
Mulige læringspotentialer ved at integrere teknologiforståelse i eksisterende fag

Maria Møller, Niels Anders Illemann Petersen, Mark Krogh Holler og Anja Godtliebsen

Resumé

Teknologiforståelse er på den uddannelsespolitiske dagsorden, men det er stadig uklart, hvordan teknologiforståelsesfagligheden skal indgå i læreruddannelse og i folkeskole. Et casebaseret observationsstudie undersøger mulige læringspotentialer ved at integrere teknologiforståelse i eksisterende fag. Studiets empiriske grundlag er fire cases, som stammer fra gennemførte undervisningsaktiviteter, hvor teknologiforståelse som noget nyt er integreret i matematik på læreruddannelsen og i fysik/kemi, håndværk og design og dansk i folkeskolen. Data indsamles gennem deltagerobservation og interview. En induktiv temaanalyse danner grundlag for fund af to læringspotentialer: 1) Digitale teknologier kan både understøtte forståelse og gøre opmærksom på misforståelser af faglige begreber. 2) Samfundsmæssige problemstillinger, hvor teknologi spiller en væsentlig rolle, kan bringes i spil, når teknologiforståelse integreres i fag. Studiet fastslår, at der er læringspotentialer ved at integrere teknologiforståelse i eksisterende fag, men at der også kan være reelle udfordringer, som der skal tages højde for.

Nøgleord

teknologiforståelse i fag, læringspotentialer, afslørende case, digitale teknologier, kompetencer.

Abstract

This paper examines the learning potential of integrating technology comprehension in existing courses through a case-based observation study. The empirical foundation of the study consists of four revelatory cases that stem from completed teaching activities in which technology comprehension is integrated. Data is collected through observations and interviews. An inductive thematic analysis forms the basis for identifying two learning potentials. 1) Digital technologies can both support understanding and draw attention to misunderstandings of academic concepts. 2) Societal issues where technology plays a significant role can be brought into play when technological literacy is integrated into subjects. The case study states that there is learning potential in integrating technology comprehension into existing subjects, but there may also be real challenges that must be considered.

Keywords

technology comprehension, learning potentials, revelatory case, digital technologies, competencies

Årg. 9 | nr. 2 | 2024 | 21 sider

DOI: 10.7146/lup.v9i2.143046

Studier i læreruddannelse og -profession



Introduktion

Digitale teknologier er i de sidste tre årtier blevet en integreret del af undervisningen i grundskolen (Mathiasen, 2020), og ethvert valg af inddragelse handler om at kunne begrunde, hvorfor og hvordan en given teknologi skal anvendes.

Papert (1980) bekendtgør tilbage i 80'erne, at børn skal konstruere viden, imens de anvender teknologier i matematik. For eksempel gennem dynamiske geometriprogrammer (DG), som kan være med til at oversætte mellem teoretiske og visuelle repræsentationer og fremprovokere overraskelser og opdagelser ved figurers geometriske egenskaber (Laborde, 2005). Men det er ifølge Højsted (2020) forkert at tro, at inddragelse af digitale teknologier automatisk understøtter forståelse for faglige begreber. Højsted (2020) påpeger, at inddragelse af DG i matematik ofte sker af pragmatiske årsager i forhold til effektivitet og præcision og ikke i forhold til at udvikle matematisk ræsonnementskompetence.

I danskfaget anvendes digitale teknologier til bl.a. søgning af litteratur og deraf til at håndtere forskellige informationsstrukturer samt til at skabe en skriveundervisning, der kan tage udgangspunkt i autentiske situationer (Björkvall & Jacquet, 2014), for eksempel ved at modtageren er en hjemmeside eller en blog. Ifølge Tannert & Berthelsen (2020) er det en udfordring at integrere digitale læremidler i danskundervisningen, således at de nye didaktiske handlemuligheder udnyttes på en måde, hvor de kobles meningsfuldt til fagets øvrige indhold og aktiviteter.

Et relevant opmærksomhedspunkt i forbindelse med inddragelsen af digitale teknologier i veletablerede fag er derfor overvejelser over, hvordan de understøtter de faglige mål for en given undervisningsaktivitet.

I foråret 2018 søsætter Børne- og Undervisningsministeriet et forsøgsprogram til styrkelse af elevernes teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning (Tekforsøget). Fire kompetenceområder udgør teknologiforståelsesfagligheden: digital myndiggørelse, digital design og designprocesser, computationel tankegang og teknologisk handleevne (Undervisningsministeriet, 2018). I en videnspakke fra tekforsøget.dk står der, at "Fagets genstandsfelt er systematisk og metodisk tilgang til analyse, design og konstruktion af digitale artefakter vha. digitale teknologier" (Tekforsøget.dk, 2018). Dermed står inddragelse af digitale teknologier som et centralt element i den nye teknologiforståelsesfaglighed.

En af modellerne i forsøget er at integrere teknologiforståelse i eksisterende fag. I slutevalueringen (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021)

fremhæver det pædagogiske personale, at det grundlæggende er meningsfuldt at kombinere teknologiforståelse med eksisterende fag, og at en integration fremmer udviklingen i fag, bl.a. fordi teknologiforståelsesaspektet beriger undervisningen og kobler sig naturligt til de emner og arbejdsmetoder, der sædvanligvis arbejdes med. Det ser således ud til, at det kan være meningsfuldt at integrere teknologiforståelse i eksisterende fag i forhold til at give relevante perspektiver på velkendte emner og arbejdsmetoder.

De fleste fag i grundskolen er beskrevet gennem faglige kompetencer, men at have kompetencemål som pejlemærke for sin undervisning er ikke lige til (Højgaard & Sølberg, 2023). Det kan derfor synes særligt udfordrende, at lærere nu skal integrere et nyt fagområde i et eksisterende, hvor både teknologiforståelsesfaglige kompetencer og fagets kompetencer skal være udgangspunkt for undervisningsaktiviteter. Der er i evalueringerne fra Tekforsøget ingen bemærkninger om, hvorvidt inddragelse af digitale teknologier understøtter udvikling af fagets faglige kompetenceområder. Det vil således være relevant at undersøge, hvordan inddragelse af digitale teknologier som element i teknologiforståelsesfagligheden komplementerer kompetenceområder i eksisterende fag. En undersøgelse heraf vil bidrage med viden og perspektiver til den igangværende dialog om udvikling af teknologiforståelsesfagligheden.

Nærværende artikel præsenterer et studie, der tager udgangspunkt i følgende undersøgelsesspørgsmål:

Hvilke muligheder for udvikling af såvel faglige som teknologiforståelsesfaglige kompetenceområder giver inddragelse af digitale teknologier i undervisningsforløb, hvor teknologiforståelse integreres i eksisterende fag?

Et casebaseret observationsstudie

Artiklen her præsenterer et studie, der undersøger undervisningssituationer, hvor teknologiforståelse forsøges integreret i eksisterende fag. Særligt undersøges det, hvilke læringspotentialer der kan være ved at integrere teknologiforståelse i eksisterende fag. Læringspotentialer henviser til *de muligheder*, digitale teknologier giver i forhold til at *understøtte udvikling* af såvel faglige som teknologiforståelsesfaglige kompetenceområder (Dysthe, 1997).



Fire cases i form af fire undervisningsforløb fra praksis inkluderes i studiet. Den første case er fra en undervisningssituation på et andenårsgangshold i matematik på en læreruddannelse. De tre øvrige cases er fra undervisningssituationer i henholdsvis fysik/kemi i 9. klasse, håndværk og design i 6. klasse og dansk i 5. klasse i folkeskolen. Hver case består af et undervisningsforløb, som tager afsæt i både fagfaglige og teknologiforståelsesfaglige kompetenceområder.

