her). Modelleringskompetence som det er begrebsat i projektet, handler således om hvorvidt eleverne kan:

- beskrive de betydende elementer i en given model/repræsentation
- forklare kobling mellem model/repræsentation og faglige begreber og/eller processer
- sammenligne betydende elementer i relation til faglige begreber/processer på tværs af forskellige modeller/repræsentationer
- udpege betydende elementer der skal fremhæves i design af deres egne repræsentationer.

(Lettere tilpasset fra Waldrip & Prain, 2012).

“Catalytic converter”

I den anden app, “Catalytic converter”, får eleverne vist en 3-d-model af en gennemskåret katalysator (figur 2). Katalysatoren er en central del af udstødningssystemet til en bil og medvirker til at reducere udslip af sundheds- og miljøskadelige stoffer som altid dannes i forbrændingsmotorer (fx NO og CO). Centralt i det digitale (augmentedede) indhold er molekylemodeller som viser resultatet af stofomsætningen på mikroniveau. De skadelige molekyler (CO og NO) ledes ind i katalysatoren fra motoren. På vej gennem katalysatoren bliver molekylerne omdannet til ikke-skadeligt N_2 og CO_2 som udledes til omgivelserne. Modellen er interaktiv; fx kan eleven betragte modellen fra forskellige vinkler og justere temperaturen ved at trykke på termometerikoner på skærmen og herved erkende under hvilke betingelser den ønskede stofomsætning sker. Appen indeholder ikke faglige forklaringer og er ikke designet som et selvstændigt læringsobjekt, men skal indgå som en del af et undervisningsforløb hvor det er oplagt at sætte fokus på betydende elementer i modellen (modelleringskompetence: boks 1) med eleverne som de undersøgende der kreerer den faglige fortælling, stilladseret af læreren.



Figur 2. Figuren viser et skærmbillede fra “Catalytic converter” med en digital 3-d-model af en katalysator. Stofomdannelsen er vist på mikroniveau. Den konkrete markør er en visuel repræsentation af en katalysator som den ser ud i virkeligheden. I perspektivering nedenfor følger overvejelser om at placere markøren på en fysisk model af en bil.

Teoretisk baggrund

IKT, AR og læring af naturfag

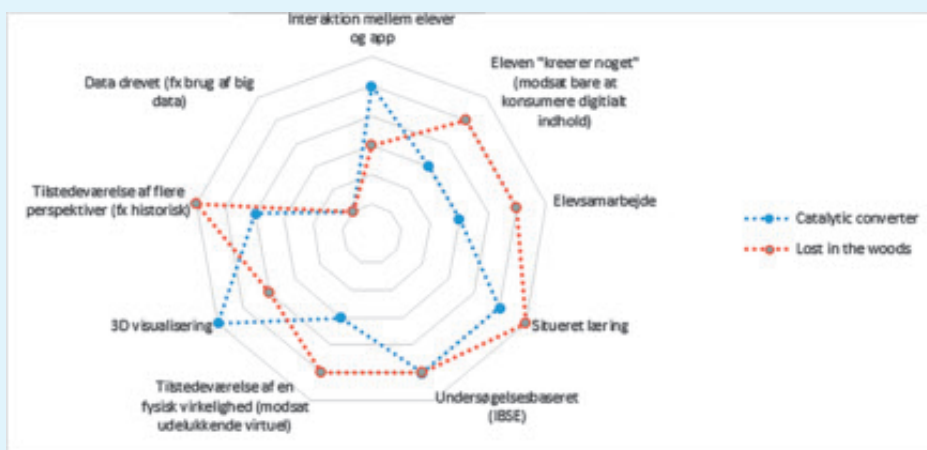
Overordnet set fokuseres der i den nyeste forskning i "IKT-medieret læring i naturfag" på hvorvidt og hvordan IKT kan inddrages i elevernes egne undersøgelser i meningsfulde kontekster (Krajcik & Mun, 2014; Hennessy et al., 2007; Osborne & Hennessy, 2006). Der peges særligt på læringsmuligheder når elever arbejder undersøgelsesbaseret og bruger IKT til dataindsamling og -analyse og til modellering og visualisering af de ofte komplekse naturfaglige processer og fænomener (Hoban, Nielsen & Shephard, 2013). Ét undersøgelsesfokus i relation til elevernes arbejde med repræsentationer og modellering i naturfag har klassisk været hvorvidt og hvordan deres læring kan kvalificeres ved brug af *bestemte* repræsentationer, mens et andet forskningsspor der vægtes i stigende grad internationalt, er hvordan eleverne kan blive aktive producenter (Waldrup & Prain, 2012). At være producent vil sige at eleverne laver egne repræsentationer såsom multimedieproduktioner, simulationer og animationer (Prain & Tytler, 2012) – netop det som er hovedfokus i AR-sci-projektet (boks 2). International komparativ forskning har vist at elever fortsat i langt overvejende grad bruger IKT til informationssøgning, netbaserede tests m.m. – såkaldt lavniveaubrug – mens det kun er få elever der arbejder med højniveaubrug, fx i udvikling af egne repræsentationer (ITL Research, 2011). Der er således et stort behov for udvikling og ny viden inden for området.

Stilladsering, samtale og læring

Når stilladsering anvendes som centralt begreb i analyserne, er det i anerkendelse af den afgørende betydning lærerens reflekterede planlægning og handlinger i undervisnings-situationen alt andet lige har for hvorvidt et IKT-værktøj kan stimulere elevernes læring. Det skal tilføjes at stilladsering i dele af litteraturen omtales som "distribueret over en række værktøjer" hvor lærerens handlinger nævnes sammen med fx elevopgaver og IKT-værktøjer (Prediger & Pöhler, 2015, s. 1180). Stilladsering blev oprindeligt introduceret af Wood, Bruner & Ross (1976) om støtte til børnehavebørns problemløsning og er siden bredt anvendt i den didaktiske litteratur. Den senere præcisering af stilladseringsstrategier som hhv. makro- og mikrostilladsering startede inden for andetsprogsdidaktikken (fx Hammond & Gibbons, 2005), men er siden både anvendt i matematikdidaktik (Prediger & Pöhler, 2015) og naturfagsdidaktik (Pollias, 2016), men stadig med vægt på det sproglige perspektiv. Makrostilladsering er betegnelsen for den planlagte sekvensering af elevernes aktiviteter, mens mikrostilladsering betegner de strategier læreren i selve undervisningssituationen anvender til at understøtte og udvikle elevernes forståelse. Makrostilladsering kan fx i naturfagsundervisning handle om den planlagte sekvensering i relation til en IBSE-model, fx valg af startsted for elevernes undersøgelser og rammesætning af deres hands-

ERASMUS-projekt om AR og naturfagsundervisning

EU-projektet 2015-17 "Augmented reality for science education" (AR-sci) involverer IKT-designere, lærere og universitets/UC-forskere fra Norge, Spanien, Storbritannien og Danmark. Ud over de tre institutioner fra to lande i forfattergruppen indgår the super-computing centre in Galicia (www.cesga.es) og Jisc i Manchester (www.jisc.ac.uk) plus lærere fra norske og spanske skoler. Formålet er at udvikle en ramme for lærere og elever som producenter af egne AR-ressourcer. De resultater der præsenteres i denne artikel, stammer dog fra pilotafprøvning af to AR-apps der er udviklet af IKT-designere i projektets første del. Resultater fra pilotafprøvnings anvendes bl.a. til at udvikle støttende materiale samlet i en elektronisk brugerguide. I brugerguiden indgår bl.a. et framework (figur 3) der blev udviklet som et første produkt baseret på de muligheder og udfordringer for læring af naturfag med IKT/AR som et ekspertpanel af lærere, forskere og IKT-designere pegede på i en survey (Nielsen, Brandt & Swensen, 2016).



Figur 3. Fokus ved design af de to apps "Catalytic converter" og "Lost in the woods" illustreret i et nyudviklet framework til didaktisk analyse og design af AR til naturfagsundervisning (Nielsen et al., 2016).

Frameworket består af ni dimensioner som hver repræsenterer den ene ende i et kontinuum hvor den anden ende af skalaen i relation til fx "interaktion mellem elever og app" vil være at eleverne observerer noget på en skærm uden selv at skulle agere og kreere. De ni kontinua og baggrunden for at netop disse blev inddraget, er beskrevet i Nielsen et al. (2016). Princippet er at man med en bestemt app i varierende grad kan fokusere på de forskellige dimensioner. I figur 3 illustreres hvordan "Lost in the woods" og "Catalytic converter" kan kategoriseres og placeres i frameworket. Begge er designet til at adressere et undersøgelsesperspektiv (IBSE) og mulighed for situeret læring via elevernes arbejde udendørs ("Lost in the woods") og via mulighed for kobling til elevernes konkrete udforskning af forbrændingsmotorer ("Catalytic converter"). De scorer derfor højt på disse dimensioner. Men de har fx ikke fokus på et datadrevet perspektiv som (for andre apps) ville kunne handle om elevernes brug af "big data" knyttet til en given lokalitet.