Observationer af de fire cases foretages af artiklens forfattere i hvert deres respektive fagområde¹. Observationerne i matematik og håndværk og design udføres af læreren og har dermed en høj grad af deltagelse. Observationen i fysik/kemi har en lavere grad af deltagelse, da observatøren ikke underviser, men interagerer med elever og lærer undervejs. Observationerne dokumenteres med feltnoter i form af situationsbeskrivelser af elevers og læreres udsagn og ageren. Af praktiske årsager er det ikke muligt fysisk at observere danskundervisningen, og i stedet foretages semistrukturerede interviews med tre lærere, der alle har gennemført undervisningsforløbet i danskcasen. Ifølge Bjørndal (2003) kan interview bruges som supplement til observation, men man skal være opmærksom på, at et interview ikke giver førstehåndsobservationer fra klasserummet. Interviews med dansklærerne giver mulighed for at observere gennem deres oplevelser. Interviewspørgsmålene er: "Kan du give eksempler fra undervisningen, hvor du oplever, at eleverne arbejder med både de danskfaglige og de teknologiforståelsesfaglige mål?" og "Ud fra dit perspektiv, hvordan oplever du så, at elevernes arbejde med den digitale teknologi giver anledning til både danskfaglige og teknologiforståelsesfaglige samtaler?" Undervejs i studiet indsamles produkter, som studerende og elever fremstiller.

De empiriske data består således af feltnoter, transskriberinger og produkter fra elever og studerende.

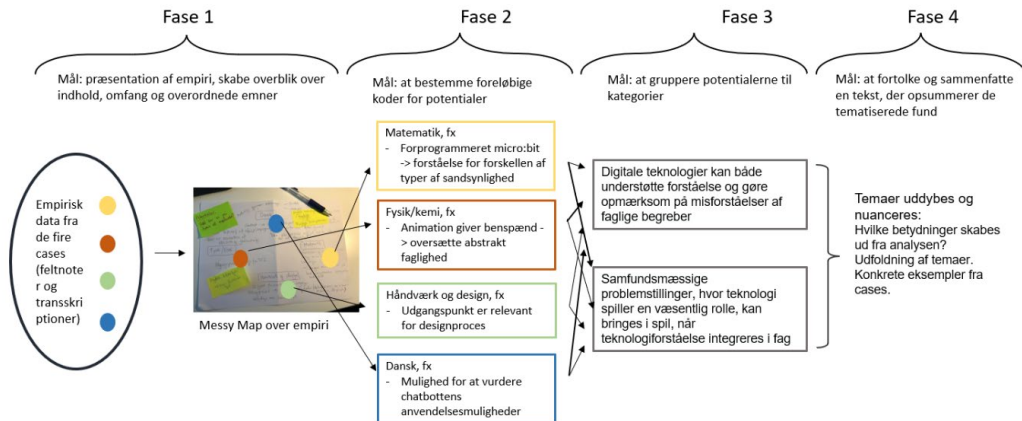
Den analytiske og fortolkningsmæssige ramme

En empiridreven analyse af de empiriske data foretages gennem fire faser.

I første fase danner vi os et overblik over empirien. I første omgang giver observatørerne en bred beskrivelse af den observerede undervisning gennem konkrete nedslag i feltnoter og transskriptioner. I anden omgang diskuteres situationer og situationsbeskrivelser, som er interessante i forhold til, hvorvidt inddragelse af digitale teknologier udvikler faglige som teknologiforståelsesfaglige kompetenceområder. Præsentationen af data giver forfatterne et samlet overblik over indhold og overordnede emner. Gennem

præsentationen laver vi foreløbige koder, som vi noterer på et Messy Map (Clarke, 2007). I fase to udbygges Messy Map'et, og vi identificerer et antal foreløbige læringspotentialer. Potentialerne fremkommer ved at gruppere koderne fra fase 1. Grupperingerne diskuteres i forfattergruppen og holdes hele tiden op mod de empiriske data fra hver case. Diskussionerne medvirker til en loyalitet overfor datamaterialets udsagnskraft, samtidig med at der er åbenhed overfor blinde vinkler, faglige perspektiver og fortolkninger. I fase tre kobles potentialerne fra fase 2 og samles i kategorier, som kondenseres til studiets resultater. I fase fire fortolkes resultaterne op mod de fire cases, og vi gennemskriver en tekst, som sammenfatter og opsummerer de tematiserede fund.

Et overblik over de fire faser ses i figur 1. Figur 1 er inspireret af Prætorius (u.å.) og Brandi & Sprogøe (2019).



Figur 1. Overblik over faserne i analyse- og fortolkningsprocessen.

Selvom figur 1 viser en fremadgående proces, så foregår det som en 'frem-og-tilbage-proces' mellem de fire faser og studiets formål.

Analyseprocessen kvalificeres, ved at hele forfattergruppen er bekendt med den samlede empiri og deltager i drøftelser om både nedslag i relevante empiriske situationer og fund af læringspotentialer.

I det følgende afsnit præsenterer vi analyseprocessens resultater.

Resultater

Analysens resultater præsenteres her som to temaer, der anviser læringspotentialer ved at integrere digitale teknologier i relation til at integrere teknologiforståelse i fag. De to læringspotentialer er:



1. Digitale teknologier kan både understøtte forståelse og gøre opmærksom på misforståelser af faglige begreber.
2. Samfundsmæssige problemstillinger, hvor teknologi spiller en væsentlig rolle, kan bringes i spil, når teknologiforståelse integreres i fag.

I de kommende afsnit præsenteres uddrag, som bidrager til identificeringen af de to læringspotentialer. Det er ikke muligt at bringe udtømmende beskrivelser af alle situationer, der medvirker i analyse- og fortolkningsprocessen, men forfattergruppen har i fællesskab udset repræsentative episoder. De udvalgte episoder er diskuteret på tværs, og ud fra det indsamlede datamateriale er episoderne genbeskrevet.

Matematik

En undervisningssituation på en læreruddannelse fra et forløb om sandsynlighed og statistik udgør nedslaget fra casen i matematik. I det følgende præsenteres uddrag af de lærerstuderendes samtaler, analyser og fortolkninger deraf.

Undervisningsaktiviteten iscenesættes, ved at de lærerstuderende får udleveret en micro:bit, som er forprogrammeret som en firesidet terning. De studerende ryster micro:bitten et par gange (slår med terningen), og på baggrund af eksperimenternes udfald bestemmer de micro:bittens udfaldsrum. Læreren fortæller, at deres kommende undersøgelse går ud på at give et begrundet bud på, om den programmerede micro:bit er ærlig eller uærlig.

Når lærerstuderende reflekterer over sandsynlighedsfeltet for en uærlig terning ...

I gruppe 1 tilgår de studerende aktiviteten med det statistiske sandsynlighedsbegreb. En studerende (S1) siger: "For at finde udfaldsrum og sandsynlighedsfelt kan vi bare ryste 100 gange. Derefter kan vi se, om der er 25 af hver – så er den ærlig." Den studerende har opfattelsen af, at en ærlig terning teoretisk set bør vise 25 udfald af hver af de fire observationer. En anden studerende (S2) i gruppen udfordrer sin medstuderendes sandsynlighedsopfattelse ved at sige: "Men den (micro:bitten) kan jo godt være ærlig, selvom der ikke er præcis 25 af hver." S2 viser hermed forståelse for, at der kan være uoverensstemmelse mellem den teoretiske og den statistiske sandsynlighed. Gruppen ryster micro:bitten 100 gange og får udfald fra 1 til 4 med hyppighederne 22, 20, 32, 26. En tredje studerende (S3) fra gruppen spørger: "Hvor stor forskel skal der egentlig være, før vi kan konkludere, at terningen er

uærlig?” Denne udtalelse viser, at S3 er opmærksom på, at der kan være en variation mellem den teoretiske sandsynlighed for de enkelte udfald (det, micro:bitten er programmeret til) og frekvensen for udfald i deres eksperiment (de 100 slag). S2 siger: ”Hmm, jeg er ikke sikker på, om den er ærlig eller uærlig. Vi er nok nødt til at se på, hvor meget variation der kan være, hvis terningen er ærlig.”

I situationen ovenfor bliver de studerende gennem micro:bitten udfordret til at vurdere, om terningen er ærlig. Det er vanskeligt at frembringe et asymmetrisk sandsynlighedsfelt med en analog terning, fordi det er meget tydeligt, enten at der er justeret på vægtfordelingen, eller at sidernes arealer er forskellige. Men ved brug af digital teknologi i form af en micro:bit er det muligt at frembringe en autentisk situation, hvor de studerende får mulighed for at arbejde med færdigheder indenfor statistisk og teoretisk sandsynlighed og reflektere over variation i udfald for en ærlig terning. Aktiviteten er relateret til det matematikfaglige kompetencemål statistik og sandsynlighed og vidensmålet subjektiv, statistisk og kombinatorisk sandsynlighed.

Gruppe 1 går i gang med at simulere 100 kast med en ærlig firesidet terning i et regneark. De gentager simuleringen nogle gange og opdager, at deres tidligere eksperiment godt kan være resultatet af 100 kast med en ærlig terning. De studerende anvender i situationen deres viden om regneark til at komme med en løsning på et sandsynlighedsproblem. I et teknologiforståelsesperspektiv arbejder de studerende her med kompetenceområdet computationel tankegang i regi af data, algoritmer og strukturering med fokus på at beskrive situationer fra omverden gennem data. Situationen er et eksempel på, at teknologiforståelsesfagligheden er med til at understøtte de matematikfaglige mål. De studerende konstruerer relationer mellem det, de allerede ved, og deres erfaringer fra simuleringerne og anvender det i nye sammenhænge. De ræsonnerer sig frem til, at de ikke med sikkerhed kan begrunde, at terningen er uærlig.

Ovenstående episode bidrager til det første læringspotentiale, idet den illustrerer, hvordan inddragelse af en digital teknologi giver mulighed for, at de studerende arbejder med matematiske ræsonnementskompetencer i relation til forståelse af såvel et symmetrisk som et asymmetrisk sandsynlighedsfelt.

I den efterfølgende pause får nogle studerende en idé om at kode deres micro:bit til at slå treere med en frekvens på 0,40. De beder herefter tre andre studerende om at vurdere, om den er ærlig. De studerende anvender i programmeringen logikkerne *hvis ... så ...* og *vælg tilfældigt mellem ...* Fær-



digheder i at sammensætte sådanne programmeringsblokke hører under kompetenceområdet computationel tankegang, programmering, og situationen bliver et eksempel på, at de studerende kan anvende viden og færdigheder i nye kontekster. De handler gennem micro:bitten og viser forståelse for, at de gennem denne digitale teknologi kan fremstille et asymmetrisk sandsynlighedsfelt. Situationen giver anledning til, at de studerende og læreren diskuterer onlinespil. Erkendelsen af, at det ikke kan ses på micro:bitten, at den er programmeret til at være uærlig, bliver perspektiveret til onlinetyvekægte. De studerende får erfaringer, som kan understøtte dem i forståelsen af, hvor nemt det kan være for producenter af onlinespil at snyde med sandsynligheden for jackpot. I et teknologiforståelsesperspektiv ligger disse typer af erkendelser indenfor kompetenceområdet digital myndiggørelse, teknologianalyse. Episoden viser, at aktiviteter, der ikke eksplicit sigter efter at udvikle et bestemt kompetenceområde, her de studerendes computationelle tankegang, alligevel godt kan gøre det.

Observationerne i matematikundervisningen giver indsigt i, at samspil mellem fag og teknologiforståelse kan understøtte perspektiverende argumentation for en matematikfaglig problemstilling og bidrager hermed også til studiets andet fundne læringspotentiale om at samfundsmæssige problemstillinger kan bringes i spil, når teknologiforståelse integreres i fag.

Episoderne fra matematik viser, at når lærerstuderende reflekterer over sandsynlighedsfeltet for en uærlig terning, får de mulighed for at udvikle matematisk ræsonnement og forholde sig til onlinespil som samfundsmæssig problemstilling.

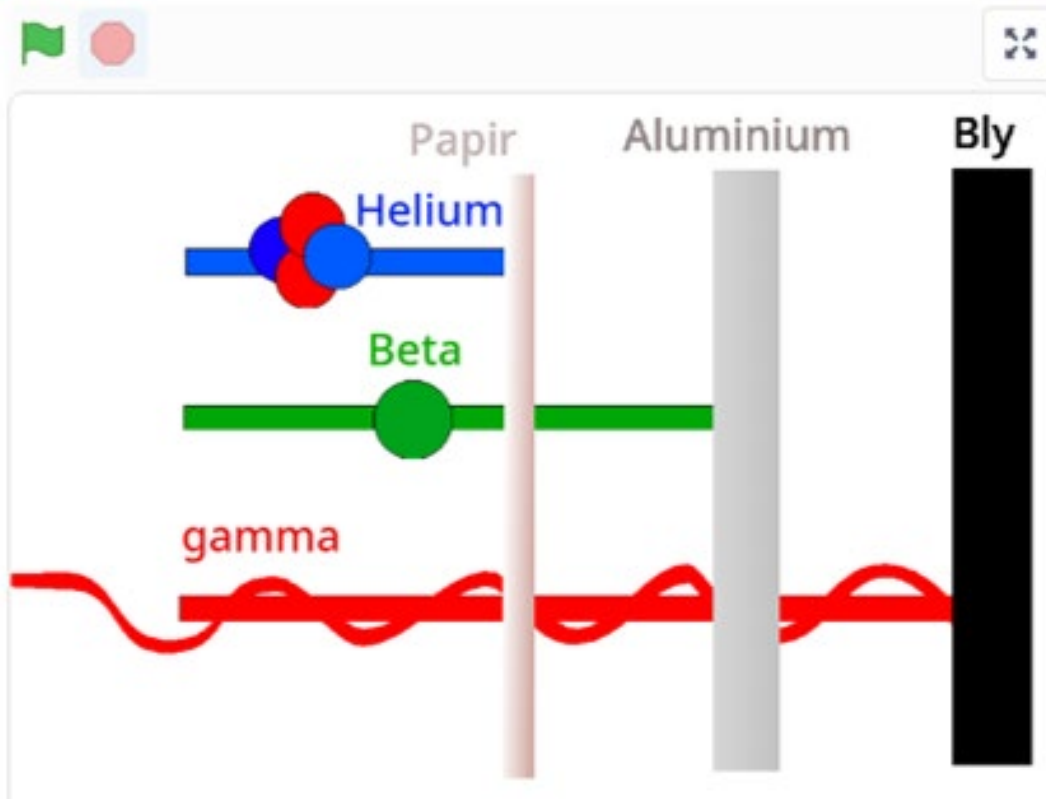
Fysik/kemi

En undervisningssituation, hvor elever arbejder med undervisningsforløbet "Den uundgåelige stråling" (Petersen et al., 2020), udgør nedslaget fra casen i fysik/kemi. Episoden i den valgte situation er en aktivitet, hvor eleverne skal formidle udfordringerne ved at deponere radioaktivt affald i Danmark.