on-aktiviteter. Mikrostilladsering vil fx være når læreren i undervisningsituationen lytter, griber elevperspektiver og formuleringer, reformulerer og stiller spørgsmål der kan bringe eleverne videre (Pollias, 2016, s. 98). Mikrostilladsering kan således handle om at understøtte elevernes *undersøgende samtale* (Barnes, 2009) der med sociokulturelle briller fremhæves som afgørende i undersøgende naturfagsundervisning. Undersøgende samtale er if. Barnes (2009) kendetegnet ved den tøvende, afprøvende anvendelse af de (nye) faglige begreber – altså typisk samtale *under* læreprocessen modsat den præsenterende samtale hvor elever fortæller hvad de ved/allerede har lært. Der findes forskellige tilgange til undersøgelse af dialog i klasserummet. Lefstein og Snell (2014) refererer til seks forskellige tilgange og placerer fokus på undersøgende samtale i en Vygotsky-inspireret forståelse af at tænkning og læring opstår i social interaktion. Lefstein og Snell (2014) modstiller med reference til Neil Mercer undersøgende samtale som værende præget af spørgelyst og hvor eleverne overvejer og bygger videre på hinandens ideer med henholdsvis disputerende samtale præget af at man overtrumfer hinanden og følger individuelle spor, og akkumulerende samtale hvor eleverne bekræfter hinanden uden at udsagn afprøves eller udfordres. Der er forskning der indikerer at elevernes læringsudbytte kan øges hvis deres undersøgende samtale stilladseres (Lefstein & Snell, 2014, s. 23).

Undersøgelsesspørgsmål

Med afsæt i denne teoretiske redegørelse og i ramme af pilotafprøvning i AR-sci-projektet er de følgende spørgsmål undersøgt:

- Hvordan stilladseres elevernes undersøgende samtale og deres tilegnelse af modeleringskompetence under pilotafprøvningen?
- Hvad fremhæver elever og lærere som muligheder, udfordringer og udbytte af undervisningen hvori AR indgår som et centralt element?

Metode

Ar-sci-projektet (boks 2) opererer med en iterativ tilgang med design, afprøvning, redesign og tilpasning både i udviklingen af de enkelte AR-apps og over tid hvor indsigt fra pilotafprøvninger er med til løbende at kvalificere de næste tiltag (designbaseret forskning). “Catalytic converter” og “Lost in the woods” er afprøvet på skoler både i Danmark og i Norge og Spanien. Det er data fra to 7.-klasser på Skolen i Midten i Danmark der præsenteres her. Afprøvning i klasse 1 var i fysik/kemiundervisning (“Catalytic converter”), mens klasse 2 var i biologiundervisning (“Lost in the woods”). Det var lærerne, den ene medforfatter på artiklen og en kollega, der traf valg om den præcise faglige ramme og naturligvis også om mikrostilladsering under afprøvningen.

Analysen repæsenterer altså en formålstjenlig sampling af relativt eksemplariske cases (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Resultater fra klasse 1 kan ikke forventes at illustrere hvordan en tilfældig lærer umiddelbart uden støttende materiale ville anvende den givne AR-app, og det er heller ikke formålet. Det er en væsentlig pointe for at udvikle støttende materiale til anvendelse i andre skolesammenhænge at nogle pilotafprøvninger er med lærere med en særlig indsigt.

Data vedrørende undersøgelsesspørgsmål 1 var videooptaget med brug af tre kameraer hvor det ene optog hele klassen, og det andet fulgte læreren. Det tredje kamera gik tæt på grupper af elever for at følge deres dialog og spørge ind til deres oplevelser. Der er i analysen dels lavet en oversigt over sessionen (makrostilladsering) og en analyse af dialoger mellem lærere og (grupper af) elever. Klasse 1 anvendes til at præsentere dette, mens klasse 2 inddrages til at supplere. Den teoribaserede beskrivelse af modellerings-kompetence blev anvendt i analysen. Undersøgelsesspørgsmål 2 blev undersøgt med interviewdata. Eleverne blev interviewet under afprøvning for at få så autentisk en repræsentation som muligt af deres oplevelser. Lærerne blev interviewet både før og lige efter afprøvning, organiseret som semistrukturerede interview (Kvale & Brinkmann, 2009) med den samme interviewguide i de tre lande. Analysen bestod af databaseret syntetisering der nedenfor eksemplificeres i en række citater.

Resultater – med diskussion

Makro- og mikrostilladsering ved afprøvning af "Catalytic converter"

Der blev i alt anvendt 1 time og 24 minutter i klasse 1. Læreren startede med på whiteboardet at skitsere dagsordenen: 1) Intro, 2) For-forståelse, 3) Modeller, 4) App, 5) Evaluering. Dette var synligt under hele forløbet. På grund af praktiske forhold var det ikke muligt at afprøve i en helt autentisk undervisningsramme. Eleverne var fx ikke blevet introduceret til molekylemodeller eller hands-on-forsøg knyttet til processer i en katalysator inden. Så en del af tiden blev anvendt til at etablere en for-forståelse knyttet til det eleverne allerede vidste om energi og forbrænding, med brug af mindmaps og begrebskort. Den sidste del af sessionen hvor eleverne arbejdede med appen, kan, baseret på analyse af videoen, ses som bestående af en række faser, først med elevernes umiddelbare reaktioner og åbne undersøgelser og derefter mere fokuserede undersøgelser stilladseret af læreren. Dialogerne nedenfor viser særligt samtale med brug af begreber om molekylemodeller og grundstoffer. Eleverne var fra 7. klasse og således lige begyndt med fysik/kemi, og dette ret grundlæggende stof var derfor nyt for dem. Anvendelse i en 8.- eller 9.-klasse ville kunne give nogle andre muligheder.