Eleverne ser et nyhedsindslag fra TV 2 om mulighed for deponi af radioaktivt affald i undergrunden under en skole i Danmark (TV 2, 2012). Udtalelserne for og imod deponi i indslaget er ikke baseret på naturvidenskabelig viden, men er alene baseret på følelser. Undervisningsforløbet lægger op til faglige loop, hvor eleverne både skal studere undergrundskort, undersøge relevante materialers evne til at standse ioniserende stråling i laboratoriet og læse og diskutere teori om kerneprocesser.

Den udvalgte aktivitet iscenesættes, ved at eleverne skal designe en animation i Scratch, hvor de skal arbejde med den naturvidenskabelige viden bag ioniserende stråling. Animationen skal kvalificere nyhedsindslagets manglende fysik/kemi-faglige argumentation for eller imod deponi af radioaktivt affald.

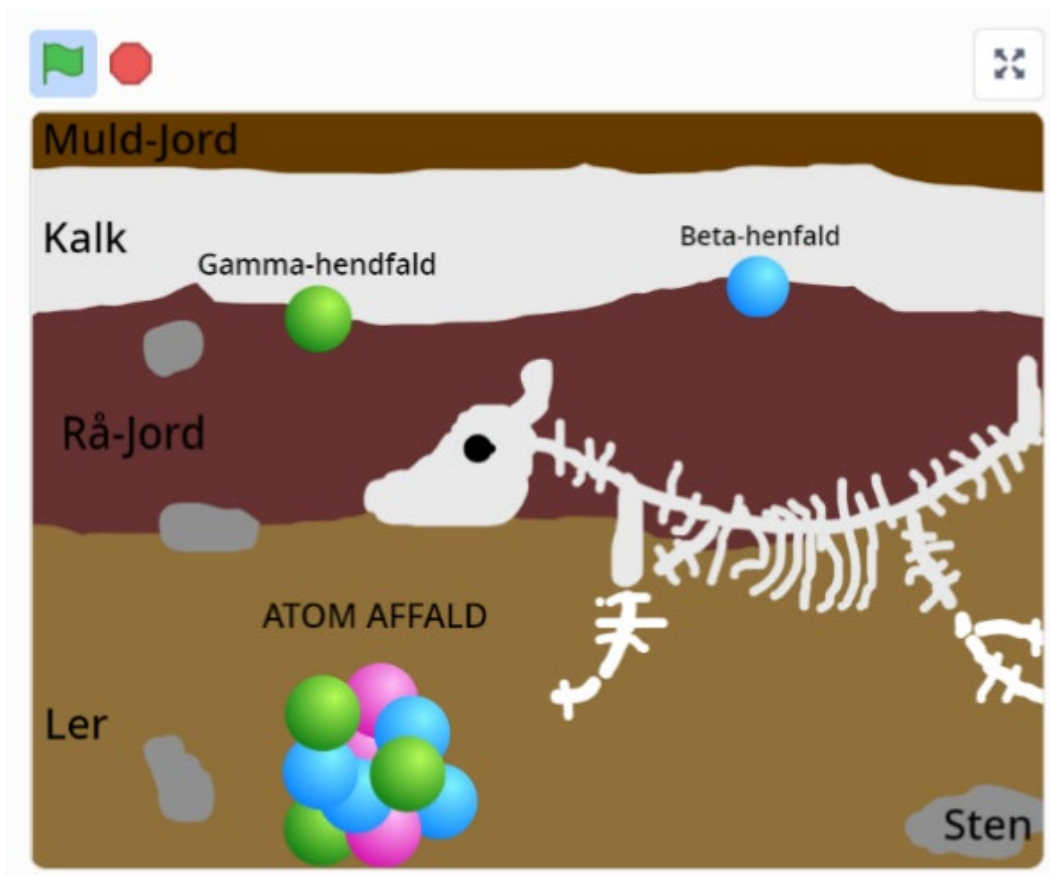
Når elever animerer deres forståelse af ioniserende stråling ...



Figur 2. Øjebliksbillede af animation

Eleverne i gruppe 1 taler om og refererer til resultaterne af deres forsøg om standsning af ioniserende stråling i laboratoriet. En elev (E1) foreslår, at de skal lave en animation, som viser, at nogle stråler kan standses af papir, mens andre ikke kan. En anden elev (E2) tager sin computer frem og siger: "Ok, jeg begynder med alfa. Det er den, der er af fire kugler, ikke?" Gruppen arbejder sammen om aktiviteten og laver en animation, som viser, at forskellige materialer standser forskellige typer af stråling, se figur 2. I udarbejdelsen af animationen, skal eleverne selv konstruere programmeringskoderne i Scratch. De arbejder med kompetenceområdet computationel tankegang indenfor færdigheds- og vidensmålet modellering. Eleverne redegør for deres fysik/

kemi-faglige viden om stråling i animationen ved bl.a. at illustrere alfapartiklen i form af en heliumkerne, der stopper, når den når papiret, betapartiklen som en grøn cirkel, der stopper ved aluminium, og gammastråling som bølger, der stopper ved blypladen. Data viser, at design af en animation kan understøtte muligheden for, at eleverne kan koble naturfaglig viden om ioniserende stråling med deres resultater i laboratoriet. For eksempel kobles det, at en alfapartikel er en heliumkerne, der standses af papir.



Figur 3. Øjebliksbillede af animation

I gruppe 2 vælger eleverne at formidle, hvordan stråling standses, når radioaktivt affald graves ned. Eleverne har tidligere i forløbet fundet ud af, at undergrunden ved skolen består af kalk og ler. De har derfor i laboratoriet afprøvet, om kalk kan stoppe stråling. En elev (E3) siger: "Vi ved, at kalk standser gammastråling, og at 6 cm er nok. Så lad os bare tegne det sammen med noget jord." Gruppe 2 tegner i Scratch undergrundens sammensætning samt nedgravet atomaffald, se figur 3. Øjebliksbilledet viser, at gruppen har

tegnet lag af ler, råjord, kalk og muldjord. Det kan også ses, at kalklaget ikke tillader gamma- og betastråling at trænge igennem. Eleverne sammentænk deres viden om undergrundens sammensætning med resultaterne fra deres forsøgsresultater og illustrerer det i Scratch.

I de to grupper anvendes Scratch som et illustrationsværktøj, og det bidrager ikke på samme måde som micro:bitten til at understøtte elevernes fysik/kemi-faglige erkendelser. I stedet anvendes Scratch til at præsentere elevernes fysik/kemi-faglige viden. Animationselementet giver læreren et indblik i elevernes forståelse af ioniserende stråling på en anden måde, end hvis eleverne havde lavet en planche i pap og papir. Bl.a. ved at heliumkernen i begyndelsen glider mod højre og stopper ret foran papiret i figur 2.