Eksempel 1: Starter med de første reaktioner hvor eleverne afprøver appen på egen hånd med udsagn der tyder på umiddelbart engagement og fascination:

ELEV 1: *Fuck, hvor smart.*

ELEV 2: *What, det er sgu da pikkefedt.*

ELEV 3: *Nej, hvor er det sejt.*

ELEV 4: *Hvad er det der for nogen?*

ELEV 5: *Det der, det er jo ...*

ELEV 4: *Det er varmt derinde.*

ELEV 5: *Prøv lige at se.*

ELEV 3: *Okay, man kan se hvad der er inde i.*

ELEV 4: *Det der er langt væk, det der er tæt på.*

ELEV 5: *Prøv at gå tæt på, så kan I se at ...*

ELEV 2: *Det er virkelig en fed app, Mogens.*

LÆRER: *Ja, men prøv at høre her, det I skal gøre, er jo ikke bare [...]*

De sidste udsagn viser en begyndende undersøgelse hvor eleverne bygger videre på hinandens udsagn om at man kan se noget indeni, og at det er varmt. Eleverne bekræfter hinanden i akkumulerende samtale med anvendelse af hverdagsbegreber. I forhold til AR er det med "at se ind i noget" et tema. Eleverne undersøger hvad modellen kan, men italesætter den ikke som en model.

Eksempel 2: Senere står tre elever og lærer 2 ved lærerbordet hvor der ud over iPads med AR-appen i gang er molekylebyggesæt.

LÆRER TIL ELEV 1: *[...] nu kommer der noget ilt, og der er kuldioxid [...] prøv at gætte på hvad det er [...] tag den med ned, og undersøg det.*

ELEV 2 TIL LÆREREN: *Hey se, man kan trykke på de små tegn der.*

LÆRER: *Ja, der kan man nemlig tage ting fra og til.*

Læreren demonstrerer og mikrostilladserer i relation til kobling mellem app og fysisk molekylemodel. De tre første elementer i relation til repræsentationskompetence (Waldrip & Prain, 2012) indgår: Der refereres både til betydende elementer i den enkelte repræsentation, kobling til faglige begreber og sammenligning på tværs af forskellige repræsentationer (app og molekylebyggesæt). Læreren har desuden rolle som undersøgelsespartner; fx vil elev 2 vise noget han har fundet ud af, til læreren.

Eksempel 3: Læreren står ved én af elevgrupperne:

LÆRER: *I skal kikke på, hvad er det der kommer ind, og hvad er det der kommer ud.*

ELEV: *Der er noget kulidoxid og noget hvad er det nu det hedder.*

LÆRER: *Ja, prøv at finde ud af det, og så prøv at bruge, der er ligesom to termometre, så kan I se hvad det er den gør når den er enten kold eller varm.*

Læreren går videre til en anden elevgruppe:

ELEV: *De der svæver ligesom rundt når den er kold.*

LÆRER: *Hvis I nu prøver at se hvad de kommer ind i den ene ende.*

ELEV: *Molekyler; jeg kan ikke huske hvad de forskellige hedder.*

LÆRER: *Nej, men du kan se om det er det samme.*

Læreren ved en tredje elevgruppe. Én af eleverne prøver at tage sin blyant og holde mobilen hen over denne:

ELEV: *Mogens, hvordan kan det være at man ikke kan gøre det fx med sin blyant, at man ikke kan se hvad der er inde i den?*

Læreren forklarer kort om hvordan teknologien virker.

Eksempel 4: En elevgruppe der undersøger selv længere henne i afprøvningen:

ELEV 1: *Der er både rød og sort [peger].*

ELEV 2: *Det er kuldioxid og ilt.*

ELEV 3: *I kan godt se at der er nogen der bare bliver der, mens nogen kører igennem [...].*

Gruppen af elever bliver på dette tidspunkt interviewet om deres oplevelser:

ELEV 1: *Det er lærerigt [...].*

ELEV 2: *Sådan troede jeg slet ikke det så ud [...].*

ELEV 3: *Altså på den måde det fungerer på [...].*

ELEV 2: *Ja, vi kan jo se det indefra [...].*

Eksempel 4 viser et eksempel på elevernes undersøgende samtale (Barnes, 2009) hvor elev 2 fx bygger videre på elev 1's udsagn. Samtalen er præget af den lidt famlende brug af de faglige betegnelser. De bygger videre på og udfordrer hinandens udsagn om de betydende elementer. Man kan dog spørge sig selv om den grundlæggende karakter af en repræsentation/model er forstået, bl.a. med reference til elev 2's udsagn om at han ikke troede det så sådan ud (her kan tilføjes at det gør det jo heller ikke!). Der er ingen eksplicite refleksioner hvor det fremgår at de forstår at det de arbejder med, er en model af virkeligheden.

Eksempel 3 illustrerer vigtigheden af lærerens mikrostilladsering i forhold til elevernes undersøgende samtale med brug af fagbegreber (det med at se ind i blyanten uddybes nedenfor i relation til lærerinterview). Man kan ved sammenholdning af eksempel 3 og 4 sige at der også kunne være behov for på lignende måde at stilladser elevernes forståelse af karakteren af en model.

Læreren om muligheder og udfordringer

Læreren fremhævede i førinterview at han forventede at AR kunne hjælpe eleverne med:

“at få skabt billeder af ting man normalt ikke kan se [...] de kan se at stofmængden er bevaret [...] se at kemiske reaktioner fungerer på en bestemt måde og er afhængige af bestemte ting, her varme [...] det er umiddelbart sjovt for eleverne at være undersøgende [...] situeret så det fremgår at ting fungerer et bestemt sted.” (Lærer i klasse 1)

Han bekræftede efter afprøvningen at han havde oplevet at dette generelt var lykkedes: *“de har forståelse af hovedpointerne [...] en omdannelse hvor temperatur er afgørende”*. Han oplevede at eleverne var hurtige til at undersøge grænserne for teknologien: *“Hvad kan jeg, hvad sker der hvis man gør sådan, kan jeg kikke ind her.”* De gik også umiddelbart i gang med at variere på temperaturen. Han kunne dog ønske en bedre kobling til forbrændingsprocesser generelt og foreslog at man kunne udvide AR-designet med start fra simpel forbrænding og derfra til katalysatoren, fx:

“... kan en 3-d-model af en bil bruges som markør ... hvor man så kan gå ind flere steder ... starte i motoren, hvor kommer det her fra ...”

Desuden nævnte han at det kunne være godt hvis de i lokalet havde haft et ældre bilvrug liggende med bunden i vejret for at gøre elevernes undersøgelser mere bundet til det fysiske objekt. Det uddybes i efterinterview: *“Jeg er ikke sikker på at de alle har fanget hvor den dims sidder henne.”*

Her må man sige at han har en god pointe. Majgaard et al. (2016) refererer til et kontinuum fra virtual reality (VR) til AR, og her må “Catalytic converter” placeres tæt på VR medmindre de fysiske omgivelser bringes mere i spil i didaktiseringen, fx ved at placere markøren under en fysisk bil som eleverne kan undersøge. I forhold til de forskellige perspektiver fra Radu (2014) (*visualisering af det usynlige, mulighed for 3-d-perspektiv og den lærendes umiddelbare oplevelse af “tilstedeværelse i” det naturfaglige fænomen*) tyder elevernes udsagn og dialog særligt på udbytte i forhold til de to første. Og som det fremgår af refleksionerne ovenfor ved figur 3, har det også ved designet af “Catalytic converter” været hensigten at eleverne konkret skulle udforske fysiske artefakter knyttet til de faglige processer omkring forbrændingsmotorer ad situeret læring (Nielsen et al., 2016).

Dialogen hvor en elev spørger til hvorfor man ikke kan se ind i blyanten (eksempel 3 ovenfor), viser dog at elevens forventning om at “kunne være til stede og se ind i” de fysiske artefakter er blevet stimuleret. Dette og andre videoklip blev fælles studeret under efterinterview med lærerne, og læreren fra klasse 1 omtalte det som et “skide-

godt spørgsmål” og så det som tegn på at eleverne var motiverede for selv at arbejde videre som producenter med teknologien.

Afprøvning af “Lost in the woods”

Den anden app, “Lost in the woods”, blev afprøvet i en 7.-klasse i biologi. På grund af praktiske forhold var det heller ikke her muligt at afprøve appen i autentiske rammer (fx som en del af et forløb omkring planters livsprocesser). Eleverne havde derfor ikke forudgående kendskab til de forskellige biologiske modeller. Eleverne startede i klassen, men under den sidste del af afprøvningen arbejdede de i skolens udeområde. Eleverne fik udleveret nogle generiske markører bestående af abstrakte billeder uden visuel kobling til fænomenerne. Opgaven var at de skulle undersøge de forskellige modeller, hvad de viste, og hvor på et træ de ville placere dem. Derefter skulle de så ud og placere markørerne. Det hele skulle de dokumentere med bl.a. billeder i en præsentation. Eleverne gik generelt hurtigt i gang med at afprøve, og nogle af eleverne kunne hurtigt forklare hvad de så, mens det var meget svært for andre elever.