De ovenstående to eksempler viser, at eleverne demonstrerer færdigheder og viden indenfor henholdsvis fysik/kemi-faglige og teknologifaglige kompetenceområder, men Scratch understøtter i denne aktivitet ikke udvikling af elevernes fysik/kemi-faglige erkendelser. Det bliver derfor et opmærksomhedspunkt, at selvom en digital teknologi er tænkt til at have en medierende rolle mellem de to fagligheder, så optræder den her kun som et illustrationsværktøj.

Data viser, at design af en animation i Scratch er med til, at eleverne reflekterer over sammenhængen mellem deres egen undersøgelse i relation til problemstillingen om radioaktivt affald. For eksempel i figur 2, ved at betapartiklerne kan gå gennem papir, men bliver standset af aluminium. Præsentationen i Scratch medvirker også til, at elevernes misforståelser eller hverdagsforestillinger synliggøres. Det ses i figur 3, ved at eleverne illustrerer, at atomaffald indeholder beta- og gammapartikler. Med illustrationen ser det ud til, at eleverne har en hverdagsforestilling om, at radioaktivt materiale indeholder beta- og gammapartikler. Eleverne mangler forståelse for, at det er som følge af kernehenfald, at materialet udsender beta- og gammapartikler. Episoden indikerer, at digitale teknologier kan gøre opmærksom på hverdagsforestillinger om naturfaglige begreber, og bidrager hermed til studiets første læringspotentiale.

Episoderne i fysik/kemi viser, at når elever animerer deres forståelse af ioniserende stråling, får de mulighed for at koble deres viden om radioaktivitet med deres laboratorieforsøg, og læreren får adgang til elevernes hverdagsforestillinger.

Håndværk og design

En undervisningssituation, hvor elever skal udvikle en kode til en aflåst boks, som elever fra 3. klasse skal bryde ind i, udgør nedslaget i casen i



håndværk og design. Aktiviteten er en del af undervisningsforløbet "Breakout challenge – det fede frikvarter" (Holler & Hansen, 2019). Forud for situationen har eleverne gennem interview med og observation af elever fra 3. klasse udforsket, hvordan de kan skabe det gode frikvarter for tredjeklasseeleverne. Som et led i idégenerering har de indsamlet og bearbejdet data i en persona², og de har skitseret og eksperimenteret med teknologien gennem et moodboard³.

Når elever arbejder med digitale teknologier til at skabe nye løsninger ...

Eleverne i gruppe 1 designer i fællesskab en skitse af deres boks. Skitsen viser en boks samlet af sider af træ med en kombinationshængelås sat på med to metalbeslag. Gruppen vælger at integrere en micro:bit, som skal vise koden til hængelåsen, i boksen. Eleverne taler om, hvordan de skal få micro:bitten til at sidde fast på boksen. En elev (E1) siger: "For at sætte den (micro:bitten) fast på siden skal vi måske lave en slags hylde. Måske af træ eller med et slags cover af plexiglas? Det kan man godt lave med saven (eleven peger over på deкупørsaven)." En af de andre elever (E2) siger: "Det er bare vigtigt, at eleverne i 3. klasse nemt kan se micro:bitten. Så jeg synes, den skal være på forsiden af boksen og i midten." E2 forholder sig her til brugskonteksten, hvor det er elever fra 3. klasse, der skal løse udfordringen. E2 fortsætter: "I stedet for en hylde kan vi tegne en holder i Tinkercad⁴ og printe den ud på 3D-printeren." Gruppen beslutter sig for at 3D-printe holderen. De tager udgangspunkt i en færdig fil med en micro:bit-holder, som de får tilsendt af læreren. I Tinkercad redesigner de filen ved at tilføje to huller, så det er muligt at skrue den på boksens side.

I ovenstående aktiviteter arbejder eleverne med teknologiforståelseskompetenceområdet, digital design og designprocesser gennem færdigheds- og vidensmålet konstruktion. Særligt i forhold til at eleverne med digitale teknologier kan konstruere artefakter, som udtrykker en idé, og reflektere over deres anvendelse.

Læreren har forud for aktiviteten præsenteret eleverne for fire forskellige kodeeksempler. Eleverne kan i aktiviteten vælge at modificere koderne med simple ændringer og tilpasse dem til deres udfordring. I brugerundersøgelsen forud for aktiviteten bemærker gruppen, at eleverne i 3. klasse gerne vil bevæge sig. E1 foreslår, at hvis de vil have eleverne til at bevæge sig (eleven peger på gruppens persona), så skal de måske arbejde videre med kode 3. E2 spørger, om kode 3 er den med tampen brænder. E1 svarer "Ja" og forklarer videre, at de så kan bruge en micro:bit til at lede efter en anden ved hjælp af

radiosignalet, og foreslår, at koden måske kan stå på den micro:bit, de fandt. "God idé," siger en tredje elev (E3): "Så skal vi bare have tilføjet 393 (kode til hængelåsen) i koden til micro:bitten." Eleverne opfylder målet om, at den digitale teknologi skal integreres i boksen, og eleverne forholder sig hele tiden til at skabe et engageret og indholdsrigt frikvarter for elever i 3. klasse. Eleverne løser udfordringen ved at arbejde parallelt med alle tilgængelige værktøjer, maskiner og digitale fabrikationsteknologier. Det illustreres for eksempel ved gruppens valg af materiale og værktøjer samt ved deres evne til at reflektere over brugen af og fordelene ved at anvende andre fabrikationsteknologier. Eleverne arbejder ud fra deres intention og forholder sig gennem hele designprocessen til samspillet mellem form, funktion og fremtidig brugskontekst. Gruppen lader sig ikke begrænse af, hvilke værktøjer de har til rådighed. Undervisningssituationen viser, hvordan brugen af de forskellige værktøjer og fabrikationsteknologier fordrer, at eleverne anvender materialekendskab i designet og udnytter og overvejer egenskaberne ved de forskellige materialer.

Gruppe 2 arbejder med at designe deres boks i Inkscape⁵. Eleverne skærer deres sider ud i en krydsfinerplade på 3 mm med lasercutteren. Inden siderne bliver samlet til en boks med lim, beslutter de sig for at modificere én af boksens sider, så micro:bitten fysisk kan fastgøres derpå. Eleverne diskuterer, hvordan de skal integrere micro:bitten i deres boks. En elev (E4) siger: "Kan vi ikke lave en holder med nogle skruer?" Dertil siger en af de andre (E5): "Vi kan ikke bruge noget, som leder strøm. Så kan den (micro:bitten) gå i stykker." Samtalen mellem E4 og E5 viser, at eleverne gør rede for og anvender deres viden om forskellige materialer. De har forståelse for, at metal leder strøm, og at det kan ødelægge micro:bitten. Arbejdet med den digitale teknologi understøtter forståelsen af centrale begreber indenfor håndværk og design.

Observationerne ovenfor indikerer, hvordan brug af digitale teknologier i en designproces giver anledning til, at elever kan arbejde med kompetencemråderne håndværk - forarbejdning og håndværk - materialer i samspil med digital design og designprocesser. Episoden bidrager til det første fundne læringspotentiale, om at digitale teknologier kan understøtte forståelse for faglige begreber. Episoderne afspejler nogle af de udfordringer, som kan opstå i enhver designproces, hvilket bidrager til det andet fundne læringspotentiale, om at samfundsmæssige problemstillinger kan bringes i spil, når teknologi integreres i fag. Særligt i forhold til at digitale teknologier

kan anvendes til at designe nye løsninger, og at der næsten altid vil opstå udfordringer undervejs.