Eksempel 5: En gruppe på tre elever og interviewer:

INTERVIEWER: *Hvad tænker I at I ser der?*

ELEV 1: *Det er grønkornene i bladet der indtager CO₂'en og så udgiver O₂ [eleven peger] grønkornet er den der knap der [...].*

INTERVIEWER: *Hvad tænker du om størrelsen der?*

ELEV 1: *Den er stor.*

INTERVIEWER: *Hvordan ser du at det er CO₂, og at det bliver til O₂, hvordan konkluderer du det?*

ELEV 1: *Jamen det er jo forskellig farve, og de sorte er jo dem der forsvinder, og så kommer der de hvide ud, det er jo ligesom på [mumler].*

INTERVIEWER: *Så du kunne genkende at det er ligesom en model, molekylebyggesæt, du har set før?*

ELEV 1: *Ja.*

INTERVIEWER: *Hvad tænker I om at se på sådan en animation, gør den det tydeligere eller bare mere forvirrende?*

ELEV 2: *Jeg synes man lærer meget mere og får at vide hvad det er det betyder, for hvis hun [læreren] bare står og fortæller så forstår jeg ikke hvad de betyder, men det her, det ligesom siger lidt mere om hvad der sker.*

ELEV 1: *Man kan se hvordan det sker, det er nemmere end når hun fortæller det deroppe.*

INTERVIEWER [SPØRGER ELEV 3 I GRUPPEN, DER IKKE HAR VÆRET SÅ AKTIV OG VIRKER FRAVÆRENDE]: *Hvad tænker du, er det for svært at se hvad det egentlig er?*

ELEV 3: *Ja.*

Eksempel 6: En gruppe med to elever:

ELEV 1: *Jeg synes det gør det sådan lidt mere virkeligt, det giver lidt mere mening for mig.*

ELEV 2: *Fx her hvor det er blått og bliver suget op. og man kan se det er vand.*

Det der umiddelbart virker engagerende for de fleste af eleverne, så ud til at være forvirrende og uoverskueligt for enkelte af det læreren kaldte de fagligt svageste elever. Der var også forskelligt engagement i det udendørs arbejde hvor AR-markørerne skulle placeres på et fysisk træ. Eleverne i eksempel 6 omtalte i interview dette arbejde som meget meningsfuldt og samarbejdede og samtalte om hvordan de mest korrekt kunne placere markørerne.

Læreren om muligheder og udfordringer

Læreren i klasse 2 omtalte i førinterview sig selv som relativt begynder når det gjaldt det teknologiske, men som IKT-didaktisk interesseret. Hendes forventninger skyldtes bl.a. at hun tidligere havde haft positive oplevelser med IKT, bl.a. når eleverne producerede stop-motion-film. Men hun oplevede at brugen af AR "gik et skridt dybere":

"... det her går et skridt dybere ... hvad er det jeg [eleven] gerne vil have vist her ... hvad er det jeg gerne vil have frem ... de bliver nødt til at have en anden type forståelse for at kunne vise det for andre [...] omsætte faktuel viden til noget de selv kan forklare ..."

I førinterview kommenterede hun, efter at være præsenteret for materialet, lidt kritisk afsøgende på det hun kaldte "den omvendte tilgang" hvor eleverne skulle give egne bud på hvad de forskellige repræsentationer viste, og ikke kun undersøge nogle repræsentationer af givne fænomener. I efterinterviewet understregede hun at nogle af eleverne blev meget engagerede af den åbne undersøgelse af modellerne, mens andre havde svært ved at fange hvad det overhovedet var for modeller, og hvordan de skulle gribe opgaven an.

"Den omvendte tilgang tvinger dem lidt ud af deres komfortzone, der var nogle af dem der skulle tygge lidt på det, mens andre lynhurtigt fangede det ..."

I forhold til lærerens didaktiske valg der kan understøttes og visualiseres med frameworket i figur 3, er det vigtigt at overveje hvor åbent undersøgelsen skal præsenteres, og hvordan elevernes undersøgelse kan makrostilladseres. Efter afprøvningen er en mulig differentiering blevet beskevet (figur 4 i perspektivering nedenfor). Det skal dog understreges at der i pilotafprøvningen er set flere tegn på at elevernes

engagement i undervisningen blev stimuleret ved at de blev opfordret til en åben, undersøgende udforskning af og med IKT-ressourcen, som det bl.a. også er påpeget af Krajcik og Mun (2014).

Opsamling og perspektivering

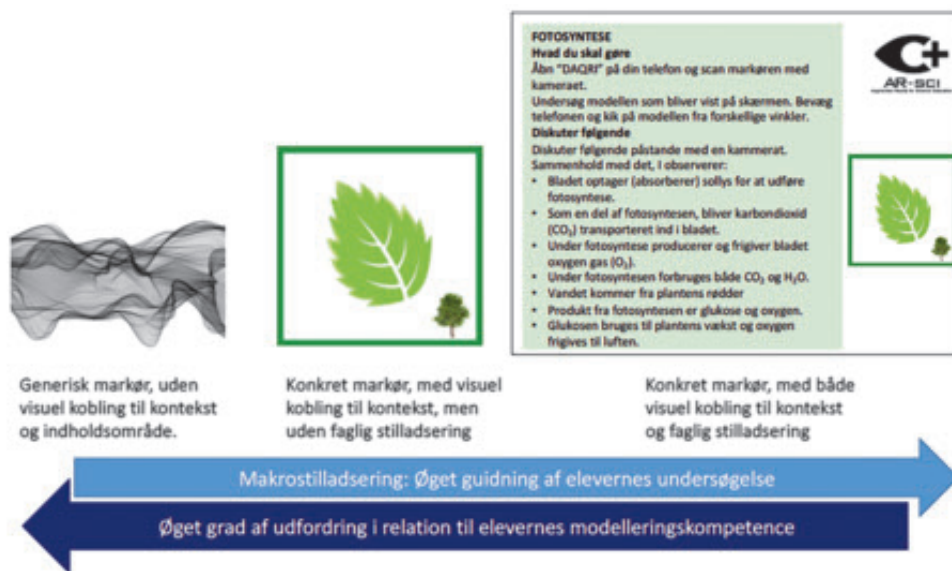
Det første undersøgelses spørgsmål handler om hvordan elevernes undersøgende samtale og deres tilegnelse af modelleringskompetence stilladseres under pilotafprøvningen. Resultaterne viser nogle positive muligheder, særligt ved lærerens brug af mikrostilladsering med åbne spørgsmål og løbende guidning, men også nogle udfordringer. Eleverne blev tydeligvis umiddelbart engageret da de fik AR-appen i hænderne, her eksemplificeret både med deres udbrud under afprøvningen af “Catalytic converter” og udsagn fra interview under afprøvning med “Lost in the woods”. Desuden er det i forløbet med “Catalytic converter” illustreret hvordan eleverne gennem deres undersøgende samtale begyndte at anvende fagbegreber om molekylemodeller som betydende elementer i katalysatormodellen. Det blev i løbet af afprøvningen mere funktionelt og naturligt for dem at anvende de korrekte faglige betegnelser. Det blev dog tydeligt at lærerens mikrostilladsering fik eleverne til at gå dybere i deres undersøgelser og diskutere de betydende elementer i modellen af katalysatoren, tænke i stofbevarelse m.m. Fremadrettet blev der identificeret et behov for at karakteren af en model i højere grad blev italesat sammen med eleverne. Dette kunne inddrages i den i øvrigt vellykkede mikrostilladsering. Dette vil bl.a. kunne hjælpe dem når de i fase 3 selv skal i gang med at lave repræsentationer og (jf. Tekstboks 1): *udpege betydende elementer der skal fremhæves i design af deres egne repræsentationer.*

I det andet undersøgelses spørgsmål spørges til hvad elever og lærere fremhæver som muligheder, udfordringer og udbytte. Flere af eleverne henviste til at fænomenerne blev mere virkelige, og at det blev lettere at forstå processerne. Men der ser ud til at være et behov for (mere) undervisningsdifferentiering. Læreren der afprøvede “Lost in the woods”, fremhævede efterfølgende at de fagligt svage elever havde svært ved at afkode de komplekse modeller og håndtere den relativt åbne opgave der modsat var motiverende for de fagligt stærke elever.

Fremadrettet perspektivering

De muligheder og udfordringer der blev identificeret ved pilotafprøvningen, er der efterfølgende handlet på. Med hensyn til stilladsering er video af den pågældende afprøvning på Skolen i Midten fx anvendt som inspirationskilde i AR-sci-projektets brugerguide i beskrivelse af hvordan man som lærer kan mikrostilladsere og dermed understøtte elevernes udvikling af modelleringskompetence. I forhold til AR i under-

visningskontekst er den vigtige pointe om at markøren der starter “Catalytic converter”, burde sidde under en fysisk bil, taget med videre, og denne mulige didaktiske rammesætning er beskrevet i brugerguiden. Den fysiske virkelighed spillede en meget større rolle i elevernes arbejde med “Lost in the woods” end i “Catalytic converter”. Nogle af de “fagligt svage” elever havde dog svært ved at håndtere den relativt åbne opgave – det blev for abstrakt. Disse udfordringer blev ligeledes registreret ved afprøvning i Norge og Spanien, og efterfølgende er det i brugerguiden blevet grundigt beskrevet hvordan appen kan anvendes differentieret, fra den åbne undersøgelse som blev oplevet meget positivt særligt af de fagligt “stærke” elever, til en mere guidet undersøgelse (figur 4).