Episoderne fra håndværk og design viser, at når elever arbejder med digitale teknologier til at skabe nye løsninger, så understøttes centrale begreber indenfor faget, og eleverne får erfaringer med at finde løsninger på samfundsmæssige problemstillinger gennem designprocesser.

Dansk

Casen i dansk er interviews med tre lærere, der alle har gennemført undervisningsforløbet "Kan man være ven med en robot?" (Godtliebsen et al., 2019). Lærerne interviewes om gennemførelsen af en aktivitet, hvor eleverne skal undersøge en chatbot⁶ og dens anvendelsesmuligheder og begrænsninger som fortrolig samtalepartner. Eleverne har forud for aktiviteten læst kortromanen *Lige nu er allerede i morgen* af Ida-Marie Rendtorff (2015).

Aktiviteten iscenesættes, ved at eleverne læser sig ind i romanen om Felicia. De læser om, hvordan hun sidder ensom og fortabt på sit værelse og har brug for én at tale med. Lærerne fortæller eleverne, at de i aktiviteten skal undersøge, hvordan en chatbot kan fungere som fortrolig samtalepartner. Lærerne har på forhånd valgt, at eleverne skal arbejde med chatbotten Eviebot.

Når elever analyserer forholdet mellem menneske og maskine ...

I et interview fortæller en lærer (L1), at hendes opfattelse er, at eleverne har nemt ved at forstille sig, at Felicia afprøver en chatbot som ven. L1 fortæller, at en elev sammenstiller samtalen med chatbotten med samtalen med sin hund, når han er ked af det. Eleverne sætter sig ind i Felicias situation og undersøger chatbottens potentiale som samtalepartner. L1 fortæller, at eleverne under samtalen med Eviebot oplever, at den ikke kan svare fyldestgørende på spørgsmål, der handler om følelser. L1 fortæller, at eleverne på baggrund af deres erfaringer vurderer, at chatbotten ikke kan anvendes som samtalepartner, når man er ensom. Dermed demonstrerer eleverne i samtalen med chatbotten, at de kan udtrykke en æstetisk stemning (her ensomhed og fortabthed), og udarbejder et interaktivt produkt (en samtale). Eleverne får viden om muligheder og dermed også begrænsninger for kommunikation med en chatbot. Situationen bidrager til studiets første fundne læringspotentiale, at digitale teknologier kan understøtte forståelse for faglige begreber.

En anden lærer (L2) beskriver, at eleverne synes, det er vældig sjovt at arbejde med meddigtning gennem en teknologi, men at der på et tidspunkt

opstår en situation, hvor chatbotten ikke svarer, som eleverne eller læreren forventer. L2 forklarer, at eleverne erkender, at nogen har fodret Eviebot med grimme ord, og det resulterer i, at nogle elever må lukke samtalen ned. Denne oplevelse er ifølge L2 med til, at "eleverne bliver meget nysgerrige på, hvordan en chatbot virker, og hvordan den genererer sit sprog og sin viden." L2 fortsætter med at forklare, at elevernes nysgerrighed er en forudsætning for, at de bliver interesseret i teknologiens muligheder og begrænsninger. Eleverne vil vide, hvorfor Eviebot taler så grimt, og hvem der har lært den de grimme ord. L2 forklarer, at de efterfølgende har et fagligt loop om kunstig intelligens. Eleverne hører om, hvordan en kunstig intelligens tilpasser sine svar ud fra de data, den får. L2 forklarer, at elevernes møde med chatbotens utilsigtede svar giver dem mulighed for at reflektere over og analysere forholdet mellem menneske og maskine. Eleverne arbejder med kompetenceområdet digital myndiggørelse, nærmere bestemt det at identificere og analysere sammenhænge mellem digitale artefakters formål, intentionelitet og anvendelsesmuligheder i konkrete situationer.

En tredje lærer (L3) fortæller, at hun har haft elever, som har været skeptiske med hensyn til at skrive på en pop op-notifikation i forbindelse med anden undervisning. L3's fortælling illustrerer, hvordan eleverne anvender den viden og de færdigheder, som de har arbejdet med både under og efter aktiviteten, i nye sammenhænge. L3 siger: "At få viden om chatbotten og dens anvendelse af data er et mål i sig selv, og da eleverne selvstændigt overfører og anvender deres viden og de nye fagbegreber til en ny kontekst, bliver den opnåede kompetence et middel til at sikre elevernes frie valg i mødet med teknologien." Inddragelse af chatbotten understøtter forståelse af faglige begreber, som der bliver arbejdet med i dansk, og giver et nyt perspektiv på, hvordan kunstig intelligens bliver anvendt. Situationen bidrager til studiets andet læringspotentiale, om at samfundsmæssige problemstillinger, hvor teknologi spiller en væsentlig rolle, kan bringes i spil, når teknologiforståelse integreres i fag.

Læreren (L3) forklarer, at chatbotens muligheder og begrænsninger gennem aktiviteten bliver tydelige for eleverne og gør dem i stand til at give et nuanceret billede af, om man kan være ven med en chatbot. Gennem aktiviteten bliver der skabt et behov hos eleverne for at se bagom det digitale artefakt. Eleverne skal efter undersøgelsen af en chatbot som samtalepartner lave en teknologianalyse af den. Gennem teknologianalysen bevidstgøres eleverne om, hvorfor chatbotten svarer, som den gør, og de får erfaringer med analysemodeller, som kan give dem mulighed for at vurdere og reflek-



tere over, hvad producenten af en chatbot ønsker af brugerne. Læreren (L3) påpeger, at netop teknologianalysen er noget af det nye i samspillet mellem dansk og teknologiforståelse, og at en teknologianalyse i dannelsesperspektiv ikke kun ser på teksten (teksten er i dette tilfælde en chatbot), men også bagom teksten. En analyse af en interaktiv chatbot giver mulighed for at arbejde med sammenhænge mellem chatbottens formål, intentionalitet og anvendelsesmulighed i konkrete situationer, hvilket netop er et mål indenfor kompetenceområdet digital myndiggørelse. Læreren (L3) giver udtryk for, at digital myndiggørelse bidrager til danskfaget med en ny faglighed, og udtaler afslutningsvis i interviewet, at hun ikke kan forestille sig, at teknologiforståelse ikke er en del af danskfaget. "Det er så vigtigt, at dansk bidrager til elevernes almindannelse. Der kan teknologiforståelse virkelig noget. Jeg kan ikke forestille mig danskfaget uden."

Lærernes udtalelser peger ligeledes ind i det andet fundne læringspotentialer, om argumentation for og perspektivering til samfundsrelevante problemstillinger, hvor teknologi spiller en stadig vigtigere rolle.

Episoderne fra dansk viser, at når elever analyserer forholdet mellem menneske og maskine, får de mulighed for at forholde sig til digitale teknologiers muligheder og begrænsninger i relation til kommunikation på nettet og for at augmentere og perspektivere til samfundsrelevante problemstillinger.

Diskussion af undersøgelsesdesign og læringspotentialer

Afslutningsvis ønsker vi i artiklen her at diskutere casestudiets analytiske kvalitet, læringspotentialer ved at implementere teknologiforståelsesfaglighed og pege på mulige retninger for fremtidige forsknings- og udviklingsprojekter.