Figur 4. Brugerguiden er opdateret efter afprøvningen, og det beskrives hvordan der kan differentieres ved elevernes arbejde med “Lost in the woods”: fra den oprindelige ide med generiske markører som eleverne undersøger, hen imod en mere beskrevet opgavetype med situations-specikke billeder som markører og evt. faglig stilladsering.

Referencer

- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications, IEEE, 21(6)*, s. 34-47.
- Barnes, D. (2009). Exploratory talk for learning. I N. Mercer & S. Hodgkinson (red.), *Exploring talk in school*, s. 1-15. London: Sage.

- Cheng, K.-H. & Tsai, C.-C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), s. 449-462.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*, 6th edition. New York: Routledge.
- Dolin, J. (2014). Naturfaglige kompetencer: Om kompetencetænkningen i nye Forenklede Fælles Mål. I: S. Tougaard & L.H. Kofod (red.), *Metoder i naturfag: En antologi*. 2. oplag s. 49-66. København: Experimentarium.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser*, s. 59-140. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, 8. København: Undervisningsministeriet.
- Elmose, S. (2014). Naturfaglig kompetence: Baggrund for begrebet, dets styrker og begrænsninger i naturfagsundervisning. I webantologi: *Introduktion til naturfagsdidaktik*. Lokaliseret 02-06-2016 på ntsnet.dk/sites/default/files/naturfaglig_kompetence_SE.pdf.
- Hammond, J. & Gibbons, P. (2005). Putting scaffolding to work: The contribution of scaffolding in articulating ESL education. *Prospect* 20(1), s. 6-30.
- Hennessy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deane, R., Brawn, R., la Velle, L., McFarlane, A., Ruthven, K. & Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers & Education* 48, s. 137-152.
- Hoban, G., Nielsen, W. & Shepherd, A. (2013). Explaining and communicating science using student created blended media. *Teaching Science* 59(1), s. 32-35.
- Holliman, R. & Scanlon, E. (red.). (2004). *Mediating science learning through information and communications technology*. Oxon: Routledge.
- ITL (2011). *Innovative teaching and learning research. 2011. Findings and implications*. Tilgængelig på www.itlresearch.com (lokaliseret 3-6-2015). Washington: ITL Research.
- Krajcik, J.S. & Mun, K. (2014). Promises and challenges of using learning technology to promote student learning of science. I: N.G. Lederman & S.K. Abell (red.), *Handbook of Research in Science Education, Vol II* (s. 337-360). New York: Routledge.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Interview*, 2 udgave. København: Hans Reitzels Forlag.
- Lefstein, A. & Snell, J. (2014). *Better than best practice – developing teaching and learning through dialogue*. Oxon: Routledge.
- Maigaard, G., Lyk, M., Larsen, M.J. & Lyk, P. (2016). At se det usete. *MONA*, 2016(3), s. 23-40.
- Nielsen, B.L., Brandt, H. & Swensen, H. (2016). Augmented Reality in science education – affordances for student learning. *NorDiNa*, 12(2), s. 157-174.
- Nielsen, S. S. (2015). *Fælles Mål og modelleringskompetence i biologiundervisningen – forenkling nødvendig for fortolkning*. *MONA*, 2015(4), s. 25-43.
- Pollias, J. (2016). *Apprenticing students into science – doing, talking and writing scientifically*. Melbourne: Lexis Education.

- Prain, V. & Tytler, R. (2012). Learning through constructing representations in science: a framework of representational construction affordances. *International Journal of Science Education*, 34(17), s. 2751-2773.
- Prediger, S. & Pöhler, B. (2015). The interplay of micro- and macro-scaffolding: an empirical reconstruction for the case of an intervention on percentages. *ZDM Mathematics Education*, 47, s. 1179-1194.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), s. 1533-1543.
- Van de Pol, J., Volman, M. & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher-student interaction: a decade of research. *Educational Psychology Review*, 22(3), s. 9-35.
- Waldrup, B. & Prain, V. (2012). Learning from and through representations in science. I: B.J. Fraser, K.G. Tobin & McRobbie, C.J. (red.), *Second international handbook of science education* (s. 145-156). Dordrecht: Springer.
- Wood, D.J., Bruner, J.S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), s. 89-100.

English abstract

The paper presents findings from the piloting of two Augmented Reality (AR) apps for science education: "Lost in the woods" and "Catalytic converter". Based on teacher interviews and video from two Danish classrooms, and supported by data from Spanish and Norwegian classrooms, possibilities and challenges are discussed in relation to how students' inquiries and exploratory talk are scaffolded, both the pre-planned sequencing of the lessons (macro scaffolding) and the micro scaffolding in the form of teacher-student dialogue. Implications for supporting teachers as AR producers are discussed, e.g. a user guide for the next phases of the EU-project.