Studiets fire forfattere indsamler det empiriske materiale i egen praksis, det har både sine styrker og svagheder i forhold til analysens kvalitet (Kragelund, 2007). Styrken ved at observere en praksis, hvori man underviser eller har et nært kendskab til, er, at man har en forforståelse for feltet og mulighed for et førstehåndsperspektiv på, hvordan studerende, elever og lærere interagerer i aktiviteten (Ingold, 2017). Svagheden er, at nærhed og indforståethed i undervisningssituationen kan give blinde vinkler for væsentlige perspektiver. For at tage højde for svaghederne har forfatterne præsenteret datamaterialet for alle ad flere omgange. Og vi har undervejs haft en særlig opmærksomhed på risikoen for blinde vinkler og indforståede perspekti-

ver og fortolkninger. Analysens fire faser, jf. figur 1, synliggør den analytiske fremgangsmåde, og på den måde sikrer vi en transparent analytisk proces. De empiriske nedslag har karakter af eksistensbeviser, og det er op til læseren at vurdere, i hvilken grad de fundne mulige læringspotentialer kan generaliseres til lignende situationer.

Studiet afslører muligheder for udvikling af såvel faglige som teknologiforståelsesfaglige kompetenceområder ved inddragelse af digitale teknologier i fire forskellige fag på to forskellige uddannelsesniveauer. Integration af teknologiforståelse i fire fag kan illustrere, at det er muligt at integrere teknologiforståelse bredt.

Dansk og matematik er traditionelt set de store fag i folkeskolen og på læreruddannelsen, og dette studie viser desuden episoder fra teknologiforståelse integreret i naturfag og kreative fag. At undervisningen er foregået henholdsvis på en læreruddannelse og i en folkeskole, har bidraget med et blik for, at teknologiforståelse kan integreres på flere uddannelsesniveauer. Forfattergruppen er bevidst om, at de fire cases er nedslag, og at andre lærere i andre fag ville opleve en integration anderledes. Overvejelser om at vælge flere cases fra samme fag, fra flere fag eller fra samme uddannelsesniveau har været i spil, men ifølge Flyvbjerg (2010) ville det ikke øge muligheden for generalisering.

Digitale teknologier har en fremtrædende rolle i det første læringspotentiale i forhold til at understøtte forståelse af faglige begreber. Dette resultat ligger i forlængelse af tidligere forskning. For eksempel finder Højsted (2020), at digitale teknologier som GeoGebra har stort potentiale for at fremme elevers matematiklæring, bl.a. kan de støtte elevers udvikling af ræsonnementskompetencen. Køhrsen & Gissel (2020) beskriver, hvordan arbejdet med simpel taktile robotprogrammering i dansk i 1. klasse kan støtte op om genregenkendelse i eventyr. Ligeledes påpeger Rusk et al. (2008), at inddragelse af robotter medvirker til at arbejde med både matematiske og naturvidenskabelige begreber. Der antydes dermed flere steder i litteraturen, at inddragelse af digitale teknologier kan bidrage til elevers faglige begrebsforståelser. Dette sandsynliggør, at det første læringspotentiale, om at digitale teknologier både kan understøtte forståelse og gøre opmærksom på misforståelser af faglige begreber, har sin berettigelse, når digitale teknologier som et led i teknologiforståelsesfagligheden integreres i eksisterende fag.

Omvendt er det også sandsynligt, at elevernes forståelse for faglige begreber kan skyldes andre forhold end arbejdet med den digitale teknologi. For eksempel at de deltagende lærere i studiet i højere grad er opmærksomme



på elevernes samtaler, end de almindeligvis er. I fysik/kemi-casen gør elevernes animation i Scratch læreren opmærksom på elevernes hverdagsforestillinger om bl.a. radioaktivt materiale. Opdagelsen giver anledning til, at læreren taler med eleverne om, at radioaktivt materiale ikke indeholder beta- og gammapartikler i sig selv, men at disse partikler udsendes som følge af kernehenfald. Arbejdet med animationen i Scratch medierer samtalen om elevernes begrebsforståelse. Animationen kan forstås som værende et element i formativ evaluering (Dolin et al., 2018) og derved medvirke til, at læreren får adgang til elevernes tanker og udsagn.

Hvis det er muligt, at inddragelse af digitale teknologier kan understøtte formativ evaluering, så kan det ifølge Tougaard et al. (2019) være værdifuldt, når elevers kompetencer skal evalueres. Ifølge Sølberg et al. (2015) er der nemlig massive udfordringer ved at evaluere kompetencer både på læreruddannelsen og i grundskolen, så derfor ville det være relevant, hvis inddragelse af digitale teknologier kan understøtte evaluering af kompetencer. Dolin et al. (2017) beskriver, hvordan der stadig er et misforhold mellem en kompetenceorienteret undervisning i naturfag og de evalueringsformer, der anvendes både i undervisning og til prøver. Det vil derfor være relevant at undersøge nærmere, om integration af digitale teknologier kan give anledning til meningsfulde evalueringsformer.

Det vil ligeledes være relevant at udforske, hvordan teknologiforståelse integreret i eksisterende fag er med til at udvikle fagenes identitet. I dansk-casen udtaler en af lærerne, at hun fremadrettet ikke kan forestille sig, at teknologiforståelse ikke er en del af danskfaget. Et opmærksomhedspunkt i den forbindelse er ifølge Lorentzen et al. (2021), at inddragelse af kompetenceområder fra teknologiforståelse over tid kan skubbe til den eksisterende faglighedsforståelse. Sådanne forskydninger i fagligheder er ikke noget nyt, men det er værd at være bevidst herom, og forsknings- og udviklingsprojekter herom er relevante.

I fysik/kemi-casen anvendes Scratch som et værktøj og understøtter ikke i denne aktivitet udvikling af elevernes fysik/kemi-faglige erkendelser. Ifølge Iversen et al. (2019) har udvikling af elevers begrebsforståelse et potentiale i integrationen mellem fag og teknologiforståelse, så det kan i første omgang synes ærgerligt, at det ikke sker. Alligevel er opdagelsen interessant, da den viser, at det er en kompleks opgave at integrere to fagligheder, og at det naturligvis fordrer, at lærerne klædes på til opgaven. Denne pointe understøttes af Basballe et al. (2021), der i deres GAP-analyse anbefaler, at der sættes midler af til kapacitetsopbygning indenfor teknologiforståelsesfagligheden både på

læreruddannelsen og i folkeskolen. For eksempel ved at lærere og læreruddannere klædes på til opgaven gennem efter- og videreuddannelse. Det vil være relevant fremadrettet at indtænke kompetenceudvikling af lærere og uddannelse af lærerstuderende, hvis teknologiforståelse skal integreres i eksisterende fagligheder.

Teknologiforståelsesfagligheden kan forstås som et vidensbidrag ind i diskussionen om STEM-undervisning i Danmark. STEM står for science (S), technology (T), engineering (E) og mathematics (M), og akronymet er på den uddannelsespolitiske dagsorden både nationalt og internationalt. Hvordan STEM-undervisning skal implementeres i grundskolen eller på læreruddannelsen, er endnu uklart (Schmidt, 2019).

Hvis STEM-undervisning opfattes som fagintegration, kan teknologiforståelse integreret i matematik og naturfag opfattes som en integration af M-T eller S-T. Teknologiforståelse integreret i fag bliver dermed et bud på, hvordan STEM-undervisning kan operationaliseres. Det vil være relevant, at fremtidige forsknings- og udviklingsprojekter udforsker, hvordan teknologiforståelse integreret i matematik og naturfag på sigt kan være med til at rammesætte mål og indhold i STEM-undervisning.

Dette studie har givet indblik i, at inddragelse af digitale teknologier som led i teknologiforståelsesintegration ligeledes kan give mulighed for at udvikle faglige såvel som teknologiforståelsesfaglige kompetenceområder. Dog er det væsentligt fremadrettet at holde sig for øje, at inddragelse af digitale teknologier er en kompleks opgave, og at det ikke altid ender med at have den ønskede medierende rolle mellem to fagligheder. Ligeledes vil inddragelsen sandsynligvis udvikle og forandre velkendte eksisterende fagligheder.

Referencer

- Basballe, D. A., Hjorth, M., Iversen, O. S., Caspersen, M., Hansen, B. L., & Kanstrup, K. H. (2021). *Gap-analyse af teknologiforståelse i det danske uddannelsessystem fra grundskole til ungdomsuddannelser*. Danske Professionshøjskoler.
<https://xn--danskeprofessionshjskoler-xtc.dk/wp-content/uploads/2021/01/gap-analyse.2021.pdf>
- Bjørndal, C. (2003). *Observation som vurderende øje*. Klim.
- Brandi, U., & Sprogøe, J. (2019). *Det magiske øjeblik – kvalitativ analyse skridt for skridt*. Hans Reitzels Forlag.
- Børne- og Undervisningsministeriet (2021). *Slutevaluering – teknologiforståelse har vist sig som en relevant, vigtig og krævende faglighed*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf21/okt/211004-slutevaluering-teknologoforstaelse.pdf>
- Clarke, A. E. (2007). Situational analysis. *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*, 1-2.



- Dolin, J., Black, P., Harlen, W., & Tiberghien, A. (2018). Exploring Relations between Formative and Summative Assessment. I J. Dolin & R. Evans (red.), *Transforming Assessment* (s. 53-80). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63248-3_3
- Dolin, J., Nielsen, J. A., & Tidemand, S. (2017). Evaluering af naturfaglige kompetencer. *Acta Didactica Norge*, 11(3), art. 2. <https://doi.org/10.5617/adno.4702>
- Dysthe, O. (1997). *Det flerstemmige klasserum – skrivning og samtale for at lære*. Klim.
- Flyvbjerg, B. (2010). Fem misforståelser om casestudiet. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative Metoder* (s. 463-487). Hans Reitzels Forlag.
- Godtlielsen, A., Nielsen, L., Kiær, K., Lorentzen, R. F., & Nissen, A. (2019). *Kan man være ven med en robot?* https://teknorsøget.dk/wp-content/uploads/2020/06/chatbot-5.kl_-dansk-26-06-20.pdf
- Holler, M. K. & Hansen, B. K. (2019). *Breakout challenge – det fede frikvarter*. <https://teknorsøget.dk/wp-content/uploads/2020/06/Breakout-challenge-6.-kl-HD.pdf>
- Højgaard, T., & Sølberg, J. (2023). Fostering Competence: A Narrative Case Study of Developing a Two-Dimensional Curriculum in Denmark. *Journal of Curriculum Studies*, 55(2), 223-250. <https://doi.org/10.1080/00220272.2023.2196570>
- Højsted, I. H. (2020). Teachers Reporting on Dynamic Geometry Utilization Related to Reasoning Competency in Danish Lower Secondary School. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 6(1), 91-105. <https://doi.org/10.1007/s40751-020-00059-3>
- Iversen, O. S., Dindler, C., & Smith, R. C. (2019). *En designtilgang til teknologiforståelse*. Dafolo.
- Køhrsen, L., & Gissel, S. T. (2020). Teknologiforståelse og genreundervisning i dansk i indskoling. *Unge Pædagoger*, 2020(1), 36-45.
- Laborde, C. (2005). The Hidden Role of Diagrams in Students' Construction of Meaning in Geometry. I J. Kilpatrick, C. Hoyles, O. Skovsmose & P. Valero (red.), *Meaning in Mathematics Education* (s. 159-179). Springer.
- Lorentzen, R. F., Slot, M. F. & Hansen, T. I. (2021). Hvordan integreres teknologiforståelse i dansk? *Learning Tech*, 10, 21-46. <https://doi.org/10.7146/lt.v6i10.122751>
- Mathiasen, H. (2020). Digitale teknologier i dansk universitetsundervisning – et didaktisk perspektiv. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, 15(28), 1-5.
- Papert, S. A. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Petersen, N. A. I., Dahl, U. P., Elmose, S., Mortensen, S. M., & Sørensen, A. S. (2020). *Den uundgåelige stråling*. <https://teknorsøget.dk/wp-content/uploads/2020/06/Stråling-9-kl.-fysikkemi-efterår-2020.pdf>
- Prætorius, L. (u.å.). *Kodning og bearbejdning af kvalitative data*. <https://laeremiddel.dk/viden-og-vaerktoejer/datakodning-analyse-og-fortolkning-af-empiriske-data/introduktion-til-analyse-og-fortolkning/kodning-og-bearbejdning-af-kvalitative-data/>
- Rentorff, I. (2015). *Lige nu er allerede i morgen*. Gyldendal.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 59-69. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-007-9082-2>
- Schmidt, J. R. (2019). Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning? *MONA*, 2019(2), 70-88. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/114698>
- Sølberg, J., Bundsgaard, J., & Højgaard, T. (2015). Kompetencemål i praksis – hvad har vi lært af KOMPIS? *MONA*, 2015(2), 46-59. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36308>
- Tannert, M., & Berthelsen, U. D. (2020). Digitale læremidler i danskfaget. *Pædagogisk Indblik*, 4. https://en.unipress.dk/media/17077/forskningsoversigt_digitale_laeremidler_i_danskfaget.pdf
- Tekforsøget.dk (2018). *Teknologiforståelse i folkeskolen*. <https://teknorsøget.dk/>
- Tougaard, S., Sølberg, J., & Marckmann, B. (2019). *Evalueringstilgange i naturfag i grundskolen*. <https://neuc.dk/evalueringstilgange-i-naturfag-i-grundskolen/>
- TV 2. (2012). *Regeringen vil smide Risøs atomaffald i udkantsdanmark*. <https://www.youtube.com/watch?v=sGKQNV0laqk>



Undervisningsministeriet. (2018). *Fælles Mål*. GSK. Læseplan. Tilgængelig. Teknologiforståelse. pdf. pdf (emu.dk)

Noter

1. Maria har observeret casen i matematik, Niels Anders i fysik/kemi, Mark i håndværk og design, og Anja i dansk.
2. En persona er en fiktiv person, som du har givet egenskaber og karakteristika, som er relevante i forhold til brugskontekst, for eksempel at skabe et godt frikvarter for elever, der går i 3. klasse.
3. Et moodboard samler og visualiserer gruppens idéer, for eksempel samlingsteknikker, læsemekanismer, gåder og idéer til andre former for escape rooms mv.
4. Tinkercad er et program, hvor det er muligt at tegne figurer i 3D og efterfølgende printe dem på en 3D-printer.
5. InkScape er et digitalt vektorbaseret tegneprogram til en lasercutter.
6. En chatbot er et stykke software, som kan simulere en menneskelig samtale

Maria Møller

lektor, ph.d.

Professionshøjskolen UCN, læreruddannelsen

MAML@ucn.dk

Niels Anders Illemaan Petersen

lektor

Professionshøjskolen UCN, læreruddannelsen

NAP@ucn.dk

Mark Krogh Holler

pædagogisk konsulent

Professionshøjskolen UCN, Center for Undervisningsmidler

MHOL@ucn.dk

Anja Godtliebsen

pædagogisk konsulent

Professionshøjskolen UCN, Center for Undervisningsmidler

AJG@ucn.dk